

**LIBRO DE AYUDA CON DATOS  
PARA RADIOAFICIONADOS DE  
TODAS LAS CATEGORÍAS Y PARA  
CURSO INICIAL**



**LU3FV  
RADIO CLUB VENADO TUERTO**



La Asociación Civil Radio Club Venado Tuerto, como otros radio clubes, se propone con este libro para radioaficionados y aspirantes, lograr que los interesados en esta disciplina inicien su actividad conociendo la forma de uso del espectro radioeléctrico, la historia de la radio, conocimientos técnicos, los códigos nacionales e internacionales más usados, concursos y certificados, pero por sobre todas las cosas el espíritu y la ética que debe primar entre los radioaficionados. Esperamos que todos los lectores interpreten este espíritu y lo pongan en práctica cuando, al finalizar un curso, reciban su licencia habilitante o se desempeñen en una radioestación.



ASOCIACIÓN CIVIL RADIO CLUB VENADO TUERTO  
MITRE 449, 2600, VENADO TUERTO, PROVINCIA DE SANTA FE, ARGENTINA  
LU3FV.COM.AR



# ÍNDICE

<b>TEMA 1</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LA RADIO Y SU HISTORIA.....</b>	<b>13</b>
TEMA 1-1	RESEÑA HISTÓRICA DE LAS COMUNICACIONES .....	13
TEMA 1-1.1	HISTORIA DE LA RADIO .....	15
TEMA 1-2	COMUNICACIÓN A DISTANCIA.....	19
TEMA 1-3	RADIOAFICIÓN .....	20
TEMA 1-4	DEBERES DEL RADIOAFICIONADO.....	20
TEMA 1-4.1	EL ORIGEN DE LA PALABRA "HAM" .....	20
TEMA 1-4.2	SANTO PATRONO DE LOS RADIOAFICIONADOS .....	21
<b>TEMA 2</b>	<b>SEÑAL DISTINTIVA.....</b>	<b>23</b>
TEMA 2-1	SEÑAL DISTINTIVA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA .....	23
TEMA 2-2	SEÑALES DISTINTIVAS ESPECIALES (SDE) .....	24
TEMA 2-3	SEÑALES DISTINTIVAS EN OTROS PAÍSES.....	24
TEMA 2-4	PREFIJOS INTERNACIONALES .....	25
<b>TEMA 3</b>	<b>REGLAMENTACIONES INTERNACIONES .....</b>	<b>27</b>
TEMA 3-1	IARU .....	27
TEMA 3-2	ITU.....	27
TEMA 3-2.1	BANDAS INTERNACIONALES SEGÚN ITU .....	28
TEMA 3-2.2	CLASIFICACIÓN DE LAS EMISIONES.....	29
TEMA 3-3	DIPLOMAS INTERNACIONALES .....	32
TEMA 3-3-1	REGLAMENTO PARA OBTENCIÓN DEL DIPLOMA WPX .....	32
TEMA 3-3.2	REGLAMENTO PARA OBTENCIÓN DEL DIPLOMA DXCC.....	32
TEMA 3-3.3	REGLAMENTO PARA OBTENCIÓN DEL DIPLOMA WAS.....	33
TEMA 3-3.4	REGLAMENTO PARA OBTENCIÓN DEL DIPLOMA WAZ.....	33
TEMA 3-3.5	REGLAMENTO PARA OBTENCIÓN DEL DIPLOMA WAX.....	33
<b>TEMA 4</b>	<b>ÉTICA Y PRÁCTICA OPERATIVA .....</b>	<b>35</b>
TEMA 4-1	NORMAS ÉTICAS .....	35
TEMA 4-2	CONDICIONES MORALES.....	35
TEMA 4-3	CONOCIMIENTOS ELEMENTALES.....	35
TEMA 4-3.1	ALFABETO FONÉTICO INTERNACIONAL .....	35
TEMA 4-3.2	CÓDIGO Q .....	36
TEMA 4-3.3	CÓDIGO 10 .....	37
TEMA 4-3.4	OTROS CÓDIGOS FONÉTICOS INTERNACIONALES .....	37
TEMA 4-3.5	UNA EXPRESIÓN CONOCIDA: EL "73" .....	37
TEMA 4-3.6	CÓDIGO O ALFABETO MORSE .....	38
TEMA 4-3.7	CÓDIGO RST .....	41
TEMA 4-3.8	ABREVIATURAS USUALES EN CW .....	41
TEMA 4-4	LIBRO DE GUARDIA .....	42
TEMA 4-5	TARJETAS CONFIRMATORIAS O QSL .....	43

TEMA 4-5.1	CONFECCIÓN DE TARJETAS QSL.....	43
TEMA 4-5.2	POR QUE UTILIZAMOS LOS BUREAUS.....	44
TEMA 4-5.3	ALGO MÁS SOBRE LAS TARJETAS QSL.....	44
TEMA 4-6	PRÁCTICA OPERATIVA.....	48
TEMA 4-7	ESCUCHA PREVIA .....	48
TEMA 4-8	SELECCIÓN DE FRECUENCIAS.....	49
TEMA 4-9	LLAMADA GENERAL .....	49
TEMA 4-9.1	MODELO DE LLAMADA PARA PRÁCTICA OPERATIVA .....	50
TEMA 4-10	MODELO DE QSO EN TELEGRAFÍA .....	51
TEMA 4-11	ESTABLECIMIENTO DE CONTACTOS.....	51
TEMA 4-12	FINALIZACIÓN DE CONTACTOS .....	51
TEMA 4-13	INGRESO A CONTACTOS COLECTIVOS .....	52
TEMA 4-14	DATOS A PROPORCIONAR.....	52
TEMA 4-15	CQ CONCURSO CQ CONCURSO.....	52
TEMA 4-15-1	PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE CONCURSOS.....	53
TEMA 4-15.2	PAÍSES DEL DXCC.....	54
TEMA 4-16	USO DE REPETIDORAS.....	55
TEMA 4-17	OTROS MODOS USADOS POR LOS RADIOAFICIONADOS.....	56
TEMA 4-18	RECURSOS EXTERNOS .....	58
TEMA 4-18.1	SITIOS WEB.....	58
TEMA 4-18.2	APLICACIONES PARA COMPUTADORAS .....	58
TEMA 4-18.3	APLICACIONES PARA CELULARES .....	58
<b>TEMA 5</b>	<b>TÉCNICA .....</b>	<b>59</b>
TEMA 5-1	ELECTRÓNICA BÁSICA .....	59
TEMA 5-1.1	ACERCA DEL MAGNETISMO .....	59
TEMA 5-1.2	LEY DE FARADAY .....	60
TEMA 5-2	COMPONENTES ELECTRÓNICOS BÁSICOS .....	60
TEMA 5-2.1	RESISTENCIAS.....	60
TEMA 5-2.2	CONDENSADORES.....	63
TEMA 5-2.3	BOBINAS Y TRANSFORMADORES.....	65
TEMA 5-2.4	VÁLVULAS TERMOIÓNICAS.....	68
TEMA 5-2.5	DIODOS .....	68
TEMA 5-2.6	TRANSISTORES .....	69
TEMA 5-2.7	INTEGRADOS .....	70
TEMA 5-2.8	CRISTALES PIEZOELÉCTRICOS.....	71
TEMA 5-2.9	CRISTALES PARA REGULACIÓN DE FRECUENCIA.....	71
TEMA 5-2.10	DISPLAY DE CRISTALES LÍQUIDOS (LCD).....	72
TEMA 5-2.11	RELÉS.....	72

<b>TEMA 6</b>	<b>UNIDADES ELÉCTRICAS.....</b>	<b>73</b>
TEMA 6-1	DE FUERZA ELECTROMOTRIZ.....	73
TEMA 6-2	DE INTENSIDAD.....	73
TEMA 6-3	DE RESISTENCIA.....	73
TEMA 6-3.1	LEY DE OHM.....	73
TEMA 6-4	DE INDUCTANCIA.....	73
TEMA 6-4.1	INDUCTIVIDAD.....	74
TEMA 6-5	DE CAPACIDAD.....	74
TEMA 6-5.1	CONSTANTES DE TIEMPO.....	74
TEMA 6-6	DE FRECUENCIA.....	74
TEMA 6-7	DE POTENCIA.....	74
TEMA 6-8	DE IMPEDANCIA.....	75
TEMA 6-9	DE RELACIÓN DE POTENCIA O TENSIÓN.....	75
TEMA 6-9.1	MEDIDAS EN DECIBELES.....	75
TEMA 6-9.2	¿QUÉ ES EL dBi?.....	76
TEMA 6-9.3	¿QUÉ ES EL dBw?.....	76
TEMA 6-9.4	¿QUÉ ES EL dBm?.....	76
TEMA 6-10	OTRAS DEFINICIONES.....	76
<b>TEMA 7</b>	<b>CIRCUITOS ESENCIALES.....</b>	<b>77</b>
TEMA 7-1	ACOPLAMIENTOS.....	77
TEMA 7-1.1	ACOPLAMIENTO CAPACITIVO ENTRE PASOS.....	77
TEMA 7-1.2	ACOPLAMIENTO INDUCTIVO ENTRE PASOS.....	77
TEMA 7-1.3	ACOPLAMIENTO POR ESLABÓN ENTRE PASOS.....	78
TEMA 7-1.4	CÁLCULO DEL FACTOR DE ACOPLAMIENTO.....	78
TEMA 7-2	OSCILADORES.....	78
TEMA 7-2.1	CONSTANTE DE OSCILACIÓN.....	79
TEMA 7-2.2	CÁLCULO DE RESONANCIA EN CIRCUITOS L-C.....	79
TEMA 7-2.3	FRECUENCIA DE RESONANCIA.....	79
TEMA 7-2.4	OSCILACIÓN.....	80
TEMA 7-3	FILTROS ELÉCTRICOS.....	81
TEMA 7-3.1	FILTROS DE ONDA.....	81
<b>TEMA 8</b>	<b>CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE CONTINUA.....</b>	<b>83</b>
TEMA 8-1	CORRIENTE CONTINUA.....	83
TEMA 8-2	CORRIENTE ALTERNA.....	83
TEMA 8-2.1	VALORES DE LA CORRIENTE ALTERNA.....	83
TEMA 8-2.2	FASES DE LA CORRIENTE ALTERNA.....	84
<b>TEMA 9</b>	<b>INSTRUMENTOS DE MEDIDAS.....</b>	<b>85</b>
TEMA 9-1	AMPERÍMETRO.....	85
TEMA 9-2	VOLTÍMETRO.....	85

TEMA 9-3	ÓHMETRO .....	85
TEMA 9-4	MULTÍMETRO (TESTER).....	85
TEMA 9-5	OSCILOSCOPIO .....	86
<b>TEMA 10</b>	<b>SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN .....</b>	<b>87</b>
TEMA 10-1	FUENTES CONMUTADAS.....	87
TEMA 10-2	FUENTES DE ALIMENTACIÓN .....	87
TEMA 10-2.1	REQUISITOS DE LA FUENTE .....	87
TEMA 10-2.2	REGULACIÓN DE LA TENSIÓN .....	88
TEMA 10-2.3	TRANSFORMACIÓN .....	88
TEMA 10-2.4	RECTIFICACIÓN.....	88
TEMA 10-2.5	FILTRADO .....	90
TEMA 10-2.6	ESTABILIZACIÓN .....	91
TEMA 10-2.7	FUNCIÓN DEL TRANSISTOR DE PASO EN FUENTES.....	91
TEMA 10-3	MULTIPLICADORES DE TENSIÓN .....	91
TEMA 10-4	PILAS .....	91
TEMA 10-5	BATERÍAS.....	91
TEMA 10-5.1	ELECTROLITO.....	92
<b>TEMA 11</b>	<b>NORMAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>93</b>
TEMA 11-1	TÉCNICAS PARA LA MEJORA DE LA TOMA DE TIERRA .....	93
TEMA 11-2	¿CUÁNDO UNA CONEXIÓN A TIERRA ES BUENA? .....	93
<b>TEMA 12</b>	<b>SISTEMAS DE COMUNICACIONES .....</b>	<b>95</b>
TEMA 12-1	COMPONENTES DE UNA RADIOESTACIÓN .....	95
TEMA 12-1.1	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	95
TEMA 12-2	RECEPTORES.....	95
TEMA 12-2.1	DIAGRAMA DE BLOQUE DE RECEPTORES .....	95
TEMA 12-2.2	DEMODULACIÓN.....	101
TEMA 12-3	RECEPTOR REGENERATIVO .....	103
TEMA 12-4	SUPERHETERODINOS .....	103
TEMA 12-5	PASOS DE RADIOFRECUENCIA .....	104
TEMA 12-5.1	ARMÓNICAS.....	104
TEMA 12-5.2	OCTAVA.....	104
TEMA 12-5.3	ONDAS NO SENOIDALES .....	105
TEMA 12-6	FRECUENCIA INTERMEDIA .....	105
TEMA 12-7	CIRCUITOS SINTONIZADOS .....	106
TEMA 12-8	FACTOR “Q” .....	106
TEMA 12-9	AJUSTES DE RECEPTORES.....	107
TEMA 12-9.1	INTERFERENCIA EN TELEVISIÓN.....	107
<b>TEMA 13</b>	<b>TRANSMISORES .....</b>	<b>109</b>
TEMA 13-1	DIAGRAMA EN BLOQUE DE TRANSMISORES.....	109



TEMA 13-2	OSCILADORES.....	109
TEMA 13-3	MODULADORES .....	110
TEMA 13-3.1	LA MODULACIÓN .....	110
TEMA 13-3.2	ÍNDICE DE MODULACIÓN $\beta$ .....	111
TEMA 13-3.3	SOBREMULACIÓN .....	111
TEMA 13-3.4	RECORTADORES DE AUDIOFRECUENCIA .....	111
TEMA 13-3.5	COMPRESORES DE AUDIOFRECUENCIA.....	112
TEMA 13-3.6	COMPLEMENTO SOBRE MODULACIÓN EN FM.....	112
TEMA 13-3.7	BANDAS LATERALES EN FM .....	112
TEMA 13-3.8	PREÉNFASIS Y DE-ÉNFASIS EN FM.....	113
TEMA 13-4	AMPLIFICADORES.....	113
TEMA 13-4.1	AMPLIFICADORES DE RADIOFRECUENCIA .....	113
TEMA 13-4.2	LOS TUBOS Y TRANSISTORES COMO AMPLIFICADORES .....	116
TEMA 13-4.3	CIRCUITOS PI EN RADIOFRECUENCIA.....	117
TEMA 13-4.4	PICO ENVOLVENTE DE PORTADORA.....	117
TEMA 13-4.5	DIFERENCIA ENTRE GRILLA A MASA Y CÁTODO A MASA.....	118
TEMA 13-4.6	AMPLIFICADORES OPERACIONALES.....	118
TEMA 13-4.7	POLARIZACIÓN DE CORTE EN AMPLIFICADORES DE RF.....	119
TEMA 13-4.8	COMPRESORES DE RADIOFRECUENCIA .....	119
TEMA 13-5	NEUTRALIZACIÓN.....	119
TEMA 13-5.1	MÉTODO DE NEUTRALIZACIÓN .....	119
TEMA 13-6	CIRCUITOS VOX .....	120
TEMA 13-7	MANIPULACIÓN .....	120
TEMA 13-7.1	MANIPULACIÓN INTERCALADA .....	120
TEMA 13-7.2	MANIPULADOR ELECTRÓNICO (YÁMBICO).....	120
TEMA 13-8	LA EXTENSIÓN TELEFÓNICA .....	120
TEMA 13-9	MICRÓFONOS .....	121
<b>TEMA 14</b>	<b>TONOS.....</b>	<b>123</b>
TEMA 14-1	TONOS DTMF .....	123
TEMA 14-2	SUBTONOS CTCSS .....	123
TEMA 14-3	SUBTONOS DCS.....	124
<b>TEMA 15</b>	<b>PACKET RADIO.....</b>	<b>125</b>
TEMA 15-1	MÓDEM Y TNC .....	126
TEMA 15-1.1	COMUNICACIÓN SERIE VÍA V.24/RS-232C: CONECTOR FÍSICO .....	126
TEMA 15-1.2	EL PROTOCOLO AX.25 .....	127
TEMA 15-1.3	EL MÓDEM AM7910 .....	128
TEMA 15-1.4	INDICADOR DE SINTONÍA PARA MÓDEM AM7910 .....	129
TEMA 15-1.5	TERMINAL PARA EL TNC-2 Y COMPUTADORAS .....	130

<b>TEMA 16</b>	<b>MODOS DE EMISIÓN</b> .....	<b>133</b>
TEMA 16-1	CLASIFICACIÓN.....	133
TEMA 16-1.1	MODULACIÓN DE AMPLITUD.....	133
TEMA 16-1.2	MODULACIÓN DE AMPLITUD PORTADORA SUPRIMIDA.....	133
TEMA 16-1.3	MODULACIÓN DE FRECUENCIA.....	134
TEMA 16-1.4	MODULACIÓN DE FASE.....	134
<b>TEMA 17</b>	<b>PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS</b> .....	<b>135</b>
TEMA 17-1	PROPAGACIÓN.....	135
TEMA 17-1.1	PROPAGACIÓN EN VHF.....	135
TEMA 17-1.2	DATOS DE PROPAGACIÓN EN DISTINTAS BANDAS.....	136
TEMA 17-1.3	PROPAGACIÓN EN FME.....	137
TEMA 17-1.4	ALCANCE TEÓRICO DE LA ONDA TERRESTRE.....	139
TEMA 17.1.5	PROPAGACIÓN DE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS.....	139
TEMA 17-1.6	¿QUÉ ES LA DISPERSIÓN METEORÍTICA?.....	140
TEMA 17-2	CAPAS ATMOSFÉRICAS.....	142
TEMA 17-3	ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.....	142
TEMA 17-3.1	ECUACIONES DE MAXWELL.....	143
TEMA 17-4	DESVANECIMIENTO.....	144
TEMA 17-5	LONGITUD DE ONDA.....	144
TEMA 17-6	FENÓMENOS QUE AFECTAN A LAS COMUNICACIONES.....	144
TEMA 17-6.1	ATENUACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE.....	144
TEMA 17-6.2	REFRACCIÓN.....	145
TEMA 17-6.3	DIFRACCIÓN.....	145
TEMA 17-6.4	ABSORCIÓN.....	145
TEMA 17-6.5	REFLEXIÓN.....	145
TEMA 17-6.6	FRECUENCIA CRÍTICA.....	145
TEMA 17-6.7	FRECUENCIA MÁXIMA UTILIZABLE (MUF).....	146
TEMA 17-6.8	FRECUENCIA ÓPTIMA DE TRÁFICO (FOT).....	146
TEMA 17-6.9	FRECUENCIA MÁS BAJA UTILIZABLE (LUF).....	146
TEMA 17-6.10	MANCHAS SOLARES.....	146
TEMA 17-6.11	RUIDOS Y SUS FUENTES GENERADORAS.....	147
<b>TEMA 18</b>	<b>ANTENAS</b> .....	<b>149</b>
TEMA 18-1	PARÁMETROS DE UNA ANTENA.....	149
TEMA 18-1.1	COMO CALCULAR LOS ELEMENTOS DE UNA ANTENA.....	149
TEMA 18-1.2	DIAGRAMA DE IRRADIACIÓN.....	150
TEMA 18.1.3	POTENCIA RADIADA.....	150
TEMA 18-1.4	RESISTENCIA DE RADIACIÓN.....	151
TEMA 18-1.5	POLARIZACIÓN.....	152
TEMA 18-1.6	GANANCIA.....	152

TEMA 18-1.7	DIRECTIVIDAD .....	152
TEMA 18-1.8	TENSIÓN Y CORRIENTE EN UNA ANTENA .....	152
TEMA 18-2	TIPOS DE ANTENAS .....	153
TEMA 18-2.1	ANTENA ISOTRÓPICA .....	153
TEMA 18-2.2	ANTENA FANTASMA .....	153
TEMA 18-2.3	DIPOLOS EXTENDIDOS .....	154
TEMA 18-2.4	ANTENA DELTA .....	154
TEMA 18-2.5	ANTENAS BANDA ANCHA (BAZOOKA) PARA HF .....	156
TEMA 18-2.6	DIPOLOS V INVERTIDA .....	156
TEMA 18-2.7	ANTENAS INCLINADAS .....	156
TEMA 18-2.8	ANTENAS MULTIBANDAS.....	156
TEMA 18-2.9	ANTENAS VERTICALES.....	161
TEMA 18-3	ANTENAS DIRECCIONALES .....	168
TEMA 18-3.1	ANTENA CUADRANGULAR CUBICA PARA VHF.....	168
TEMA 18-3.2	TABLA CÁLCULO YAGI DIRECCIONALES DE VHF.....	169
TEMA 18-3.3	DIRECCIONAL YAGI CON TROMBÓN PARA VHF.....	169
TEMA 18-3.4	YAGI PRÁCTICA PARA 146 MHz.....	170
TEMA 18-3.5	ANTENA CUADRANGULAR PARA 10 METROS.....	170
TEMA 18-3.6	ENFASAMIENTO DE ANTENAS .....	172
TEMA 18-3.6.1	FORMAS DE ENFASE.....	172
TEMA 18-3.7	ANTENAS DE POLARIZACIÓN CIRCULAR .....	173
TEMA 18-3.8	ÁNGULO DE APERTURA EN DIRECCIONALES .....	174
TEMA 18-3.9	RELACIÓN FRENTE ESPALDA EN DIRECCIONALES.....	174
TEMA 18-4	ANTENAS DE HILO LARGO.....	174
TEMA 18-5	ANTENAS COLINEALES .....	175
TEMA 18-6	ANTENA DISCO-CONO.....	175
TEMA 18-7	ANTENA PERÍODO LOGARÍTMICO.....	176
TEMA 18-8	BOBINAS DE CARGA EN ANTENAS .....	176
TEMA 18-9	BOBINAS TRAMPA EN ANTENAS DE HF .....	177
TEMA 18-10	RADIACIÓN SOBRE SUELO IDEAL .....	177
TEMA 18-11	RADIACIÓN SOBRE SUELO REAL.....	178
TEMA 18-12	COMO AHORRAR ESPACIO CON ANTENAS .....	182
<b>TEMA 19</b>	<b>ADAPTADORES DE IMPEDANCIA.....</b>	<b>187</b>
TEMA 19-1	BALÚN SENCILLO.....	187
TEMA 19-2	GAMMA MATCH .....	187
TEMA 19-3	SINTONIZADOR DE ANTENAS O TRANSMATCH .....	188
TEMA 19-3.1	REDES ADAPTADORAS .....	188
TEMA 19-4	CAVIDADES RESONANTES .....	189
TEMA 19-4.1	INTERFERENCIAS.....	189

TEMA 19-4.2	EVITANDO LAS INTERFERENCIAS .....	190
TEMA 19-4.3	LA CAVIDAD RESONANTE REENTRANTE .....	190
TEMA 19-4.4	CONSTRUCCIÓN CAVIDAD RESONANTE BÁSICA.....	193
<b>TEMA 20</b>	<b>LÍNEAS DE TRANSMISIÓN .....</b>	<b>195</b>
TEMA 20-1	IMPEDANCIA DE LA LÍNEA.....	195
TEMA 20-2	CONSTANTE DE VELOCIDAD EN LÍNEAS.....	196
TEMA 20-3	SECCIONES DE LÍNEAS DE ADAPTACIÓN .....	196
TEMA 20-4	LÍNEAS CONSIDERACIONES E IMPEDANCIA .....	197
TEMA 20-4.1	LÍNEAS ABIERTAS Y EN CORTOCIRCUITO .....	197
TEMA 20-4.2	LÍNEAS AÉREAS BIFILARES.....	198
TEMA 20-4.3	LÍNEAS EN CINTA.....	199
TEMA 20-4.4	CABLES COAXIALES.....	199
TEMA 20-4.5	GUÍA-ONDAS .....	202
TEMA 20-4.6	FIBRAS ÓPTICAS .....	203
TEMA 20-5	ADAPTACION DE IMPEDANCIAS .....	203
TEMA 20-6	ONDA ESTACIONARIA .....	203
TEMA 20-6.1	RELACIÓN DE ONDAS ESTACIONARIAS (ROE).....	203
TEMA 20-6.2	SEÑAL INCIDENTE.....	204
TEMA 20-6.3	SEÑAL REFLEJADA .....	204
TEMA 20-6.4	POTENCIA RADIADA APARENTE.....	204
TEMA 20-6.5	ALGO MAS SOBRE POTENCIA.....	204
TEMA 20-7	QUE REPRESENTAN LAS LETRAS EN LOS CONECTORES .....	207
<b>TEMA 21</b>	<b>SATÉLITES.....</b>	<b>209</b>
TEMA 21-1	PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE SATÉLITES.....	209
TEMA 21-2	BUENAS PRÁCTICAS CON SATÉLITES.....	211
TEMA 21-3	ANTENA MOXON PARA SATÉLITES FM .....	212
TEMA 21-4	RECURSOS EXTERNOS .....	213
TEMA 21-4.1	SITIOS WEB.....	213
TEMA 21-4.2	APLICACIONES PARA COMPUTADORAS.....	213
TEMA 21-4.3	APLICACIONES PARA CELULARES .....	213
<b>TEMA 22</b>	<b>INGLÉS BÁSICO .....</b>	<b>215</b>
TEMA 22-1	INGLÉS PARA DX.....	215
TEMA 22-2	FONÉTICA.....	215
TEMA 22-3	EL ABECEDARIO Y LOS NÚMEROS EN INGLÉS.....	216
TEMA 22-4	EL ALFABETO FONÉTICO INTERNACIONAL.....	218
TEMA 22-5	EL QSO PASO A PASO .....	219
TEMA 22-5.1	ANTES DE LLAMAR.....	219
TEMA 22-5.2	EL LLAMADO .....	219
TEMA 22-5.3	LA RESPUESTA .....	220

TEMA 22-5.4	OTROS DATOS PARA INTERCAMBIAR .....	221
TEMA 22-5.5	INTERCAMBIO DE QSL.....	222
TEMA 22-5.6	LA DESPEDIDA A LA OTRA ESTACIÓN.....	223
TEMA 22-6	FRASES BÁSICAS.....	223
TEMA 22-7	TÉRMINOS FRECUENTEMENTE USADOS EN RADIO.....	224
TEMA 22-8	FRASES DE INGLÉS PRÁCTICAS PARA RADIOAFICIONADOS .....	225
<b>TEMA 23</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LOS MODOS DIGITALES .....</b>	<b>227</b>
TEMA 23-1	COMIENZOS DE LOS MODOS DIGITALES.....	227
TEMA 23-1.1	EQUIPOS PARA COMENZAR A OPERAR.....	227
TEMA 23-2	MODOS Y FRECUENCIAS .....	228
TEMA 23-2.1	BPSK31 o QPSK31.....	228
TEMA 23-2.2	PACKET .....	228
TEMA 23-2.3	MODULACIÓN FSK .....	229
TEMA 23-2.4	BBS .....	229
TEMA 23-2.5	SSTV - TELEVISIÓN DE BARRIDO LENTO.....	229
TEMA 23-3	COMO TRANSMITIR DATOS POR RADIO .....	230
TEMA 23-4	SEÑALES DÉBILES .....	230
TEMA 23-4.1	JT65 (JT65-HF).....	231
TEMA 23-4.2	WSPR O WHISPER .....	232
TEMA 23-5	DATOS ÚTILES .....	233
TEMA 23-5.1	VELOCIDADES DE SSTV.....	233
TEMA 23-5.2	FRECUENCIAS TÍPICAS DE LLAMADO CQ .....	234
TEMA 23-6	RECURSOS EXTERNOS.....	236
TEMA 23-6.1	APLICACIONES PARA COMPUTADORAS.....	236
<b>TEMA 24</b>	<b>DSP .....</b>	<b>237</b>
TEMA 24-1	TRATAMIENTO ANALÓGICO Y DIGITAL DE SEÑAL .....	237
TEMA 24-2	FILTROS DSP PARA CW.....	237
TEMA 24-3	FILTRADO ADAPTATIVO PARA SEÑALES VOCALES.....	238
TEMA 24-4	FILTROS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA.....	239
TEMA 24-5	FILTROS DE AUTOCORRELACIÓN .....	239
TEMA 24-6	SUSTRACCIÓN ESPECTRAL .....	240
TEMA 24-7	LOS DIFERENTES TIPOS DE RUIDO .....	241
<b>TEMA 25</b>	<b>APÉNDICE DE DATOS INTERESANTES .....</b>	<b>243</b>
TEMA 25-1	INVENTOS Y DESCUBRIMIENTOS RELATIVOS A LA RADIO .....	243
TEMA 25-2	REPRODUCTORES ACÚSTICOS .....	244
TEMA 25-3	LOS INVERSORES DE CORRIENTE .....	244
TEMA 25-4	ESPECTRO DE FRECUENCIAS DE RADIO .....	244
TEMA 25-4.1	FRECUENCIA DE CANALES DE TV AIRE Y CABLE .....	245
TEMA 25-5	LAS PRIMERAS MEDIDAS DEL TIEMPO.....	245

TEMA 25-6	RELOJES ATÓMICOS .....	246
TEMA 25-7	QUE PESO SOPORTA EL TECHO CON UNA TORRE .....	246
TEMA 25-8	LAS ONDAS Y LAS PRIMERAS TRANSMISIONES.....	246
TEMA 25-9	UN COMUNICADO HISTÓRICO - CB8 Y 2AC .....	251
TEMA 25-10	SE FUE UN GRANDE - JA1MP - SAKO HASEGAWA .....	252
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>253</b>

## TEMA 1

## INTRODUCCIÓN A LA RADIO Y SU HISTORIA

### TEMA 1-1

### RESEÑA HISTÓRICA DE LAS COMUNICACIONES

Llamamos comunicación a la acción que permite transmitir un mensaje, idea o pensamiento dirigido a otro ser o a varios seres. El mensaje es el contenido y el objeto de la comunicación y está formado por señales, sonidos, signos, letras, símbolos, etc., que pueden ser comprendidos o descifrados por el destinatario o receptor. Este mensaje a transmitir es comprendido por el receptor gracias a que cada una de las señales o sonidos que lo componen tienen un mismo significado para ambos. El conjunto de señales, voces o símbolos empleados en un sistema de comunicación, acompañados del significado que el transmisor y receptor dan, constituye un código. Al código empleado en toda comunicación se le llama lenguaje. Nuestro lenguaje hablado no escapa a la regla de ser un código o convención de signos sonoros y gráficos como todo lenguaje pese a que, por ser tan habitual, nos puede parecer como algo natural e innato. Cuando el hombre hizo su aparición en la tierra, hace 700 000 años, sintió la necesidad de comunicarse. Hace 500 000 años, con el mayor desarrollo del cerebro, los hombres primitivos empezaron a utilizar sus sonidos balbuceados para crear conjuntos de sílabas sin significado propio pero que en conjunto expresaban un acontecimiento, una situación. Este sistema fue el único hablado durante medio millón de años hasta hace 30 000 años, entonces la especie humana prosiguiendo el desarrollo de su cerebro y de sus capacidades intelectuales adquiere la facultad de dirigir su pensamiento, abandonan la comunicación por gestos y la sustituyen por signos y palabras compuestas por sonidos más precisos.

Para poder transmitir todos los conocimientos a través del tiempo, hace 5000 años en Mesopotamia se aplicó un sistema de escritura que permitía transmitir un mensaje y dejar constancia escrita de ciertos hechos. Si bien el hombre llevaba ya milenios pintando y grabando imágenes en rocas y cuevas, esto no era propiamente un sistema de escritura. Algunos pueblos también desarrollaron un sistema silábico de escritura, con símbolos, que solo una minoría podía entender.

Algunas clases sociales y determinadas castas se reservaban para sí el conocimiento de la lectura y escritura para poder ejercer cómodamente el dominio sobre las mayorías. Quizá por esto, Juvenal dijo en la Roma Imperial: "Cuando nuestros esclavos sepan leer y escribir, ya no serán nuestros esclavos". La transmisión de mensajes mediante un sistema de señales convenido de antemano data de las primeras épocas. Los romanos utilizaban señales de fuego, los almirantes griegos utilizaban sus escudos pulidos para transmitir mensajes militares, reflejando el sol. Los indígenas utilizaron señales de humo y troncos huecos que hicieron las veces de tambores, para enviar noticias. Hay quienes ubican el concepto inicial del código Morse en el siglo III a. C., cuando el griego Polybius utilizó un aparato de antorchas para transmitir señales durante las Guerras Púnicas, la luz de las antorchas era cubierta y descubierta para enviar los mensajes. La invención del primer telégrafo verdadero no tuvo lugar sino hasta 1792, cuando Claude Chappe construyó un dispositivo mecánico, consistente en dos brazos móviles unidos a un poste. Mediante una forma primitiva de "semáforo", esta máquina permitió el envío de mensajes a larga distancia, que eran recibidos por un observador provisto de un telescopio, que le permitía ver la posición de los brazos. Cada uno de estos brazos podía ser ubicado en 7 posiciones, según se desplazaba en su soporte, lo que daba un total de 49 combinaciones que eran utilizadas para indicar varias letras y números. Este invento probó ser netamente superior al método de correos utilizado en la época. Las estaciones estaban ubicadas a una distancia entre 5 y 10 kilómetros. Fue utilizado extensamente para transmitir mensajes a través de toda Francia y fue durante este período que se acuñó la palabra "telegrafía". Con el correr del tiempo se introdujeron mejoras en varios tipos de equipos mecánicos, pero el concepto de telegrafía eléctrica no aparecería hasta 1819.

En 1820 el físico danés Hans Ørsted encontró que una aguja magnetizada podía ser desviada cuando pasaba una corriente eléctrica a través de un alambre contiguo. Este hecho condujo al desarrollo de varias "agujas telegráficas" operando bajo el principio recién descubierto. En 1832, una de ellas operaba desde San Petersburgo, Rusia, y una similar estaba en uso en Alemania a comienzos de 1833. El primer telégrafo eléctrico fue construido en 1837, Charles Wheatstone y William Cooke se asociaron con el objeto de desarrollar un telégrafo eléctrico para el servicio ferroviario de Inglaterra. El equipo consistía en un telégrafo de 6 hilos que utilizaba cinco agujas magnetizadas, aplicando una corriente eléctrica a una combinación de diferentes alambres, dos agujas marcaban los puntos que combinados formaban distintas letras y números, pero, lamentablemente, las autoridades ferroviarias no se mostraron demasiado impresionadas. Sus creadores se

vieron en dificultades para demostrar el valor de su invento, pero en 1844 ocurrió un hecho que lo catapultó a la atención pública: una mujer fue asesinada y su matador tomó de inmediato un tren con destino a Londres. La policía local telegrafió a la de dicha ciudad dando los datos del criminal, el que fue detenido en el momento de su llegada. De esta forma se demostró públicamente la practicidad de este.

Contemporáneamente, en los Estados Unidos, Joseph Henry realizaba experimentos con dos magnetos eléctricos de diferentes tipos: uno tenía un núcleo de hierro con unas pocas vueltas de alambres por el que pasaba una corriente intensa, el otro utilizaba el núcleo de hierro con muchas vueltas de alambre pasando una pequeña corriente. Henry estuvo también interesado en la telegrafía y en cómo podría aplicarse a ella el electromagnetismo. En 1831 preparó un telégrafo electromagnético que utilizaba una barra magnetizada con un pivote central. Uno de los extremos de la barra estaba ubicado entre los terminales de un electroimán y el otro estaba cerca de una campanilla. Cuando se aplicaba una corriente al electroimán, este movía la barra, lo que hacía sonar la campana. Henry envió energía al equipo a través de un alambre de unos 1500 metros, desde su casa al laboratorio de la Universidad de Princeton. El nombre de Samuel Morse es sinónimo de telegrafía, y así debe ser. No obstante, pocas realizaciones del genio de Morse relacionadas con las artes, campo en el que fue bien conocido antes, superaron al desarrollo comercial del telégrafo y en la invención del Código. El interés de Morse en la telegrafía comenzó en 1838 cuando regresaba de Europa. Durante una cena en el buque con otros pasajeros, se planteó la discusión sobre si era posible enviar corriente eléctrica instantáneamente, a través de un alambre de cualquier largo. Tal fue el interés que se despertó en Morse, que pasó el resto del viaje tomando notas y dibujando diagramas. Una vez de regreso, Morse se encontró en la ruina y le fue necesario alojarse en casa de sus hermanos, mientras continuaba con sus investigaciones. Comenzó a dar clases de pintura y escultura y el dinero obtenido lo invertía en la compra de materiales para un modelo de telégrafo. El trabajo no fue fácil ya que en esa época era imposible conseguir una cantidad importante de alambre aislado, por lo que Morse debió fabricarlo por sí mismo. Laboriosamente fue soldando entre sí pequeños tramos de alambre desnudo y los envolvía con hilo de algodón; trabajando noche y día fabricó varios miles de metros de alambre, necesarios para su proyecto. Su transmisor consistía en una base de madera larga y delgada, la que contenía unas piezas de metal recortadas, colocadas bajo una serie de contactos eléctricos que cuando se mueven producen un efecto de apertura y cierre, con lo que alternativamente conectan y desconectan, completando un circuito eléctrico. En el extremo opuesto de 500 metros de alambre, estaba el equipo receptor, que registraba el mensaje en puntos y rayas haciendo marcas con una pluma en una cinta móvil de papel. El movimiento de la pluma era controlado por un electroimán que respondía a los impulsos eléctricos que pasaban a través del alambre, mientras que la cinta de papel se desplazaba con un mecanismo de relojería. Morse utilizó un libro de códigos para indicar ciertas palabras, nombres, fechas, etc., pero, aunque el sistema funcionaba correctamente, tenía ciertas contras: la utilización de este libro de códigos era complicada y limitaba el contenido del mensaje a transmitir, además, la pieza dentada era lenta y poco práctica. Era evidente que se necesitaba un método más flexible de codificación, lo que años más tarde llegaría con la invención del código Morse y el uso de un simple interruptor, el manipulador. Morse realizó en 1837 una demostración del sistema a un grupo de personajes influyentes, pero de estos sólo uno, Alfred Vail, demostró interés. Vail convino en convertirse en socio en una cuarta parte de la invención de Morse y le ayudó a construir un robusto modelo. Aun contando con un nuevo socio, Morse fue incapaz de comercializar su equipo con algún éxito, por lo que los años siguientes fueron de gran frustración. En 1842 se preparó una impresionante demostración, para lo cual se tendieron varios kilómetros de alambre bajo el agua, desde Battery a Governors Islands, en New York. Poco antes de realizar la exhibición, un buque enganchó el cable con su ancla. Cuando esta fue izada, la tripulación cortó el cable, porque no sabía de qué se trataba. Finalmente, el Congreso decidió asignar los fondos necesarios para probar a fondo el instrumento de Morse y, en 1844 se construye una línea de 60 km Entre Washington y Baltimore. El 24 de mayo de ese año, desde el Capitolio, Morse envió su famoso mensaje: "What hath God wrought" ("miren lo que Dios ha hecho" Números 23:23). La unidad receptora de Baltimore grabó la transmisión en una cinta de papel.



## TEMA 1-1.1

## HISTORIA DE LA RADIO

La radio es la creación de una larga serie de hombres de ciencia, cuya obra se remonta a más de 100 años. En un comienzo esos hombres descubrieron chispas misteriosas y extraños efectos eléctricos, pero pasaron muchos años antes de que estuvieran en condiciones de interpretar el significado práctico de la chispa eléctrica. En 1867 James Maxwell calculó la existencia de un médium penetrable, el éter, a través del cual se desplazaban las ondas eléctricas, la luz y el calor. Sin darse cuenta de ello el mundo científico se encontraba en los umbrales de la radiocomunicación, luego James Hertz exhibió tangiblemente las ondas eléctricas y demostró que podían cruzar una habitación, probando así que las especulaciones matemáticas de Maxwell eran correctas. Posteriormente, Édouard Branly inventó el cohesor para captar los impulsos invisibles y Guillermo Marconi vinculó estas tres ideas entre sí, para dar al mundo un nuevo sistema de señales, de este modo nació en 1896 la telegrafía sin hilos. Desde el descubrimiento de Maxwell hasta el de Marconi transcurrieron 30 años, pero la radiocomunicación se había puesto en camino mucho antes de Maxwell, sus orígenes se remontan al descubrimiento del "electrum" por Tales de Mileto y a partir de esa época la naturaleza ha develado múltiples claves que condujeron a la radiocomunicación. Cada invento y cada descubridor se inspiraba a su vez en sus predecesores y contemporáneos. El verdadero problema consiste en determinar hasta qué punto el nuevo descubrimiento señala un avance significativo respecto al estado anterior de los conocimientos. La mera reconstrucción de algunos datos, haciendo evidente algo que había pasado desapercibido a mentalidades superiores, hasta que alguien lo puso de manifiesto, constituye con demasiada frecuencia un ejercicio tentador para ciertas mentalidades astutas.

**TALES DE MILETO:** nació en Grecia en el 640 a. C. y murió en el 548 a. C. Filósofo, astrónomo y matemático, también se hizo acreedor del título de patriarca de los electricistas, en virtud de sus observaciones sobre los fenómenos de la electricidad por frotación y magnetismo, fascinado por el poder mágico de un trozo de ámbar frotado con un paño de seda, y por el poder de atracción de los imanes, Tales creyó que dentro de esos cuerpos se encontraban almas o espíritus. El extraño fenómeno del ámbar, que adquiría una carga eléctrica al ser frotado, dio origen más tarde a la palabra "electricidad", pues los griegos lo llamaban "elektron" (dios del sol), debido a su lustre brillante, similar a la luz solar. La piedra "imán", clasificada con el ámbar por su poder de atracción se obtenía en la Heraclea, Lidia, de ahí que la llamara piedra Heraclita. Su nombre posterior, Magneto, vino de magnesia, sobre el meandro, o de magnesia en Sipilo, donde también se lo encontraba como "magnetita". Tales fue reconocido como el padre de la geometría, la astronomía y la filosofía griega, según Plutarco, sabía que la tierra era esférica, calculó que la magnitud del sol era 720 veces mayor que la luna, y predijo el eclipse solar. Enseñó también que el agua era el fluido elemental y la fuente elemental de todas las cosas. Se le atribuyen varios teoremas, como por ejemplo aquel que dice "la bisectriz de un círculo es su diámetro", pero su preeminencia entre los investigadores de la electrónica se debe a su familiaridad con el simple fenómeno de la electricidad producida por la frotación de una resina fósil, el ámbar. Estas cosas desmoronaron algunas creencias de los griegos, sobre amuletos, figuras, etc., impresionados por las teorías de Tales, dicen que de ahí los griegos empezaron a creer más en las cosas naturales, despertaron con más inquietud por todos los poderes de la propia naturaleza. Tales murió a los 92 años, pasado el tiempo quedo en permanente memoria de los griegos como el más grande sabio de los mortales en toda clase de conocimientos.

**WILLIAM GILBERT:** nació en Inglaterra en 1544 y murió en 1603. Este hombre fue reconocido como uno de los más grandes experimentadores que haya tenido Inglaterra en mucho tiempo, experimentó con la electricidad y el magnetismo, en 1569 se doctoró en medicina, estudió en las universidades de Cambridge y en Oxford, escribió algunas experiencias sobre magnetos, y experiencias con la electricidad, por el 1600, este hombre afirmaba que la tierra era un inmenso "imán esférico", esa teoría explicaba la orientación de la aguja magnetizada y su desviación del plano horizontal, este hombre también empleó el término eléctrico. Habían pasado unos 2000 años de aquél Tales de Mileto, se dice que Gilbert retomó este asunto, luego de haber pasado todo ese tiempo sin grandes variantes, y como Tales, empleo las mismas cosas, ámbar, fricciones, y corrientes estáticas. No faltaron en esa época los que aducían estos misterios a cosas espirituales, hechizos, magia y toda imaginación estrambótica, pero Gilbert quitó toda duda al respecto y despojando toda fantasía afirmó los cimientos de una ciencia verdadera. Este hombre descubrió en otros materiales y sustancias que mediante el proceso de frotación como el ámbar lograba alguno que otro éxito, desconocía la conductividad y todo era en

torno a frotar elementos cuyas cargas o corrientes estáticas atraían pelos, telas, etc. Pero lo curioso es que ante dichas experiencias se contradecía el hecho de que existía por entonces la brújula, no como la que conocemos hoy en día, sino que se trataba de un trozo de piedra imán que flotaba en una vasija de agua y que señalaba aproximadamente el norte y el sur, la brújula que giraba sobre un eje fue posterior y a ella siguió el cuadrante graduado. Gilbert explicaba su teoría de que los planetas estaban ubicados por fuerzas vivas. Galileo dijo, en honor de Gilbert "admiro y envidio profundamente al autor de "Sobre los magnetos"" y agregó un grupo de alabanzas en virtud de la capacidad investigativa de Gilbert.

**OTTO VON GUERICKE:** inventor de la máquina estática, nació en Alemania el 20/11/1602 y murió el 11/5/1686. Era filósofo y construyó una máquina generadora eléctrica. Dicha máquina estaba formada por una bola (esfera) de azufre montada sobre un eje de modo que se la podía hacer girar por medio de una manivela, al frotar ésta sobre la palma seca de la mano causaba suficiente "electrificación" como para atraer pequeñas partículas. Pasado el tiempo se reconoce a dicha máquina como una generadora electrostática, transformaba el trabajo mecánico en electricidad. Guericke descubre a través de dicha máquina, que aquellas partículas que eran atraídas, eran repelidas, ignoraba que la pluma o la partícula liviana tomaba una carga igual que la de la esfera de azufre, y cuando eso ocurría se rechazaban mutuamente, debido que a cargas iguales se rechazan, imaginó este hombre ciertos comportamientos en las descargas de rayos de tormentas con cierta similitud en su descubrimiento, por aquel entonces Esteban Gray predijo que alguna vez se podría llegar a almacenar grandes cantidades de "fuego eléctrico", que parecía ser de la misma naturaleza que la de los rayos. Posteriormente, la "botella de Leyden", o botella eléctrica para recoger electricidad, corroboró esta profecía. Esa máquina de von Gericke fue mejorada por diversos experimentadores, entre los que se encontraban Newton, Varley, Holtz y Wimhust. En el proceso evolutivo, las máquinas a fricción de Guericke fueron superadas por las máquinas de "influencia", operaban por la inducción electrostática, hacían uso de una pequeña carga inicial, renovada o reforzada en forma acumulativa. Estas máquinas electrostáticas inspiraron a más de un físico para que tiempo posterior diera lugar a iniciar ese camino que más adelante haría posible la telegrafía sin hilos. En síntesis, su famosa máquina electrostática a fricción era, o fue, la primera máquina eléctrica.

**PIETER VAN MUSSCHENBROEK:** descubridor de la "botella de Leyden", nació en Leyden, Holanda, el 14/3/1692 y murió el 9/9/1761. Era físico y profesor de la universidad de Leyden, descubrió el condensador, uno de los elementos principales de la electrónica, fue un descubrimiento casi accidental, su intención era lograr acumular electricidad, para ello recurrió a una botella llena de agua en la que introducía alambres aislados dentro del líquido y conectados a la máquina. Un alumno que lo ayudaba en sus experiencias retiró con ambas manos dichos alambres recibiendo una descarga eléctrica y dejó caer la botella. Musschenbroek, ansioso por lo ocurrido, repitió la experiencia recibiendo una descarga más fuerte que la del alumno. Notaba cosas que le resultaban tremendamente difíciles de entender, cuando la botella estaba en la mesa de prueba no causaba efecto alguno, pero se lograba el efecto cuando sostenía la misma con una mano, por lo que mejoró el asunto con una envoltura de metal. Posteriormente quien desmenuzó este asunto de la "botella de Leyden" fue Benjamin Franklin, definiendo a esa experiencia como un conjunto de dos polos, el líquido interior de la botella, la botella aislante y la mano o blindaje metálico, que al cortocircuitarse ambos producía una descarga eléctrica, este fue el comienzo del condensador.

**CHARLES FRANÇOIS DU FAY:** diferenció dos formas de electricidad, nació en Francia el 4/9/1698 y murió el 16/6/1739. Considerado un sabio de la academia de ciencias, descubrió que el lacre se electrificaba, cuando se la frotaba a una piel de gato y que difería de una barra de vidrio electrificada, a uno lo llamó "resinoso" y al otro "vítreo". Descubrió dos clases de electricidad, unas que se repelían y las otras que se atraían, o sea dos del mismo polo se rechazan y dos de polos opuestos se atraen. Posteriormente Franklin, definió el tema, una era una carga positiva y la otra negativa. Introdujo los términos definitivamente de los polos opuestos. Se cree que du Fay fue el primero en hacer una línea eléctrica de unos 500 metros de dos conductores, separados por aisladores de vidrio. En esa misma época Stephen Gray, observó que el poder de atracción del ámbar y otras sustancias sobre ciertos cuerpos podía por contactos ser transferidos, de un cuerpo a otro, John Desaguliers dio a estos cuerpos el nombre de "conductores", y se le reconoce a GRAY como "el descubridor de los efectos y las diferencias de los conductores y aisladores", a los cuerpos que conducían mejor que a otros los llamó "eléctricos". Basados en

los descubrimientos de Gray y de du Fay muchos investigadores de Francia y Alemania se abocaron de lleno a explorar más profundamente los éxitos logrados por estos genios, y se lograron mejores aparatos generadores de electricidad y se estudiaron más profundamente los conductores y aisladores.

**BENJAMIN FRANKLIN:** descubridor de los principios de la electricidad estática, nació Estados Unidos el 17/1/1706 y murió el 17/4/1790. Evidenció siempre su sed por saber. El resplandor de los relámpagos era todavía un misterio, si bien algunos experimentos eléctricos parecían indicar que la electricidad creada por las máquinas de fricción era "de la misma naturaleza que la de los rayos y los relámpagos". Aparentemente sospechó la existencia de alguna fuerza tal como la del "electrón", y dijo "la materia eléctrica está constituida por partículas extremadamente pequeñas, ya que puede atravesar los cuerpos comunes y aún los metales más densos con una facilidad tal como si no experimentara ninguna resistencia apreciable". Franklin inventó el pararrayos, que descargaba a la nube de una manera lenta, o disipaba un relampagueo instantáneo. En 1750 escribió a la Real Sociedad de Londres, sugiriendo que el fuego eléctrico podía extraerse de una nube en forma silenciosa y antes de que adquiriera un valor tan alto como para producir la ignición. En el verano de 1752, construyó un barrilete en cuya parte superior sobresalía un alambre y en el extremo del cordel que usaba para remontarlo anudó una cinta de seda, para sostenerlo y una llave de hierro para atraer las chispas, un día de gran tormenta Franklin remontó el barrilete, notaba que a medida que el extremo de seda se humedecía por la lluvia, esta se erizaba aún más, descargando arcos sobre la llave de hierro. De este modo Franklin fundó el estudio de la electricidad atmosférica. Franklin determinó que había una electricidad positiva y otra negativa, sus teorías permitieron que otros investigadores encontraran el aire como dieléctrico, o sea material aislante, como para sustituir el vidrio en la "botella de Leyden" o capacitor. A Franklin se lo ha llamado patrono de las ciencias eléctricas.

**LUIS GALVANI:** descubridor de las corrientes eléctricas. Nació en Italia el 9/9/1737 y murió el 9/12/1798. En virtud de sus descubrimientos en la electricidad, Galvani dio su nombre a las corrientes galvánicas, al galvanismo y al galvanómetro. Las patas de una rana habían sido desolladas en el laboratorio de Galvani y un asistente acertó en tocarlas con un escalpelo; para su gran asombro, las patas se contrajeron, al mismo tiempo ocurría que se hacía girar una máquina eléctrica a fricción que se hallaba en las proximidades y a cada una de sus chispas las extremidades del batracio se contraían espasmódicamente. Poco después observó que una contracción similar ocurría en unas patas que se hallaban colgadas en un alambre de cobre, de un armazón de hierro, pero en este caso no intervino ningún artificio eléctrico. Galvani también tocó el nervio de la pata de la rana con una varilla de zinc y el músculo con una de cobre, poniendo luego ambos metales en contacto y llegó a la conclusión de que había descubierto la "electricidad animal"; su anuncio creó una profunda sensación, tanto en los círculos científicos, como en el público en general. Es probable razonaban algunos, que Galvani hubiese resuelto el misterio de la vida con la electricidad, fundaban esta conclusión, en el hecho de que las patas de rana muerta se movían como si estuviera viva. Volta impugnó esta teoría y refutó la hipótesis asegurando que lo que en realidad había descubierto es que la electricidad es una corriente que fluye. Los electricistas aprendieron a reconocer que la electricidad "galvánica" es aquella producida por el contacto de dos metales disímiles. Volta, quien valiéndose de este indicio construyó la "batería eléctrica", siempre admiró a Galvani y reconoció la deuda que con él había contraído, si bien este último creyó que la interpretación que Volta dio al experimento de la pata de rana era errónea y nunca quiso abandonar la idea de que no era otra cosa que electricidad animal. El tiempo demostró que tuvo entre sus manos un importante descubrimiento y lo dejó escapar debido a una mala interpretación. Hasta el último momento defendió su teoría. Descorazonado y pobre, Galvani falleció, sin llegar a saber que la electricidad llevaría su nombre a través de los tiempos.

**ALESSANDRO VOLTA:** inventor de la pila eléctrica. Nació en Como, Italia el 18/2/1745 y murió el 5/3/1827. Alejandro José Volta, inventó la pila voltaica, o batería, y como reconocimiento por este hecho se le dio su nombre a la unidad práctica de la fuerza electromotriz, el voltio. Luego de haberse graduado en el Seminario Real de Como, dedicó mucho tiempo al estudio de la generación de la electricidad por medios químicos. Al ser designado como rector del Colegio Real de Como en 1774, tuvo mayores oportunidades para efectuar investigaciones, y al año siguiente anunció su descubrimiento del "electróforo", que encontró al estudiar las propiedades aislantes de la madera. Continuando con el estudio de la electricidad, en 1778 se

interés por el capacitor, y como dieléctrico empleó mármol y madera barnizada en lugar de resina. En las manos de Volta el capacitor se convirtió en un instrumento útil, pues acumulando cargas débiles de electricidad pudo producir efectos poderosos. En 1779 realizó innumerables viajes recogiendo material para su laboratorio, y alternando con los más notables hombres de ciencia. Cuando estuvo en París, le demostró a Lavoiser y a Laplace que la electricidad podía ser producida evaporando agua en una vasija; creyó probablemente haber descubierto "la fuente de la electricidad atmosférica. Escribió sobre "Meteorología eléctrica", donde reveló que había mejorado el "electrómetro" para medir la atracción eléctrica. Era más o menos en esta época que el trabajo de Volta lo haría inmortal; el descubrimiento de "la pila voltaica", o fuente química de electricidad. Estaba convencido, como lo estuviera Franklin, de que la electricidad se hallaba en todos los cuerpos en un estado de equilibrio, y que se ponía en actividad cuando ese equilibrio era interrumpido, como por ejemplo con la fricción. Su idea era producir ese desequilibrio por medio de la acción química. Galvani le suministró una buena pista con su famoso experimento con las patas de las ranas, que demostró de la existencia de la "electricidad animal", sin embargo, Volta impugnó esta teoría, pues él creyó que la pata de la rana actuaba simplemente como un electroscoPIO muy sensible que acusaba la presencia de la electricidad. Vislumbró la idea de que la electricidad se generaba por el contacto entre dos metales disímiles que habían entrado en acción durante el experimento de Galvani. Esto dio origen a una violenta controversia entre Galvani y Volta, pero al final se dijo que Volta había salido vencedor, y que su victoria había abierto un nuevo reinado de la ciencia. Había descubierto un nuevo método para generar electricidad por el simple contacto entre dos cuerpos disímiles, prescindiendo en absoluto de la fricción. Al construir su primer batería, Volta usó una serie de vasos que contenían una solución salina, en la que se sumergían placas de zinc y de plata. Cada placa de plata de un vaso se conectaba con un alambre a la placa de zinc del vaso siguiente, y las placas terminales de la serie formaban los polos de la batería, de la que fluía electricidad. Su próxima batería, conocida como la pila, estaba constituida con placas de zinc y de cobre puestas una encima de otra, con paños húmedos entre ellas. Parecía una pila de monedas y la electricidad fluía de las placas terminales de cobre y de zinc, o sea el polo negativo y el polo positivo de la batería. Hasta ese momento parecía brillante el futuro de la electricidad producida por la fricción; pero su corriente no fluía en forma continua y fácil de gobernar como la electricidad de la batería. En sus últimos años vivió completamente recluido, fue enterrado con una gran pompa en el atrio de la iglesia de Compora, y su primera pila fue conservada en el palacio Brera en Milán. Aquellos que conocieron a Volta dijeron que estaba dotado de genio y no le faltaba espíritu de orden y perseverancia; se destacó como experimentador, debido a sus claros razonamientos, basados en una aguda observación de hechos.

**ANDRÉS MARÍA AMPERE:** el Newton de la electricidad. Nació en Lyon, Francia, el 22/1/1775 y murió el 10/6/1836. Físico y matemático, maravillaba a sus padres cuando niño por su devoción a los números. Dominó el álgebra al mismo tiempo en que aprendía a leer, y a la edad de 12 años pedía prestados libros de cálculo infinitesimal en el colegio de Lyon. El hecho de que estuvieran escritos en latín no era un obstáculo para Andrés. No había escuela en el pueblo de Polemieux donde él vivía, de modo que se dice que "Ampere no tuvo otro maestro que su propio genio". Según se dijo luego, a los 18 años ya sabía tanta matemática que nunca pudo mejorar esos conocimientos; tenía una memoria retentiva y leía libros sobre todas las materias. Ampere fue a París como preceptor de la escuela politécnica. Publicó numerosos trabajos relacionados con las matemáticas, la química, la historia natural y la física. El 11/09/1820 se enteró del descubrimiento de Ørsted, acerca de la relación entre el magnetismo y la electricidad. Ampere no tardó en demostrar por medio de una serie de nuevos experimentos que todos los efectos magnéticos mencionados por Ørsted podían ser producidos por la corriente eléctrica sola. Formuló una regla definida para encontrar la dirección en que se desvía la aguja de una brújula cuando se le aproxima un alambre que está transportando una corriente. También demostró el importante hecho de que dos alambres paralelos, portadores de una corriente eléctrica, se atraen mutuamente cuando las corrientes fluyen en la misma dirección, y se repelen cuando el flujo es de sentido "opuesto". Demostró que la fuerza de atracción o repulsión es directamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Maxwell lo llamó el "Newton de la electricidad".

Ampere demostró que, si un conductor arrollado en espiral era alimentado por una corriente, se comportaba como un imán, que tenía polo norte y polo sur. Brindó la teoría de que cada átomo del magneto estaba magnetizado en virtud de una corriente eléctrica circular que lo rodeaba. Avanzó más, al enunciar que el magnetismo terrestre podía ser causado por las corrientes que circulaban a su alrededor, de oeste a este. Fue

en esta discusión que inventó el término "electrodinámica". Sus descubrimientos originaron muchos dispositivos que se basaban sobre el magneto, en especial el electroimán, el corazón del telégrafo. Ampere falleció en Marsella, y como muestra de reconocimiento, el congreso internacional de electricistas adoptó su nombre para denominar la unidad práctica de corriente eléctrica, el amperio.

**ALEXANDER POPOV:** nació en 4/3/1859 en Rusia y murió el 13/1/1906. Pasando revista a su trabajo queda evidenciado sin ninguna duda que es el autor de importantes y útiles contribuciones a la ciencia, pero también es cierto que estaba en un error cuando buscaba un generador más potente para solucionar sus problemas de recepción. Hoy no hay dudas que realizó sus trabajos basado en ideas propias, pero como al mismo tiempo muchos otros científicos trabajaban sobre los mismos aspectos, probablemente pudo recibir inconscientemente la influencia de otros y, al mismo tiempo, sus ideas influir en los demás, sin que ello signifique necesariamente que Popov ni sus colegas se hayan apropiado de ideas ajenas. El 12 de mayo de 1895, el diario Kronshtadsky Vestnik (Heraldo de Kronshtad) publica la historia de una experiencia de Popov: "El campo para todas estas experiencias es una posibilidad teórica de señalización a distancia sin conductores, igual que en la telegrafía óptica, pero a través de rayos eléctricos". En aquellos días Popov era capaz de hacer funcionar una campanilla desde distintos lugares de la Escuela Naval de Kronshtadt, y pensaba que con esto debía dar por finalizados sus ensayos porque 40 metros era el límite de distancia para las transmisiones inalámbricas hasta que se descubriera un generador de ondas más potente, por lo que dedicó plenamente a la investigación de la naturaleza de las descargas de las tormentas eléctricas y la conductividad de la atmósfera. Estas ondas muy cortas, ya reportadas por Hertz, se encontraban en la región de los 30 centímetros, mientras que Righi estaba en condiciones de generar ondas en el orden de 2 a 5 centímetros. Es interesante hacer notar que el circuito utilizado por Popov es muy similar al que poco más tarde emplearía Marconi. En ese mismo año descubre que la recepción puede mejorarse mediante el uso de un conductor vertical o "varilla exploradora" de varios metros de largo (la antena) por lo que debe considerarse a Popov como inventor de la antena. No se volvió a oír hablar de su invento hasta después del éxito de Marconi en Inglaterra y el 24 de marzo de 1896 demostró durante una sesión de la Sociedad Físico-Química de Rusia un "equipo sin hilos transmitiendo en el rango de ondas centimétricas" y por ello se puede decir que el pueblo ruso reconoce al 7 de mayo de 1895 como el día de la invención de la radio y que hoy en día es muy difundida la idea de que fue Popov, y no Marconi, el inventor de la radio.

El 14 de abril de 1896, realiza una demostración de su invento ante las autoridades del Departamento de Correos y Telégrafos, la que se encuentra descrita en el Post and Telegraph Journal (1896 - Volumen 4). Un año más tarde, en abril de 1897, utilizando un excitador de Hertz de 300 mm de diámetro, con un relé Siemens y Halske, transmite señales a una distancia de 1 km, la que aumenta primero a 1,5 km llegando finalmente a los 5 km cuando utiliza un excitador Bjerknes de 900 mm de diámetro. En todas estas pruebas utilizó una "varilla exploradora" (antena) de 18 metros de altura. Uno de los terminales del cohesor estaba conectado a un mástil de 10 metros, ubicado en el techo del edificio, y el otro terminal a tierra. Popov, construyó un nuevo modelo de receptor al que llamó "receptor- teléfono", patentando el nuevo cohesor en Rusia, Francia e Inglaterra. La patente inglesa, solicitada el 12 de febrero de 1900 describe "dos electrodos de platino llenos de perlas de acero transformadas en grano y un radioconductor (o cohesor) que no necesita ser golpeado para restablecer su acción", fue otorgada el 7 de abril siguiente bajo el número 2797, lo que abrió el camino a Popov para establecer su producción.

## **TEMA 1-2                                  COMUNICACIÓN A DISTANCIA**

El hombre sintió la necesidad de comunicarse a distancia y los griegos revolucionaron su tiempo con la telegrafía por medio de banderas de colores, método que algo modificado continúa en la actualidad en uso. Los romanos dispusieron de torres para telegrafía óptica por medio de antorchas que situaron a distancias regulares en sus calzadas por todo el imperio. Durante siglos se siguió utilizando la telegrafía óptica con sus limitaciones e inconvenientes, pues solo permitía comunicar hasta el límite permitido por la vista. Para cubrir mayores distancias se ponían puntos de repetición de mensajes en cadena (repetidoras). Con el desarrollo de la electricidad comenzó el estudio para su aplicación a la telegrafía. Muchos fueron los que investigaron este nuevo sistema siendo el español Francisco Salva Campillo el primero en instalar un telégrafo eléctrico. Pero este

sistema alcanza su mayoría de edad cuando Samuel Morse, con su alfabeto de señales cortas (puntos) y largas (rayas) y un sistema de impresión por estilete logra la comunicación sin errores. Los perfeccionamientos posteriores permitieron mayor velocidad y mayores distancias y con los cables submarinos (1865) cruzar los mares y enlazar los continentes. Pero aún no se podía comunicar en todas direcciones a la vez y la superación de esta dificultad comenzó a parecer posible cuando Maxwell en 1867 relacionó la electricidad y el magnetismo con la luz y expuso su teoría de las ondas electromagnéticas y según la cual éstas se propagan en el espacio. En 1887 Hertz confirmó experimentalmente dicha teoría radiando y estudiando las ondas electromagnéticas de alta frecuencia con un oscilador y un resonador. Es por esto que a estas ondas las llamamos hertzianas o de radio. El ruso Popov encontró el mejor sistema para radiar y captar las ondas: la antena constituida por un hilo metálico año 1895. En 1896, Marconi realizaba sus primeros experimentos sobre la propagación de las ondas de radio y conseguía la primera comunicación de telegrafía sin hilos. El posterior desarrollo de las válvulas de vacío en 1904 daría lugar a la radiotelefonía y más tarde a la radiodifusión.

## **TEMA 1-3 RADIOAFICIÓN**

La definición de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU según sus siglas en inglés) es la siguiente: "SERVICIO DE RADIOCOMUNICACION QUE TIENE POR OBJETO LA INSTRUCCIÓN INDIVIDUAL, LA INTERCOMUNICACIÓN Y LOS ESTUDIOS TÉCNICOS, EFECTUADOS POR AFICIONADOS, ESTO ES, POR PERSONAS DEBIDAMENTE AUTORIZADAS QUE SE INTERESAN EN LA RADIOTECNIA CON CARÁCTER EXCLUSIVAMENTE PERSONAL Y SIN FINES DE LUCRO". Los radioaficionados utilizan la radio según sus preferencias y capacidades personales dentro del espíritu y del objeto recogidos en su definición y reglamentación. Una de las más importantes posibilidades de esta práctica es la experimentación de nuevos sistemas de telecomunicación, intercambiando experiencias entre aficionados y comunicándose resultados. Ello da lugar en ocasiones, a la construcción personal de los circuitos o aparatos a experimentar, lo que permite a los radioaficionados aumentar el nivel de conocimientos técnicos. Otro aspecto muy importante de la radioafición es la formación práctica y permanente de radiotelegrafistas. Esta forma de comunicación mantiene la gran ventaja, respecto de la radiotelefonía, de permitir comunicaciones a muy largas distancias con medios y potencias relativamente reducidas. Esta práctica personal y recreativa implica también una función social. Los radioaficionados poseen, entre todos, una vastísima red de equipamientos de telecomunicaciones que alcanza a todos los confines del mundo. Esta red está disponible para ponerse material y desinteresadamente al servicio de la comunidad en casos de desgracias o desastres naturales, rompiendo en estos casos la regla de no intercambiar mensajes que no se refieran a su actividad habitual.

## **TEMA 1-4 DEBERES DEL RADIOAFICIONADO**

La radioafición ha rendido muchos servicios en casos de terremotos, inundaciones y otros desastres naturales, pidiendo y transmitiendo datos sobre el estado de salud de familiares que no podían localizarse por los medios normales, sobre medicinas que no se consiguen fácilmente, así como en otros acontecimientos tales como la cooperación con expediciones científicas o deportivas. La propia experimentación es otra forma de servicio a la comunidad, pues algunos de los sistemas experimentados por los radioaficionados se popularizaron para el uso del gran público como sucedió con las ondas cortas (usadas hoy por las emisoras y gobiernos para radiodifusión de sus programas al exterior). En tiempos de guerra los radioaficionados prestan ayuda a los ejércitos de su país; durante la guerra de Malvinas los radioaficionados argentinos se integraron en la defensa nacional. En definitiva, la radioafición es un mundo que está formado por gente con un punto en común, la radio, y que la utilizan intercambiando ideas, experiencias, etc., anulando fronteras, olvidando ideologías e incluso niveles sociales ya que en el momento que dos estaciones establecen contacto, solo son dos personas con algo en común, su afición por la radio.

### **TEMA 1-4.1 EL ORIGEN DE LA PALABRA "HAM"**

Como todos sabemos a los radioaficionados se nos denomina HAM, e incluso participamos de HAM-FEST, HAM-VENTION, pero muy pocos conocen cual es el origen de HAM.

En 1908 solo habían pasado diez años desde el primer contacto entre Francia e Inglaterra y siete del establecido entre Inglaterra y Estados Unidos, uno de los primeros Radio Clubes de los EUA era el Harvard Radio

Club y su estación fue operada por Albert Hyman, Bob Almy y Peggy Murray; evidentemente en esa época se trabajaba en CW y al finalizar los contactos se firmaban con sus nombres, lo que resultaba demasiado largo, por lo tanto había que abreviarlos de alguna manera y deciden tomar las dos primeras letras de sus apellidos: HY AL MU. Todos los contactos terminaban con esta firma, pero en ese mismo tiempo existía un buque con el nombre de "HYALMO"; lógicamente surgen confusiones entre la similitud del nombre del barco y el de los operadores del Harvard Radio Club, lo que llevó a Hyman, Almy y Murray a abreviar más aún el nombre y decidieron usar la primera letra de sus apellidos, HAM. La popularidad de HAM no llegó hasta después de 1910, época en la cual no existía reglamentación para las estaciones de aficionados; estas operaban en cualquier lugar y eran frecuentes las interferencias con los nuevos servicios comerciales. El Congreso de los EUA intervino y decidió promulgar una ley para finalizar con la anarquía existente; los radioaficionados de ese lugar se vieron amenazados en sus posibilidades de experimentación y actividad. Uno de los integrantes del Harvard Radio Club terminaba sus estudios de abogacía y presenta una tesis en la Universidad del mismo lugar, en contra del proyecto de las autoridades, su tesis fue remitida al senador David Wash que formaba parte de la comisión que estudiaba dicha legislación. Este senador vio que los alegatos presentados en la tesis hecha por Albert Hyman, (uno de los integrantes del Harvard Radio Club), eran interesantes y fue invitado a defender su réplica en el Senado. Hyman desarrolló y documentó que el proyecto de ley iba en contra de los radioaficionados, quienes en definitiva tendrían que clausurar sus estaciones, entre ellos HAM en el Harvard Radio Club, los diarios y los legisladores cuando se referían a las estaciones de radioaficionados usaban el término HAM, lo que en cierta forma desde 1911 se constituyó en un símbolo y ha quedado como palabra genérica en ese país y otros de habla inglesa, adoptándose incluso internacionalmente en todos los que estamos en el mundo de la Radioafición.

## **TEMA 1-4.2                      SANTO PATRONO DE LOS RADIOAFICIONADOS**

Maximilian Kolbe, sacerdote polaco que fuera radioaficionado y murió inmolado en un campo de concentración durante la Segunda Guerra Mundial. Nació en Zdunska Wola, Polonia, en 1894, ingresando en un convento de la Orden de San Francisco de Asís en Niepokolanow, donde publicó una popular revista llamada Knight Niepokolanow.

Más tarde, fue enviado como misionero a Japón, donde fundó una pequeña red de radio entre los conventos, abadías, etc. de ese país. Una vez de regreso en Polonia, intentó establecer una estación de radio en Niepokolanow, pero no obtuvo autorización, ya que todas las estaciones eran propiedad del estado.

Fray Kolbe no se dio por vencido y obtiene su licencia de radioaficionado con la señal distintiva SP3RN (Las letras RN pueden interpretarse como "Radio Niepokolanow") asociándose al radio club de Polonia-PZK.

Durante el período 1937/1938 operó habitualmente en los alrededores de 7200 kHz debido a que en esa época la mayoría de los receptores de onda corta cubría los 7 MHz. A comienzos de la ocupación alemana de Polonia, Kolbe fue arrestado y deportado al Campo de Concentración de Auschwitz.

En julio de 1941, los jefes del Campo seleccionaron 10 hombres, condenados a morir como castigo por la fuga de otros prisioneros. Ante esa situación, Kolbe se ofrece como voluntario para morir en lugar de Franciszek Gajowniczek, un prisionero que tenía esposa e hijos. Gajowniczek, el hombre cuya vida fue salvada por el sacrificio de Kolbe, murió plácidamente el 13 de marzo de 1995 a la edad de 94 años, en su casa en las cercanías de Varsovia. En 1982, Fray Kolbe, SP3RN, fue canonizado como santo por la Iglesia Católica Romana y por ello los radioaficionados de Argentina lo consideran como el Santo Patrono de los radioaficionados.





## TEMA 2

## SEÑAL DISTINTIVA

### TEMA 2-1

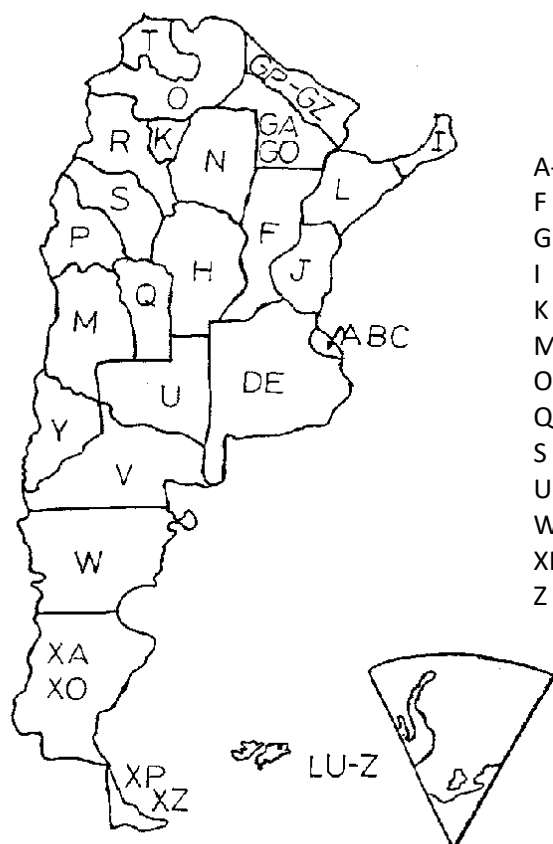
### SEÑAL DISTINTIVA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Todos los radioaficionados poseen un indicativo o señal distintiva que lo identifica perfectamente. No existe en la República Argentina ni en el mundo dos licencias iguales. Las licencias constan de 5 a 6 letras y números. En circunstancias especiales (expediciones, concursos, conmemoraciones, etc.) se pueden encontrar con 3 dígitos como mínimo y 8 como máximo. Las licencias se componen de dos partes: prefijo y sufijo.

**Prefijo:** define al país Argentina y lo integran dos letras. Los prefijos asignados a nuestro país son desde LO a LW, de AY a AZ y de L2 a L9, pero los más usuales para los radioaficionados son LU, LW y AZ.

**Sufijo:** un número del 1 al 9 inicia el sufijo. La primera letra (en algunos casos dos) define la provincia y las restantes son identificación propia de ese radioaficionado.

El Área Radioaficionados de la ENACOM, asigna las señales distintivas de licencias de radioaficionados. En la conformación, se asigna un prefijo correspondiente a nuestro país, tomado de la serie internacional del Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), aprobado por Ley Nacional n.º 23 478. A su vez, la primera letra del sufijo de la señal distintiva se rige por la siguiente tabla:



A-B-C	Capital Federal	D-E	Buenos Aires
F	Santa Fe	GA-GO	Chacho
GP-GZ	Formosa	H	Córdoba
I	Misiones	J	Entre Ríos
K	Tucumán	L	Corrientes
M	Mendoza	N	Santiago del Estero
O	Salta	P	San Juan
Q	San Luis	R	Catamarca
S	La Rioja	T	Jujuy
U	La Pampa	V	Rio Negro
W	Chubut	XA-XO	Santa Cruz
XP-XZ	Tierra del Fuego	Y	Neuquén
Z	Antártida e Islas del Atlántico Sur		

En caso de poseer una estación fija, conforme al domicilio de emplazamiento de esta.

En caso de poseer únicamente estaciones móviles, o no contar con estación alguna, conforme al domicilio que consta en el DNI del Radioaficionado.

Se podrá otorgar ante requerimiento señales distintivas con sufijo de dos letras al Radioaficionado de categoría superior o especial.

En caso de fallecimiento de un Radioaficionado, y ante la notificación fehaciente, a través de un Radio Club o Institución Autorizada, a la Autoridad de Aplicación, su señal distintiva quedará reservada por el término de 2 años a efectos de que se pueda otorgar a un familiar que la reclame, quien deberá ingresar a la actividad o poseer licencia vigente, dándose de baja su señal distintiva original.

## TEMA 2-2

## SEÑALES DISTINTIVAS ESPECIALES (SDE)

Las Señales Distintivas Especiales (SDE) son otorgadas exclusivamente por la Autoridad de Aplicación, en las condiciones y con las prerrogativas y atribuciones particulares que ésta determine para cada caso, en oportunidad de fechas especiales, eventos relacionados con la actividad, concursos, o expediciones "DX", debiendo ser justificado en todos los casos. Todas las Señales Distintivas Especiales caducarán al término del año calendario, excepto aquellos casos en que la Autoridad de Aplicación establezca una fecha específica de caducidad o un período de tiempo determinado.

Podrán solicitar Señales Distintivas Especiales los Radio Clubes, las Instituciones Autorizadas, las Instituciones Reconocidas y Radioaficionados de categoría general o superior.

Los Radioaficionados de categoría general o superior podrán formar equipos de operación bajo su responsabilidad y conducción. El listado de los integrantes del equipo deberá ser acompañado por el solicitante en su presentación, pudiendo haber entre éstos, Radioaficionados de cualquier categoría, quienes podrán operar en todas las bandas autorizadas a la categoría del titular de la Señal Distintiva Especial bajo su responsabilidad.

Los Radio Clubes, Instituciones Autorizadas e Instituciones Reconocidas deberán solicitar la Señal Distintiva Especial ante la Autoridad de Aplicación.

Los Radioaficionados deberán solicitar Señal Distintiva Especial ante la Autoridad de Aplicación a través de un Radio Club o Institución Autorizada.

Los Radioaficionados que soliciten la Señal Distintiva Especial deberán acreditar haber participado previamente con su señal distintiva propia en por lo menos 3 concursos distintos y haber realizado en cada uno de ellos un mínimo de 500 contactos, salvo en el caso de los concursos en QRP para los que se requerirá 150 contactos. A la solicitud deberá adjuntarse fotocopia de la licencia vigente y constancia y/o acreditaciones de la participación en los concursos y cantidad de contactos realizados.

No se podrá tener más de una Señal Distintiva Especial vigente al mismo tiempo.

## TEMA 2-3

## SEÑALES DISTINTIVAS EN OTROS PAÍSES

El prefijo tanto en países limítrofes como en el resto del mundo define al país y zona geográfica, mientras que el sufijo son letras específicas para cada radioaficionado.

La mayoría de los países del mundo dividen su territorio en nueve regiones y las numeran del 1 al 9, siendo muy común que un distrito abarque varias provincias. Además, le otorgan el número 0 a las estaciones móviles. La asignación de los prefijos está regulada por la ITU.

La norma para distinguir donde termina el prefijo y donde empieza el sufijo es la siguiente:

- El primer dígito puede ser una letra o un número y forma parte del prefijo.
- Si el primer dígito es una letra, el segundo puede ser una letra o un número. Si es letra el prefijo continúa hasta encontrar un número, pero si es número el prefijo finaliza.
- Si el primer dígito es un número, el segundo debe ser una letra y el prefijo continúa hasta encontrar otro número.



CA-CE XQ-XR	Chile
CP	Bolivia
CV-CX	Uruguay
FY	Guayana Francesa
HC-HD	Ecuador
HJ-HK 5J-5K	Colombia
OA-OC 4T	Perú
PP-PY ZV-ZZ	Brasil
PZ	Surinam
YV-YY 4M	Venezuela
ZP	Paraguay
8R	Guyana

**TEMA 2-4**

**PREFIJOS INTERNACIONALES**

ABU AIL JABAL	JA 2 / A	DINAMARCA	5 P - 5 Q ^ O V - O W ^ O Z
AFGANISTAN	Y A	DJIBOUTI	J 2
AGALEGA Y SAN BRANDON ISLAS	3 B 6 - 3 B 7	DODECANESO ISLAS DEL	S V 5
ALAND ISLAS	O H 0	DOMINICA ISLA	J 7
ALASKA	K L 7	ECUADOR	H C - H D
ALBANIA	Z A	EGIPTO	S U
ALEMANIA	D A - D L ^ Y 2 - Y 9	EL SALVADOR	H U ^ Y S
ANDORRA	C 3	EMIRATOS ARABES UNIDOS	A 6
ANGOLA	D 2 - D 3	ERITREA	E 3
ANGUILA ISLA	V P 2 / E	ESCOCIA	G M ^ G S
ANTÁRTIDA (varios países)	C E 9 ^ K C 4 ^ L U ^ 3 Y ^ 4 K 1	ESLOVENIA	S 6 ^ Y U 3
ANTIGUA y BARBADOS	V 2	ESPAÑA	A M - A O ^ E A - E H
ANTILLAS HOLANDESAS ISLAS	P J 2 ^ P J 4 ^ P J 9	ESTADOS UNIDOS	K ^ W ^ N ^ A ^ A A - A K
ARABIA SAUDITA	7 Z - 8 Z ^ H Z	FAROE ISLAS	O Y
ARGELIA	7 R ^ 7 T - 7 Y	FERNAN-PETER-TRINIDAD	P P 0 - P Y 0
ARGENTINA	L O - L W ^ A Y - A Z ^ L 2 - L 9	FIJI - CONWAY - ROTUMA	3 D 2
ARMENIA	E K A - E K Z	FILIPINAS	D U - D Z ^ 4 D
ARUBA	P 4	FINLANDIA	O F - O I
ASCENSIÓN ISLA	Z D 8	FRANCIA	F
AUCKLAND ISLA	Z L 9	GABÓN	T R
AUSTRALIA	A X ^ V H - V W ^ V K	GALÁPAGOS ISLAS	H C 8 - H D 8
AUSTRIA	O E	GALES DEL SUR	G W ^ G C
AZERBAIJAN	4 J A - 4 K Z	GAMBIA	C 5
AZORES ISLAS	C U	GEORGIA	4 L A - 4 L Z
BAHAMAS	C 6	GHANA	9 G
BAHÍA WALVIS	Z S 9	GIBRALTAR	Z B 2
BAHREIN	A 9	GILBERTS ISLA	T 30
BALEARES ISLAS	E A 6 - E H 6	GLORIOSO ISLAS	F R / G
BANABA ISLA	T 33	GRANADA	J 3
BANGLADESH	S 2	GRECIA	S V - S Z
BARBADOS	8 P	GROENLANDIA	O X
BÉLGICA	O N - O T	GUADALUPE ISLA	F G
BELICE	V 3	GUAM ISLA DE	K H 2
BENIN	T Y	GUANTÁNAMO BAHÍA DE	K G 4
BERMUDAS ISLAS	V P 9	GUATEMALA	T G ^ T D
BHUTAN	A 5	GUAYANA FRANCESA	F Y
BIELORUSIA	E U A - E W Z	GUERNSEY ISLAS	G U ^ G P
BIRMANIA	X Y - X Z	GUINEA	3 X
BOLIVIA	C P	GUINEA - BISSAU	J 5
BORNEO	V S 5	GUINEA ECUATORIAL	3 C
BOSNIA HERZEGOVINA	T 9 ^ 4 N 4 ^ 4 O 4 ^ Y U 4	GUYANA	8 R
BOTSWANA	8 O ^ A 2	HAÍTÍ	H H
BOUVET ISLA - PETER ISLA	3 Y	HAWAI ISLAS	K H 6 ^ W H 6 ^ A H 6
BRASIL	P P - P Y ^ Z V - Z Z	HEARD - MACQUAIRE ISLAS	V K 0
BRUNEI	V 8	HOLANDA	P A - P I
BULGARIA	L Z	HONDURAS	H Q - H R
BURQUINA FASO (ALTO VOLTA)	X T	HONG KONG	V S 6 ^ V R 2
BURUNDI	9 U	HOWLAND - BAKER ISLAS	K H 1
CABO VERDE ISLAS DE	D 4	HUNGRÍA	H A - H G
CAIMÁN ISLAS	Z F	ITU y NACIONES UNIDAS	4 U
CALCOS ISLAS	V P 5	INDIA	V U
CAMBOYA	X U	INDONESIA	Y B - Y H
CAMERÚN	T J	INGLATERRA	G - G X
CANADÁ	3 B - 3 F ^ C F - C K ^ V E ^ V O	IRAK	Y I
CANARIAS ISLAS	E A 8 - E H 8	IRÁN	E P - E Q
CAROLINAS ISLAS	K C 6	IRLANDA	E I - E J
CERDEÑA ISLA DE	I S O ^ I M O	IRLANDA DEL NORTE	G I ^ G N
CEUTA y MELILLA	E A 9 - E H 9	ISLANDIA	T F
CHAD	T T	ISRAEL	4 X - 4 Z
CHAGOS ISLAS	V Q 9	ITALIA	I - I T
CHATHMAN ISLA	Z L 7	JAMAICA	6 Y
CHILE	C A - C E ^ X Q -	JAN MAYEM ISLA	J X
CHINA	B Y ^ B T	JAPÓN	J A - J S
CHIPRE	5 B	JERSEY ISLAS	G J ^ G H
CLIPPERTON ISLA	F O	JOHNSTON ISLA	K H 3
COCOS ISLAS	T I 9	JORDANIA	J Y
COLOMBIA	H J - H K ^ 5 J - 5 K	JUAN DE NOVA ISLA	F R / J
COMORO ISLAS	D 6	KALININGRAD	R A A - R A Z
CONGO	T N	KASAKISTAN	U N A - U Q Z
COOK ISLA	Z K 1	KATAR	A 7
CÓRCEGA ISLA DE	T K ^ F C	KEELING ISLAS	V K 9 / C
COREA DEL SUR	H L - H M ^ 6 K - 6 N	KENIA	5 Y - 5 Z
COSTA DE MARFIL	T U	KERGUELEN ISLA	F T 8 X
COSTA RICA	T I ^ T E	KERMADEK ISLA	Z L 8
CRETA ISLA	S V 9	KURE ISLAS	K H 7
CROACIA	9 A ^ Y U 2	KUWAIT	9 K
CROCET ISLA	F T 8 W	KYRGYZSTAN	E X A - E X Z
CUBA	C M - C O	LAOS	X W
DESECHEO ISLAS	K P 5	LATVIA	Y L A - Y L Z
LESOTHO	7 P	REPÚBLICA DOMINICANA	H I
LÍBANO	O D	REPÚBLICA ESLOVACA	O M
LIBERIA	E L	REUNIÓN ISLAS	F R
LIBIA	5 A	RODESHIA	Z E

LIENCHESTEIN	H B 0	RODRIGUEZ ISLA	3 B 9
LINE ISLA	T 32	RUANDA	9 X
LITUANIA	L Y A - L Y Z	RUMANIA	Y O - Y R
LORD HOWE ISLA	V K 9 / L	RUSIA ASIÁTICA	R A A - R A Z
LUXEMBURGO	L X	RUSIA EUROPEA	U A A - U I Z
MACAO	C R 9 ^ X X 9	SABLE ISLA	C Y 0
MACEDONIA	Z 3 ^ 4 N 5 ^ Y U 5 ^ Y T 5	SAHARA OCCIDENTAL	S 0
MADAGASCAR	5 R - 5 S	SAMOA	K H 8
MADEIRA ISLAS DE	C T 3	SAMOA OESTE	5 W
MALPELO - SAN ANDRE - PROVIDENCIA	H K 0	SAN KITTS y NEVIS ISLAS	V 4
MALASIA OCCIDENTAL	9 M 2 - 9 M 4	SAN MARINO	M 1 ^ T 7
MALASIA ORIENTAL	9 M 6 - 9 M 8	SAN MARTÍN ISLAS	F J - F S
MALAWI	7 Q	SAN PAUL y AMSTERDAM ISLAS	F T 8 Z
MALDIVAS ISLAS	8 Q	SAN PAUL ISLA	C Y 0 / S P
MALÍ	T Z	SAN PEDRO Y MICHELON ISLAS	F P
MALTA	9 H	SAN TOMAS - PRÍNCIPE ISLAS	S 9
MALVINA-ORCADAS-SANDWICH	V P 8 ^ L U	SAN VICENTE ISLA	J 8
MALY y VYSOTSKIJ ISLAS	4 J 1	SANTA ELENA ISLA	Z D 7
MAN ISLA DE	G D ^ G T	SANTA LUCIA ISLA	J 6
MARIANAS ISLAS	K H 0	SENEGAL	6 V - 6 W
MARKET ISLAS	O J 0	SCHEYLLES ISLAS	S 7
MARRUECOS	C N	SIERRA LEONA	9 L
MARSHALL ISLAS	V 7	SINGAPUR	9 V
MARTÍN - SABA - EUSTAQUIO ISLAS	P J 5 ^ P J 6	SIRIA	Y K
MARTINICA ISLAS	F M	SOBERANA ORDEN DE MALTA	1 A 0
MAURICIO ISLA	3 B 8	SOLOMON ISLA	H 4
MAURITANIA	5 T	SOMALIA	6 O ^ T 5
MAYOTTE ISLAS	F H	SPRATLY ISLA	1 S
MELISH ISLA	V K 9 / M	SRI LANKA	4 P - 4 S
MÉJICO	X A - X I	SUDÁFRICA	Z R - Z U
MICRONESIA ISLAS DE LA	V 6	SUDAN	S T
MIDWAY ISLAS	K H 4	SUDAN DEL SUR	S T 0
MINAMI-TORISHIMA - OGASAWARA	J D 1	SUECIA	S A - S M
MOLDAVIA	E R A - E R Z	SUIZA	H B
MÓNACO	3 A	SURINAM	P Z
MONGOLIA	J T - J V	SVALVARD ISLA	J W
MONSERRAT ISLA	V P 2 / M	SWAZILANDIA	3 D 6
MONTE ATHOS	S V / A	TAILANDIA	H S
MOZAMBIQUE	C 8 - C 9 ^ C 9 1 ^ C 9 6	TAIWAN	B V
NAMIBIA	V 5	TAJIKISTAN	E Y A - E Y Z
NAURU	C 2	TANZANIA	5 H - 5 I
NAVASSA ISLA	K P 1	FRANCISCO JOSÉ TIERRAS DE	R 1 F
NAVIDAD ISLA	V K 9 / X	TOGO	5 V
NEPAL	9 N	TOKELAU ISLA	Z K 3
NICARAGUA	Y N	TONGA	A 3
NÍGER REPÚBLICA DE	5 U	TRINIDAD - TOBAGO	9 Y - 9 Z
NIGERIA	5 N - 5 O	TRISTÁN DA CUNHA ISLA	Z D 9
NIUE ISLA	Z K 2	TROMELIN ISLA	F R / T
NORFOLK ISLA	V K 9 / N	TÚNEZ	3 V
NORUEGA	L A - L N	TURKMENISTAN	E Z A - E Z Z
NUEVA CALEDONIA	F K	TURQUÍA	T A - T C
NUEVA ZELANDIA	Z L - Z M	TUVALU	T 2
OMÁN	A 4	UCRANIA	E M A - E O Z
PAGALU ISLA	3 C 0	UGANDA	5 X
PAKISTÁN	A P - A S	URUGUAY	C V - C X
PALMIRA - JARVIS ISLAS	K H 5	UZBEKISTAN	U J A - U M A
PANAMÁ	H O - H P	VANUATU (NUEVAS HEBRIDAS )	Y J
PAPUA - NUEVA GUINEA	P 2	VATICANO	H V
PARAGUAY	Z P	VENEZUELA	Y V - Y Y ^ 4 M
PASCUA - J.FERNANDEZ - DEL ESTE	C E 0	VIETNAM DEL NORTE	X V
PERU	O A - O C ^ 4 T	VIETNAM DEL SUR	3 W
PINGÜINO ISLAS	Z S 0 / 1	VÍRGENES ISLAS	V P 2 / V
PITCAIM ISLAS	V R 6	WAKE ISLA	K H 9
POHENIX ISLA	T 3 1	WALLIS y FORTUNA ISLAS	F W
POLINESIA FRANCESA	F O 8 ^ F R	WILLIS ISLA	V K 9 / W
POLONIA	S N - S R	YEMEN	7 O
PORTUGAL	C T	YEMEN DEL NORTE	4 W
PRÍNCIPE EDUARDO ISLA DEL	Z S 8	YUGOSLAVIA	Y T ^ Y U ^ Y Z
PUERTO RICO	K P 4 ^ N P 4 ^ W P 4	ZAIRE	9 Q - 9 T
REPÚBLICA CENTROAFRICANA	T L	ZAMBIA	9 I - 9 J
REPÚBLICA CHECA	O K - O L	ZIMBABWE	Z 2

## TEMA 3

## REGLAMENTACIONES INTERNACIONES

El servicio de aficionados es definido en el Artículo 1 (Reglamento de Radio 53) de las Reglamentaciones de Radio Internacionales como "un servicio de radiocomunicaciones con el propósito de auto entrenamiento, intercomunicación, e investigación técnica realizado por aficionados, esto es personas debidamente autorizadas interesadas en la técnica de radio sanamente con un propósito personal y sin intereses pecuniarios".

### TEMA 3-1

### IARU

Nace en el año 1925 la Unión Internacional de Radioaficionados (en inglés: International Amateurs Radio Union o "IARU") con sede en Ginebra, y que hoy agrupa a más de un centenar de países miembros. Sus objetivos son:

- La promoción y coordinación de las comunicaciones bilaterales entre radioaficionados.
- El estímulo de acuerdos entre sociedades nacionales de radioaficionados.
- El avance de la radio.
- La representación de intereses de radioaficionados en conferencias internacionales.
- El fomento de la amistad internacional.
- La promoción de cualquier actividad que pudiera estar ligada a los objetivos mencionados.

**SERVICIO DE AFICIONADOS:** un servicio de comunicación por radio con el propósito de entrenamiento por sí mismo, intercomunicación e investigaciones técnicas llevadas a cabo por aficionados, esto es, por personas debidamente autorizadas e interesadas en la técnica de radio únicamente con un propósito personal y sin interés remunerativo.

**SERVICIO DE AFICIONADOS POR SATÉLITE:** un servicio de comunicación por radio utilizando estaciones en el espacio en Satélites terrestres con el mismo propósito que el del Servicio de Aficionados.

**SOCIEDAD NACIONAL DE RADIOAFICIONADOS:** una asociación no comercial de radioaficionados dedicada a los objetivos expresados en la sección que antecede en la presente Constitución y que cubra substancialmente por su influencia y reconocimiento el país y/o los territorios que está representando.

**SOCIEDAD MIEMBRO:** una sociedad nacional de radioaficionados que haya sido aceptada como miembro de la IARU.

**REGIÓN:** un área geográfica, cuyos límites se definen en los Estatutos. A menos que fuera indicado de otro modo en los Estatutos, las Regiones corresponderán a las que, a los objetivos de la atribución de frecuencias, haya sido dividido el mundo por la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

**ESTATUTOS:** los procedimientos operativos de la IARU adoptados bajo las provisiones de esta Constitución para regular sus asuntos.

### TEMA 3-2

### ITU

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (en inglés: International Telecommunications Union o "ITU") tiene los siguientes objetivos:

- Mantener y ampliar la cooperación internacional para el mejoramiento y empleo racional de toda clase de telecomunicaciones.
- Favorecer el desarrollo de los medios técnicos y su más eficaz explotación a fin de aumentar el rendimiento de los servicios de telecomunicación, acrecentar su empleo y generalizar lo más posible su utilización por el público.
- Armonizar los esfuerzos de las naciones para la consecución de estos fines.
- Efectuar distribución de las frecuencias del espectro radioeléctrico y llevar el registro de las asignaciones de dichas frecuencias, a fin de evitar toda interferencia perjudicial entre las estaciones de radiocomunicación de los diferentes servicios.

El siguiente es el Artículo 25 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT en su Edición de 2016 cuyo contenido se refiere al Servicio de aficionados y Servicio de aficionados por satélite.

Sección I. Servicio de Aficionados.

25.1 Se permitirán las radiocomunicaciones entre estaciones de aficionado de países distintos, a menos que la administración de cualquiera de los países interesados notifique su oposición.

25.2 Las transmisiones entre estaciones de aficionado de países distintos se limitarán a las comunicaciones relativas al objeto del servicio de aficionados, como se define en el número 1.56, y a las observaciones de carácter puramente personal.

25.2A No se codificarán las transmisiones entre estaciones de aficionado de distintos países para ocultar su significado, salvo las señales de control intercambiadas entre las estaciones terrenas de control y las estaciones espaciales del servicio de aficionados por satélite.

25.3 Las estaciones de aficionado se pueden utilizar para transmitir comunicaciones internacionales en nombre de terceros sólo en situaciones de emergencia o de socorro en casos de desastre. Una administración puede determinar la aplicabilidad de esta disposición para las estaciones de aficionado que se encuentran bajo su jurisdicción.

25.5 Las administraciones determinarán si es necesario o no que una persona que solicite una licencia para operar una estación de aficionado tenga que demostrar su aptitud para el envío y recepción de textos en señales de código Morse.

25.6 Las administraciones comprobarán las capacidades operativa y técnica de toda persona que desee operar una estación de aficionado. La versión más reciente de la Recomendación UIT-R M.1544 indica las calificaciones mínimas.

25.7 Las administraciones interesadas fijarán la potencia máxima de las estaciones de aficionado.

25.8 Todos los Artículos o disposiciones de la Constitución, el Convenio y el presente Reglamento se aplicarán a las estaciones de aficionado.

25.9 Durante sus emisiones, las estaciones de aficionado transmitirán sus distintivos de llamada a cortos intervalos.

25.9A Se insta a las administraciones a que tomen las medidas necesarias para que las estaciones de aficionado se preparen para establecer las comunicaciones necesarias en apoyo de las operaciones de socorro.

25.9B Una administración puede determinar si permite o no a una persona, a quien otra administración le ha concedido una licencia para operar una estación de aficionado, operar una estación de aficionado mientras se encuentre temporalmente en su territorio, sujeto a las condiciones o restricciones que se le puedan imponer.

25.10 Las disposiciones de la Sección I del presente Artículo se aplicarán, si ha lugar, igualmente al servicio de aficionados por satélite.

25.11 Las administraciones que autoricen estaciones espaciales del servicio de aficionados por satélite tomarán las medidas del caso para que antes del lanzamiento estén instaladas estaciones terrenas de control en número suficiente para garantizar la supresión inmediata de toda interferencia perjudicial que causen las emisiones de una estación del servicio de aficionados por satélite.

### **TEMA 3-2.1 BANDAS INTERNACIONALES SEGÚN ITU**

Según la ITU las bandas de radioaficionados están establecidas en porciones de acuerdo con la clasificación detallada más abajo pero que en nuestro país se encuentran restringidas en determinadas porciones a fin de otorgarlas a los servicios comerciales ya que ello permite un mayor aporte económico a los entes nacionales que regulan esta materia.

BANDA DE	INICIO	FIN	BANDA DE	INICIO	FIN
160 metros	1800 kHz	2000 kHz	15 metros	21000 kHz	21450 kHz
80 metros	3500 kHz	4000 kHz	12 metros	24890 kHz	25000 kHz
40 metros	7000 kHz	7300 kHz	10 metros	28000 kHz	29700 kHz
30 metros	10110 kHz	10135 kHz	6 metros	50000 kHz	54000 kHz
20 metros	14000 kHz	14350 kHz	2 metros	144 MHz	148 MHz
17 metros	18050 kHz	18170 kHz	70 centímetros	430 MHz	450 MHz

## TEMA 3-2.2

## CLASIFICACIÓN DE LAS EMISIONES

La gran mayoría de los radioaficionados no están familiarizados a la denominación de las emisiones de uso corriente por nosotros. Habrán visto y empleado denominaciones como A1A para identificar al CW o J3E para referirse al SSB o incluso A3E para indicar que es telefonía en AM; pues bien, estos códigos empleados son las "Denominaciones de las emisiones" según el artículo 4º de la reglamentación de la UIT. Esto vendrá bien a muchos ya que figuran preguntas al respecto en los exámenes de ingreso y ascensos al formar parte de la reglamentación de cualquier país, que suscriba convenios internacionales con la UIT y en nuestro caso es por la Ley 23 478.

### Sección II. Clases

268 3. La clase de emisión es una serie de características de conformidad con el número 269.

269 4. Las emisiones se clasificarán y simbolizarán de acuerdo con sus características esenciales, que se exponen en el número 270, opcionalmente con cualquier característica adicional, según se establece en el apéndice 6, parte A.

270 5. Las características esenciales (véanse los números 271, 272 y 273) son:

- 1) Primer Símbolo - tipo de modulación de la portadora principal.
- 2) Segundo Símbolo - naturaleza de la señal (o señales) que modula(n) la portadora principal.
- 3) Tercer Símbolo - tipo de información que se va a transmitir.

La modulación puede no tomarse en cuenta si se utiliza solo durante cortos periodos de manera incidental (por ejemplo, en casos tales como identificación o llamada) siempre que no aumente la anchura de banda necesaria indicada.

### PRIMER SÍMBOLO

271 6. 1) Primer Símbolo - tipo de modulación de la portadora principal.

1.1) Emisión de una portadora no modulada.

N

1.2) Emisión en la cual la portadora principal está modulada en amplitud

1.2.1) Doble banda lateral. A

1.2.2) Banda lateral única, portadora completa. H

1.2.3) Banda lateral única, portadora reducida o de nivel variable. R

1.2.4) Banda Lateral única, portadora suprimida. J

1.2.5) Bandas laterales independientes. B

1.2.6) Banda lateral residual. C

1.3) Emisión en la que la portadora principal tiene modulación angular.

1.3.1) Modulación de frecuencia. F

1.3.2) Modulación de fase. G

1.4) Emisión en la cual la portadora principal puede tener modulación de amplitud y modulación angular bien simultáneamente o según una secuencia preestablecida. D

1.5) Emisión de impulsos.

1.5.1) Secuencia de impulsos no modulados. P

1.5.2) Secuencia de impulsos.

1.5.2.1) Modulados en amplitud. K

1.5.2.2) Modulados en anchura/duración. L

1.5.2.3) Modulados en posición/fase. M

1.5.2.4) En la que la portadora tiene modulación angular durante el periodo del impulso. Q

1.5.2.5) Combinación de las técnicas precedentes. V

1.6) Casos no comprendidos aquí, en los que una emisión consiste en la portadora principal modulada, bien simultáneamente o según una secuencia previamente establecida, según una combinación de dos o más de los modos siguientes: modulación en amplitud, angular o por impulsos. W

1.7) Casos no previstos X

Hasta aquí lo referente al primer símbolo de la nomenclatura para definir diferentes tipos de emisiones, en donde solo se hace referencia a la portadora principal de RF, como se encuentra modulada y sus características. Cuando se refiere a modulación angular debe interpretarse como modulación de frecuencia o modulación de fase según el caso. Donde se mencione subportadora estas están referidas a una secundaria que modula a la principal sea en amplitud, frecuencia o fase es el caso del AFSK normalmente utilizado por nosotros en la cual esta señal de audio es la subportadora de datos o analógica por la cual modula la portadora. Cuando se refiera a impulsos se está refiriendo a impulsos de tipo radares de ondas continuas o por impulsos.

**SEGUNDO SÍMBOLO:**

272. 1) Segundo Símbolo - naturaleza de la señal (o señales) que modula(n) la portadora principal.	
2.1) Ausencia de señal moduladora	0
2.2) Un solo canal con información cuantificada o digital sin utilizar una subportadora moduladora.	1
2.3) Un solo canal con información cuantificada o digital, utilizando una subportadora moduladora.	2
2.4) Un solo canal con información analógica.	3
2.5) Dos o más canales con información cuantificada o digital.	7
2.6) Dos o más canales con información analógica.	8
2.7) Sistema compuesto, con uno o más canales con información cuantificada o digital, junto con uno o más canales con información analógica.	9
2.8) Casos no previstos.	X

Analicemos el segundo símbolo: cuando menciona información cuantificada refiere que la cantidad de información presente en la portadora es tal que no determina que esta es empleada solo a efectos de identificación como ocurre con algunos radares, balizas de navegación aérea, etc., que no lo empleen en forma constante. Con referencia a modulación analógica esta se refiere a voz, música o cualquier otra información que no sea digital. Multiplaje o multiplexado de una señal es aquella en donde pueden coexistir más de un canal de información casi al mismo tiempo o a diferentes frecuencias de subportadoras, la técnica del multiplaje permite separarlas unas de otras, un ejemplo de esto son las nuevas radios comerciales de FM digitales donde pueden existir varias emisiones al mismo tiempo en una sola frecuencia y en el mismo ancho de banda.

**TERCER SÍMBOLO:**

273. 3) Tercer Símbolo - tipo de información que se va a transmitir.	
3.1) Ausencia de información transmitida.	N
3.2) Telegrafía (para recepción acústica).	A
3.3) Telegrafía (para recepción automática).	B
3.4) Facsímil.	C
3.5) Transmisión de datos, telemetría, telemando.	D
3.6) Telefonía (incluida la radiodifusión sonora).	E
3.7) Televisión (vídeo).	F
3.8) Combinaciones de los procedimientos anteriores.	W
3.9) Casos no previstos.	X

Hasta aquí el artículo 4 de la reglamentación de la UIT, ahora algunos ejemplos:

CW - La portadora es completa así le corresponde según el inciso 271 la letra [A]; como no es modulado por subportadora alguna ya que es la interrupción de la principal y contiene información digital según el inciso 272 le corresponde el [1]; y su tipo de información transmitida es telegrafía para recibirla acústicamente según el inciso 273 le corresponde la [A], con lo cual tenemos A1A.

SSTV - Que según la reglamentación la denomina F3F es incompleta dado que se modifica según el modo si lo realizamos en HF como es costumbre la misma sería J3F ya que:

- J - Banda lateral única portadora suprimida.
- 3 - Un solo canal con información analógica.
- F - Televisión (vídeo).



Así que el SSTV en HF sería J3F, pero si lo realizamos en FM deberá ser F3F.

RTTY - Otro es el caso del RTTY si lo realizamos en SSB sería J2B que es el normalmente utilizado cuando inyectamos una subportadora de audio (marca-espacio AFSK), pero si manipulamos la portadora principal en forma correcta la marca y el espacio (FSK) en equipos que lo permiten es F1B.

#### CLASIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE ACUERDO CON LO EXPLICADO ANTERIORMENTE

CW	A1A	Telegrafía – Morse
AM	A3E	Telefonía - Amplitud modulada - Doble banda lateral
SSB	J3E	Telefonía - Banda lateral única con portadora suprimida
ATV	A3F	Televisión - Doble banda lateral- Banda lateral vestigial
SSTV	F3F	Televisión - Modulación de frecuencia
PACKET	F2D	Telemando - Modulación de frecuencia - Información digital - (VHF/UHF/SHF)
PACKET	J2D	Telemando - Banda lateral única - Portadora suprimida - Información digital - (HF)
RTTY	F1B	Teletipo - Telegrafía por desplazamiento de frecuencia
FM	F3E	Telefonía - Modulación de frecuencia - Doble banda lateral
FAX	A3C	Facsímil

**1A - CW - TELEGRAFÍA:** la telegrafía es el envío y la interrupción de la portadora por intermedio de un manipulador ya sea vertical, vibroplex o electrónico. Cuando leemos Morse distinguimos la diferencia entre los dos estados por la extensión del tiempo y relacionándola, breve espacio de tiempo como punto, mientras que más extenso como raya. Es como aprender a escribir música. Oímos la nota y la convertimos en un signo. La gran diferencia entre el Morse y los demás códigos binarios es la cantidad de elementos que componen una letra (o un número, o un signo). Por ejemplo, sabemos que la letra E tiene solo un estado (.) o lo que es lo mismo decir que es igual a UNO o a ALTO o a ON. Pero supongamos que decidimos que la letra E, que es el punto es igual a uno, mientras que la T que es la raya es igual a cero. La letra A tiene dos estados lo que para nosotros sería ahora 10. Pero, la letra D tiene tres estados 011; la letra C, cuatro estados 0101 y el número 9, cinco estados, 00001. He aquí la diferencia, la cantidad de ceros y unos que forman cada signo. Estos varían según cada uno y esa diferencia de elementos en cada signo es lo que le da la musicalidad al código Morse. Si nos basamos en el concepto de código binario bastante fácil sería diseñar un sistema automático que se maneje con parámetros absolutamente fijos, pero con la misma cantidad de elementos por signo, es decir que mirando el ejemplo del CW tanto la letra E como el número 9 puedan ser representados con la misma cantidad de ceros y unos.

**A3E - AM - TELEFONÍA - AMPLITUD MODULADA - DOBLE BANDA LATERAL:** la modulación de amplitud es la modificación de una onda portadora producida por una señal que representa sonidos, imágenes u otra información que se desea transmitir. El voltaje de la señal moduladora se combina con el voltaje de portadora para hacer que aumente o disminuya la amplitud de la onda portadora sin alterar su frecuencia, por lo que en todo momento tenemos presentes tres frecuencias. Una es la de portadora sin modulación; la segunda es la portadora más la moduladora instantánea y la tercera es la portadora menos la moduladora instantánea. La desviación máxima en este tipo de transmisión es de +/- 3 kHz por lo que una transmisión en AM ocupa un ancho de banda de 6 kHz.

**J3E - SSB - TELEFONÍA - BANDA LATERAL ÚNICA CON PORTADORA SUPRIMIDA:** es un sistema donde se ha suprimido la portadora y una banda lateral por lo que el ancho de banda es 3 kHz.

**F3F - SSTV - TELEVISIÓN - MODULACIÓN DE FRECUENCIA:** los radioaficionados usamos la televisión de barrido lento SSTV por sus siglas en inglés (Slow Scan Tele Vision) debido a que, a menor información, menor ancho de banda. La SSTV consiste en generar una sola imagen cada ocho segundos con solo 120 líneas en lugar de las 625 del sistema normal.

**F2D - PACKET - TELEMANDO - MODULACIÓN DE FRECUENCIA - INFORMACIÓN DIGITAL:** en Packet pueden transmitirse hasta 7 secuencias de 256 caracteres.

**F1B - RTTY - TELETIPO - TELEGRAFÍA POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA:** el radioteletipo es un sistema que utiliza, tanto para emitir como para recibir máquinas de escribir o computadoras y consiste en dos frecuencias con una separación determinada y que se emiten según sean los caracteres. Cada carácter tiene una combinación de las dos frecuencias que lo definen y así mismo una indicación de inicio y final. A la señal de inicio se le llama espacio y a la de final marca. Todas las letras, número y signos de una máquina de escribir son una combinación de cinco marcas y espacios, a los que se añade el inicio (espacio) y el final (marca) o sea un total de siete señales. A las velocidades normales, unas sesenta palabras por minuto, cada señal de un carácter dura 22 milisegundos a los que hay que añadir el inicio de 22 milisegundos y el final de 33 milisegundos lo que en definitiva arroja para cada carácter un total de 165 milisegundos. Debe tenerse presente además que deben transmitirse otras informaciones como ser espacio entre palabras, retorno del carro (si es mecánica) o fin de línea (si es electrónica) y el avance de una línea. Se utiliza el código Baudot. El RTTY, de hecho, es un modo en tiempo real por lo que requiere dedicación y muchas horas de teclado. Una vez que los técnicos en comunicaciones notaron la necesidad respecto a la manera de transmitir algo parecido al CW, pero más rápido y sin necesidad de operadores muy bien entrenados llegaron a la conclusión que lo mejor era fabricar una máquina de escribir de CW. Pero hete aquí que esta máquina resultaba muy interferida por las condiciones de propagación, ruidos, estáticos y demás QRM, pero por sobre todas las cosas seguía siendo lenta. Los radioaficionados entramos al RTTY después de la segunda guerra hasta entonces las máquinas y el código eran una cosa, si no secreta, bastante reservada a los exclusivos círculos de las comunicaciones militares. El Hand Book dice que comenzó en 1946 con la manipulación de puntos y rayas en la banda de 80 metros en onda continua. En 1953 se comenzó con la manipulación por desplazamiento de frecuencia estableciéndose una norma de 850 Hertz de diferencia entre la marca y el tono. Samuel Morse no hizo otra cosa que aplicar lo que hoy día es la base de la computación. Encontró un lenguaje basado en solo dos estados y la combinación que se quiera.

**F3E - FM - TELEFONÍA - MODULACIÓN DE FRECUENCIA - DOBLE BANDA LATERAL:** la portadora no modulada es de frecuencia y amplitud constante y la señal moduladora se utiliza para efectuar variaciones de reactancia que hacen cambiar la frecuencia de la portadora de acuerdo con la amplitud, fase o polaridad. La desviación máxima permitida en este tipo de transmisión es de +/- 5 kHz.

**A3C - FAX - FACSIMIL:** la técnica del facsímil es muy similar a la televisión de barrido lento con la diferencia que, en vez de aparecer la imagen en una pantalla, se imprime un papel.

## **TEMA 3-3 DIPLOMAS INTERNACIONALES**

### **TEMA 3-3-1 REGLAMENTO PARA OBTENCIÓN DEL DIPLOMA WPX**

El Diploma CQ WPX premia los contactos confirmados con los numerosos prefijos utilizados por los radioaficionados de todo el mundo. Se pueden obtener diferentes certificados en las modalidades 2 x SSB, CW y Mixto, al igual que el VPX para SWL. Todos los comunicados deben haber sido realizados desde un mismo país. Todas las señales distintivas deben estar ordenadas alfabéticamente en forma completa (solo las señales distintivas, no los datos del comunicado).

Se conceden certificados para los siguientes modos y números de prefijos (solo HF): Mixto: 400 prefijos confirmados. CW: 300 prefijos confirmados. 2 x SSB: 300 prefijos confirmados. Se requieren solicitudes separadas para cada modo. No se aceptan contactos en modo cruzado.

### **TEMA 3-3.2 REGLAMENTO PARA OBTENCIÓN DEL DIPLOMA DXCC**

Su nombre deviene del club que originalmente lo otorgaba (DX Century Club) pero hoy la ARRL es quien lo otorga al aficionado que compruebe comunicados con cien países diferentes.

**TEMA 3-3.3****REGLAMENTO PARA OBTENCIÓN DEL DIPLOMA WAS**

Su nombre proviene de Worked All States y es otorgado por la ARRL a todo aficionado que en una sola banda de frecuencia compruebe QSO con todos los estados de Estados Unidos de Norteamérica.

**TEMA 3-3.4****REGLAMENTO PARA OBTENCIÓN DEL DIPLOMA WAZ**

Su nombre proviene de Worked All Zones y es otorgado por la revista CQ al radioaficionado que compruebe QSO con las 40 zonas CQ.

**TEMA 3-3.5****REGLAMENTO PARA OBTENCIÓN DEL DIPLOMA WAX**

Su nombre proviene de Worked All Prefix y es otorgado por la revista CQ al radioaficionado que compruebe haber comunicado con 300 o más prefijos diferentes. Se otorga separadamente en CW, fonía, SSB y móviles.



## TEMA 4

## ÉTICA Y PRÁCTICA OPERATIVA

### TEMA 4-1

### NORMAS ÉTICAS

El siguiente es el código de honor del radioaficionado:

1 - El radioaficionado es un caballero. Nunca a sabiendas, usa el éter para su propia diversión de forma tal que moleste a los demás. Cooperar por el bien público con las autoridades constituidas.

2 - El radioaficionado es leal. Ofrece su lealtad y apoyo a los compañeros colegas, a los clubes y/o instituciones que los agrupan.

3 - El radioaficionado es progresista. Mantiene su radioestación de acuerdo con los progresos de la ciencia; su estación es operada con eficiencia y regularidad.

4 - El radioaficionado es cordial. Emitiendo despacio y pacientemente, dando consejos e información a los principiantes y cooperando en interés de otros, con ayuda amistosa. Estas son las señales del verdadero espíritu del radioaficionado.

5 - El radioaficionado es disciplinado. La radio es su pasatiempo y no permite que ella lo distraiga de sus ocupaciones y deberes contraídos ya sea en su hogar, en el trabajo, en el estudio o en la comunidad.

### TEMA 4-2

### CONDICIONES MORALES

El radioaficionado se debe a su patria y sus conocimientos y su estación están siempre al servicio de su país y su comunidad. Otro tema para considerar es la buena relación que debe existir entre el radioaficionado y sus vecinos. Es inútil tratar de establecer un comunicado a miles de kilómetros con una estación lejana cuando se cierra la comunicación con sus vecinos.

### TEMA 4-3

### CONOCIMIENTOS ELEMENTALES

#### TEMA 4-3.1

#### ALFABETO FONÉTICO INTERNACIONAL

Cuando la estación de radioaficionado que opere en telefonía (A3E, J3E, F3E, etc.) deba deletrear su distintivo de llamada (señal distintiva), abreviaturas reglamentarias o ciertas palabras, se deberá utilizar el alfabeto fonético siguiente. El uso del deletreo permite a personas de idiomas distintos recibir correctamente los datos. Si utilizáramos las letras solamente éstas se podrían interpretar mal o directamente no escucharse.

A - ALFA - <i>alfa</i>	N - NOVEMBER - <i>november</i>
B - BRAVO - <i>bravou</i>	O - OSCAR - <i>oscar</i>
C - CHARLIE - <i>charli</i>	P - PAPA - <i>papa</i>
D - DELTA - <i>delta</i>	Q - QUEBEC - <i>kuibek</i>
E - ECO - <i>eco</i>	R - ROMEO - <i>romio</i>
F - FOXTROT - <i>foxtrot</i>	S - SIERRA - <i>sierra</i>
G - GOLF - <i>golf</i>	T - TANGO - <i>tango</i>
H - HOTEL - <i>jotel</i>	U - UNIFORM - <i>iuniform</i>
I - INDIA - <i>india</i>	V - VICTOR - <i>victor</i>
J - JULIET - <i>yuliet</i>	W - WHISKY - <i>uiski</i>
K - KILO - <i>kilo</i>	X - X RAY - <i>ex rey</i>
L - LIMA - <i>lima</i>	Y - YANKEE - <i>yanki</i>
M - MIKE - <i>maik</i>	Z - ZULU - <i>zulú</i>

Como norma general siempre se debe emplear este código por ser el más conocido en todo el mundo.

Sin embargo, es posible que algunas de las palabras no sean bien entendidas y en estos casos conviene cambiarlas por otras, pero tratando siempre de emplear palabras muy conocidas como nombres geográficos.

## TEMA 4-3.2

## CÓDIGO Q

El primer sistema de comunicación sin hilos fue la radiotelegrafía, que obligó a los aficionados a aprender el código morse y entonces cada palabra es deletreada letra por letra por lo que para obtener mayor velocidad se crearon abreviaciones y códigos como el llamado Código Q que en su parte más utilizada en fonía es el siguiente:

- QAM - Estado del tiempo
- QCX - Cual es su señal distintiva completa
- QRA - Prefijo de la estación
- QRG - Indicación de frecuencia
- QRJ - Tiene tráfico para enviar
- QRL - Estar ocupado
- QRN - Interferencia atmosférica
- QRP - Disminuir potencia
- QRS - Transmita más lento
- QRU - Tiene algo para mí?
- QRX - Espere un momento, ya lo llamo
- QSA - Intensidad de las señales
- QSJ - Todo lo relativo a dinero
- QSO - Comunicado
- QSS - Que frecuencia utiliza normalmente
- QSY - Cambiar de frecuencia
- QTC - Tengo un mensaje para usted
- QTR - Que hora es?
- QTU - A qué hora estará en su estación?
- QAP - Quedar en escucha
- QMH - Cambie a la frecuencia ...
- QRB - Distancia entre estaciones
- QRH - Variaciones en la frecuencia
- QRM - Interferencia artificial
- QRO - Aumentar potencia
- QRQ - Transmita más rápido
- QRT - Cesar la transmisión
- QRV - Estar preparado
- QRY - N.º de turno en rueda
- QRZ - Quien me llama?
- QSB - variación de la señal
- QSL - Recibido - comprendido
- QSP - Hacer retransmisión
- QSZ - Repita las palabras
- QTA - Anular pedido realizado
- QTH - Domicilio de la estación
- QTS - Transmita su señal distintiva
- QUA - Tiene Ud. noticias de ...?

### TEMA 4-3.3

### CÓDIGO 10

Es un código muy utilizado en América del norte y el caribe por lo que en algunos casos lo escucharemos y a fin de que no nos resulte desconocido se detallan los principales:

10/1 RECIBO MUY POBRE	10/2 RECIBO BIEN
10/3 PARE TRANSMISIÓN	10/4 RECIBIDO CORRECTAMENTE
10/5 REPITA MENSAJE	10/6 ESTOY OCUPADO
10/7 SALGO DE FRECUENCIA	10/8 ESTOY EN FRECUENCIA
10/9 REPITA EL MENSAJE	10/10 COPIADO CORRECTAMENTE
10/17 OCUPACIONES URGENTES	10/19 RETORNE A SU BASE
10/20 MI LOCALIDAD ES ...	10/21 LLAME POR TELÉFONO A ...
10/22 VERLO PERSONALMENTE	10/27 CAMBIAR DE FRECUENCIA
10/28 IDENTIFIQUE SU ESTACIÓN	10/33 TRAFICO DE EMERGENCIA
10/35 TENGO INFORMACIÓN	10/36 QUE HORA ES?
10/41 VOLVER A FRECUENCIA ANTERIOR	10/42 ACCIDENTE DE TRANSITO
10/44 TENGO MENSAJE PARA USTED	10/77 CONTACTO NEGATIVO
10/84 MI TELÉFONO ES ...	10/85 MI DOMICILIO ES ...

### TEMA 4-3.4

### OTROS CÓDIGOS FONÉTICOS INTERNACIONALES

LETRA	ICAO	CÓDIGO BRITÁNICO	CÓDIGO TELECOM	SERVICIOS ALIADOS
A	ADAM	AMSTERDAM	ALFRED	ABLE
B	BAKER	BALTIMORE	BENJAMIN	BAKER
C	CHARLIE	CASABLANCA	CHARLES	CHARLI
D	DAVID	DENMARK	DAVID	DOG
E	EDWARD	EDISON	EDWARD	EASY
F	FRANK	FLORIDA	FREDERICK	FOX
G	GEORGE	GALLIPOLI	GEORGE	GEORGE
H	HENRY	HABANA	HARRY	HOW
I	IDA	ITALIA	ISAAC	ÍTEM
J	JOHN	JERUSALÉN	JACK	JOHN
K	KING	KILOGRAMO	KING	KING
L	LEWIS	LIVERPOOL	LONDON	LOVE
M	MARY	MADAGASCAR	MARY	MIKE
N	NANCY	NEW YORK	NELLIE	NAN
O	OTTO	OSLO	OLIVER	OBOE
P	PETER	PARÍS	PETER	PETER
Q	QUEEN	QUEBEC	QUEEN	QUEEN
R	ROBERT	ROMA	ROBERT	ROGER
S	SUSAN	SANTIAGO	SAMUEL	SUGAR
T	THOMAS	TRÍPOLI	TOMMY	TARE
U	UNIÓN	UPPSALA	UNCLE	UNCLE
V	VICTOR	VALENCIA	VICTOR	VICTOR
W	WILLIAM	WASHINGTON	WILLIAM	WILLIAM
X	X-RAY	XANTIPPE	X-RAY	X-RAY
Y	YOUNG	YOKOHAMA	YELLOW	YOKE
Z	ZEBRA	ZURICH	ZEBRA	ZEBRA

### TEMA 4-3.5

### UNA EXPRESIÓN CONOCIDA: EL "73"

Muchos radioaficionados cuando finalizan un comunicado mencionan una expresión conocida por todos "73 y ..." pero la mayoría desconoce de donde salió esta expresión para saludar. El primer uso conocido de la expresión 73 aparece en la revista telegráfica de abril de 1857 en EUA y por aquellos años significaba "cariños para usted" pero en julio de 1858 en una convención de radiotelegrafistas se lo cambió por "fraternales saludos" y así paso realmente a tener una esencia realmente de saludo entre los telegrafistas que por aquellos años se realizaba totalmente por cables.

En el año 1859 la Western Telegraph para abreviar los tiempos de transmisión implementó un sistema al que llamó código 92 y eran diferentes frases operacionales numeradas del 1 al 92 sirva como ejemplo y allí aparece el 73 como "accepte mis cumplidos".

Luego desde 1859 hasta 1900 sufre varias modificaciones, pero en el Manual de instrucción de telegrafistas de abril de 1908 aparece el 73 como "los mejores deseos para usted". Esta última modificación es la que perdura hasta nuestros días y que se arraigó en los radioaficionados.

## TEMA 4-3.6

## CÓDIGO O ALFABETO MORSE

### TEMA 4-3.6.1

### ¿ES ESCENCIAL EL CÓDIGO MORSE?

La señalización binaria es la más temprana forma de comunicación. Es definida simplemente como la presencia o ausencia de un elemento que cuando es usado en una combinación predeterminada transporta inteligencia. Las señales de fuego, la luz reflejada, las señales de humo, las señales con banderas y los tambores de la jungla son los primeros ejemplos de señalización binaria. Las primeras formas de señalización fueron, por supuesto sistemas audibles o visuales, ya que la transmisión eléctrica no había sido inventada. De hecho, la palabra telégrafo es derivada del griego "tele" (lejos) y "graphein" (escribir). Esto se refiere a un sistema de signos codificados o sonidos transmitidos a un punto distante. Alrededor del 300 a. C. los griegos distribuyeron antorchas en dos muros para indicar letras. - El semáforo que hizo su aparición en el siglo XVIII no era muy diferente, utilizaba un sistema de cuerdas y poleas para controlar brazos movibles en la punta de un poste para transmitir información. Los sistemas de telégrafo eléctrico alámbrico aparecieron en 1835, cuando Samuel Morse empleó una batería química y una palanca para enviar corriente a través de un circuito eléctrico. El descubrimiento del circuito con "retorno a tierra" significó que sólo un cable fuera necesario. El primer código morse americano contenía puntos, rayas, rayas más largas y espacios. El espacio aparecía en algunas letras como la "C": dos puntos, un espacio y un punto. El código Continental, luego llamado Código Morse Internacional, contenía sólo puntos y rayas y fue primero usado en Europa. En 1865 Guillermo Marconi, probó la factibilidad de las comunicaciones radiales y en ese mismo año 25 naciones europeas se reunieron en París y formaron la "Unión Telegráfica Internacional" (ITU) para facilitar las comunicaciones telegráficas por cable a través de las fronteras. Marconi atravesó el Océano Atlántico con un telégrafo inalámbrico en 1901. La era de los radioaficionados había comenzado.

### TEMA 4-3.6.2

### RÉCORD MUNDIAL

El récord mundial de recepción en CW fue registrado por el ya fallecido Theodore R. McElroy, quien en su juventud ingresó como mensajero en la compañía Western Unión, donde pronto se destacó como uno de los mejores telegrafistas de la empresa. Impresionado por su velocidad y por su experiencia en el Código Continental (Morse), su jefe lo entusiasmó para que se presente en la competencia de recepción de CW que se realizaría en una exposición de radio de Boston. Allí se presentó McElroy por primera vez en una competencia y establece el récord mundial de 51,5 palabras por minuto. Ese mismo año defiende exitosamente su título en concursos en las ciudades de New York y Chicago, fijando el récord en 56,5 palabras por minuto. Durante varios años abandonó estas actividades para dedicarse a sus negocios, hasta que en 1933 la Western Unión patrocinó su presentación contra los mejores telegrafistas del mundo en la Feria Mundial de Chicago. Pese a su falta de práctica, McElroy presentó dura batalla, pero no fue suficiente: tanto el cómo Joseph W. Chaplin alcanzaron una velocidad de 54,1 palabras por minuto, pero Chaplin cometió cinco errores y McElroy ocho. En 1935 asiste a una reunión en el Cape Cod Radio Club para efectuar una demostración de su habilidad en la recepción y recibe un certificado que atestigua la sorprendente velocidad de 77 palabras por minuto. El próximo concurso del que participa es en 1939 en Asheville y allí vence a todos los candidatos fijando un récord mundial de 75,2 palabras por minuto.

Esta fue la última competencia que se realizó y, oficialmente, el récord de McElroy se mantiene hasta el día de hoy. Theodore McElroy, W1JYN, falleció el 12 de noviembre de 1963.



### TEMA 4-3.6.3

### LOS RADIOAFICIONADOS Y EL RADIOTELÉGRAFO

En 1927 la Convención Internacional de Radiotelegrafía hizo su primera asignación de frecuencias, fue en esa misma conferencia que la ITU pasó una reglamentación exigiendo que el operador aficionado demostrara su habilidad para transmitir y recibir en Morse. Aunque desde 1949 en adelante, esta reglamentación ha sido modificada en cada conferencia capaz de hacerlo, todavía existe una exigencia obligatoria de telegrafía para el radioaficionado en HF.

Fue inventado por Samuel Morse para la emisión en telegrafía y luego adoptado internacionalmente para la emisión en radio. Es una combinación de puntos y rayas y en la transmisión la duración de la raya es el equivalente a tres puntos y la separación entre palabras equivale a cinco puntos. El espacio entre palabras equivale a siete puntos.

El alfabeto Morse es el siguiente:

#### LETRAS

A ··	B ····	C -·-·	D -··	E ·	F ····	G -··	H ····	I ··	J ·-·-
K -··	L ····	M --	N ··	Ñ -·-·-·	O -··	Õ -·-·-·	O -··	P ····	Q -·-·-
R ···	S ···	T -	U ···	V ····	W ···	X -·-·-	Y -·-·-	Z -·-·-	

#### NÚMEROS

0 -·-·-·	1 ·-·-·-	2 ··-·-·	3 ···-·-	4 ···-·-	5 ···-·-	6 -·-·-·	7 -·-·-·	8 -·-·-·	9 -·-·-·
								·	·

#### OTROS CARACTERES (se transmiten sin espacio entre caracteres)

· AAA , MIM ? IMI / TF = BT @ AC

#### PROSIGNOS (se transmiten sin espacio entre caracteres)

Fin de mensaje AR Entendido SN Fin de QSO SK Cierre de la estación CL

### TEMA 4-3.6.4

### CW SI – CW NO

Es conocido por todos el antagonismo existente entre los dos bandos, defensores a ultranza unos y detractores encarnizados otros, sobre la necesidad, conveniencia, o como quiera llamársela, de mantener la telegrafía como parte integrante de los conocimientos del radioaficionado. Pero en esta época de televisión, satélites, fibra óptica y computadoras, ¿por qué se debe conocer y utilizar el código Morse? En primer lugar, la telegrafía puede ser utilizada cuando no se dispone de otros modos (cosa que sucede frecuentemente) o cuando pese a estar disponibles, no pueden ser utilizados. Además, la telegrafía tiene grandes ventajas en sí misma, algunos de cuyos beneficios son los siguientes:

- Es el sistema de señales más ampliamente conocido y difundido en el mundo. Es el único código comprendido tanto por hombres como por máquinas.
- Es el único modo permitido en todas las frecuencias de aficionados.
- Es un método de comunicación que puede ser comprendido cuando otros no lo son.

Por ejemplo: una señal telegráfica apenas audible puede ser descifrada, mientras que una transmisión de voz de igual intensidad será ininteligible. A menudo es el único tipo de señal que puede ser recibido a través del farrago de una operación militar. De hecho, en algunos centros de entrenamiento de la Fuerza Aérea de los EUA, se ha vuelto a establecer el aprendizaje y uso de la telegrafía en los reclutas, luego de haber sido desplazado hace unos pocos años por nuevos y más exóticos sistemas de comunicación. Algunos tipos de comunicación descansan exclusivamente en la telegrafía por su capacidad de tener éxito donde otros medios fracasan. La telegrafía tiene, además, la ventaja de poder ser emitida por otros medios que no sea la radio, cuando esto sea esencial como en el caso de bloqueos radiales por razones militares. En estos casos se prefiere la utilización de otros métodos, como las señales luminosas de la marina.

Cualquier método de producir sonidos, banderas, espejos y medios mecánicos, pueden ser útiles para la transmisión de señales telegráficas. Básicamente, el código Morse puede ser transmitido por cualquier medio que pueda variar en dos estados tales como: arriba - abajo, blanco - negro, alto - bajo, y puede ser detectado a través de la vista, el sonido y el tacto y transmitido con la bocina del automóvil, destellos luminosos, silbatos,

golpes con los nudillos, reflejos de un espejo y cualquier otra cosa que uno pueda imaginar. Las posibilidades son infinitas. Tal vez el más dramático capítulo de la historia reciente de una transmisión no radial de telegrafía proviene de la guerra de Vietnam. Durante una entrevista de televisión forzada, el prisionero americano J. Denton, deletreó la palabra "tortura" parpadeando, en un intento de comunicar al mundo su situación. Hay otras ventajas adicionales en la telegrafía, puede ser por ejemplo codificado cuando es necesario mantener el contenido de un mensaje para terceros. Es más sencillo y barato armar un equipo de telegrafía que para cualquier otro modo. Cuando los moduladores, compresores, amplificadores y otros complicados circuitos electrónicos son removidos, aún queda el transmisor básico de CW (onda continua), una parte relativamente sencilla. Hoy en día es posible construir un transmisor de CW con el que se pueda dar la vuelta al mundo, dentro de una caja de fósforos. El hecho que la señal telegráfica requiere, por lejos, menor espacio en el espectro que las transmisiones de voz es otra ventaja, ya que permite la operación de un mayor número de estaciones en un segmento dado. Los receptores se ven beneficiados por el hecho de hacer recepción en un rango de frecuencia angosto, razón por la que toma menor ruido. Además, un transmisor de CW consume menos que uno de voz; esto es así porque el consumo de corriente se produce sólo cuando el manipulador es oprimido, lo que es particularmente importante cuando se trabaja con alimentación a batería, cosa muy común en casos de desastre o emergencia, cuando está interrumpido el servicio de red. Por esta razón, las aeronaves que deben efectuar descensos de emergencia en el mar utilizan una baliza flotante alimentada a batería para emitir una señal telegráfica. Las características del ciclo de CW la hacen especialmente popular en las comunicaciones vía satélite. Los radioaficionados tenemos un gran número de satélites girando alrededor de la tierra, los que permiten contactos a distancia utilizando baja potencia para proteger sus sistemas de baterías, naturalmente frágiles, sólo está permitido el uso de aquellos tipos de emisión que requieran bajos consumos. Para aquellos que deseen tomar parte en este aspecto de nuestra actividad, el uso de la telegrafía es un buen camino.

Otros tipos de equipos de bajo consumo y baja potencia gozan de popularidad entre los radioaficionados. Muchos de ellos gustan acampar y prefieren transportar en su mochila un transceptor alimentado a batería y en este caso un equipo de CW no tiene competencia en cuanto a tamaño y consumo. Más allá de las emergencias, la telegrafía tiene aún más ventajas ya que puede abrir muchas puertas tanto en lo profesional como en lo vocacional. Al lograr eficiencia en su práctica, se pueden cumplir los requisitos para obtener una licencia comercial de radiotelegrafía. Además, se comprenderá y disfrutará de los cientos de transmisiones de telegrafía que cubren las bandas de onda corta. Por otra parte, si usted está interesado en la informática, debe saber que la telegrafía ha hecho las paces con la tecnología. Manipuladores electrónicos, teclados de CW y PC son utilizados habitualmente para transmitir telegrafía. Frecuentemente la recepción es realizada mediante pantalla terminales, impresoras, etc. El concepto de "super CW" se refiere a la utilización de computadoras en ambos puntos de transmisión y augura un aumento considerable de la exactitud en la recepción del mensaje. Si a usted le gustan los concursos, nunca le faltarán oportunidades en telegrafía, ya que son numerosos los que se realizan en este modo, organizados por entidades de nuestro país y del exterior, algunos de los cuales están sumamente acreditados. En general, los concursos se realizan en transmisión de voz y en telegrafía en distintas fechas.

## TEMA 4-3.7

## CÓDIGO RST

El código RST es el sistema utilizado para indicar a nuestro corresponsal la intensidad, calidad y tono de las señales recibidas. Consta de dos cifras en fonía y tres en telegrafía, éstas son:

COMPENSIBILIDAD (R) (Readability) va de 1 a 5

- 1 - se distingue un 20% o menos del mensaje
- 2 - se distingue entre un 20% y un 40% del mensaje
- 3 - se distingue entre un 40% y un 60% del mensaje
- 4 - se entiende sin dificultad
- 5 - perfectamente entendible en su totalidad

FUERZA (S) (Strength) va de 1 a 9

- 1 - Señales a nivel ruido del receptor
- 2 - Señales muy débiles
- 3 - Señales débiles
- 4 - Señales aceptables
- 5 - Señales bastante buenas
- 6 - Señales buenas
- 7 - Señales medianamente fuertes
- 8 - Señales fuertes
- 9 - Señales muy fuertes

TONO (T) (Tone) solo usada en telegrafía va de 1 a 9 de acuerdo con la musicalidad de la señal.

Ejemplos del uso del RST:

### FONIA

CORRECTO: 59, 55, 44, 59+, 48, 33, 41

INCORRECTO: 599, 50, 79, 9+20, 9 Buenas, Fuerte

### TELEGRAFÍA

CORRECTO: 599, 339, 59+9, 489, 368

INCORRECTO: 59, 769, 4, 509, 99, 409

## TEMA 4-3.8

## ABREVIATURAS USUALES EN CW

Abreviado	Inglés	Español	Abreviado	Inglés	Español
AA	All after	Todo después	AB	All before	Todo antes
ABT	About	Acerca de	ADR	Adress	Dirección
AF	Africa	África	AGN	Again	Nuevamente
AM	Emplitude Modulation	Modulación de amplitud	AMP	Unit of current	Ampere
ANI	Any	Cualquiera, alguno	ANT	Antenna	Antena
BCI	Broadcasting	Interferencia de emisora	BCL	Broadcasting listener	Escuchar emisora
BD	Bad	Malo	BK	Break	Interrupción
BLV	Believe	Creer	BN	All between	Todo
BTR	Better	Mejor	BURO	Bureau service	Servicio de QSL
BE	Before	Después	C	Celsius	Grado Celsius
CFM	Confirming	Confirmando	CK	Check	Control
CL	Closing station	Apagando estación	CNT	Cannot	No puedo
CLD	Called, calling	Llamado, llamando	CONDX	Condition	Condición
CONGRAT	Congratulations	Felicitaciones	CQ	Seek you	Llamada general
CUAGN	See you again	Te veré nuevamente	CUD	Could	Pude
CUL	See you later	Te veré más tarde	CUM	Come	Venir/Llegar
CW	Continuous wave	Onda continua	DE	From	De/Desde
DLD	Delivered	Entregado	DR	Dear	Estimado
DUPE	Duplicate	Duplicado	ENUF	Enough	Suficiente
ES	And	Y	EX	Excellent	Excelente
FB	Fine Business	Buen trabajo	FED	For	Para
FONE	Phone	Voz	FT	Feet	pie
GA	Go ahead	Adelante	GB	Good bye	Adiós
GD	Good day	Buen día	GE	Good evening	Buenas tardes
GG	Going	Yendo	GL	Good luck	Buena suerte

Abreviado	Inglés	Español	Abreviado	Inglés	Español
GLD	Glad	Contento	GM	Good morning	Buen día
GN	Good night	Buenas noches	GND	Ground	Tierra
GUD	Good	Buen/Bueno	HPE	Hope	Deseo
HR	Here	Aquí	HR	Hear	Escuchar
HRD	Heard	Escuché	HV	Have	Tengo/Tener
HVY	Heavy	Pesado/Duro/Arduo	HW	How	Como
INFO	Information	Información	LIL	Little	Pequeño
LOC	Location	Ubicación	LP	Long path	Paso largo
LSB	Lower side band	Banda lateral inferior	LSN	Listen	Escuchar
LTR	Letter	Letra/Carta	MOD	Modulation	Modulación
MNI	Many	Mucho/Muchos	MSG	Message	Mensaje
N	Nine	Nueve	NIL	Nothing	Nada
NR	Near	Cerca	NR	Number	Número
NW	Northwest	Noroeste	NW	Now	Ahora
OP	Operator	Operador	OT	Old timer	Veterano
PA	Power amplifier	Amplificador de potencia	PHONE	Telephone	Teléfono
PKT	Packet	Paquete	PSE	Please	Por favor
PWR	Power	Potencia	R	Received	Recibido
RIG	Station equipment	Equipo de radio	RPT	Repeat	Repita
RPTR	Repeater	Repetidora	RPRT	Report	Reportaje
SA	Say again	Repítalo	SAT	Saturday	Sábado
SSB	Single side band	Banda lateral única	SED	Said	Diga
SHACK	Equipment location	Cuarto de radio	SKED	Schedule	Horario/Cita
SIGS	Signal(s)	Señal/Señales	SN	Serial number	Número de serie
SO	Single operator	Mono operador	SRI	Sorry	Lo siento/Lo lamento
SP	Short path	Paso corto	STN	Station	Estación
SUM	Some	Algún	SUN	Sunday	Domingo
TCVR	Transceiver	Transceptor	TEST	Contest	Concurso
TFC	Traffic	Tráfico	TNX	Thanks	Gracias
TMW	Tomorrow	Mañana	TU	Thank you	Gracias (a usted)
TXT	Text	Texto	U	You	Usted
USB	Upper side band	Banda lateral superior	UTC	Coordinated time	Tiempo coordinado
VG	Very good	Muy bien	VY	Very	Muy
WID	With	Con	WID	Wide	Ancho
WKD	Worked	Comunicado	WKG	Working	Trabajando
WL	Will	Querer/Desear	WUD	Would	Quisiera
WX	Weather	clima	XMTR	Transmitter	Transmisor
XTAL	Crystal	crystal	XYL	Wife	Esposa/Señora
YDAY	Yesterday	ayer	YL	Young lady	Señorita
55	Best success	Éxitos	88	Love and kisses	Amor y besos

## TEMA 4-4

## LIBRO DE GUARDIA

De acuerdo con lo establecido por el Decreto 6224/69 los titulares de licencia deberán llevar y tener al día su Libro de guardia convencional, en el que asentarán todos los comunicados que realicen, consignando como mínimo, los siguientes datos: fecha, hora de comienzo y finalización del comunicado, señal distintiva del corresponsal, banda utilizada, tipo de emisión empleada. Este documento tendrá sus páginas numeradas y debe ser foliado y sellado por un Radio Club Habilitado. Deberá ser llevado sin tachas, enmiendas, raspaduras, espacios vacíos o en blanco y presentado cada vez que sea requerido por la autoridad competente. El uso de este será optativo para las estaciones móviles. Podrá ser llevado por medio de un registro computarizado, pero deberá cumplirse lo establecido sobre su forma de registro, plazos de confección y tipo de hojas a utilizar. Es el único elemento que es imprescindible contar en toda radioestación.

## TEMA 4-5 TARJETAS CONFIRMATORIAS O QSL

Es costumbre entre los radioaficionados confirmar los comunicados con el envío de una tarjeta, especialmente los efectuados con una estación por primera vez o cuando se trata de estaciones muy alejadas entre sí (DX). Además, cuando se pretende ascender de Categoría ENACOM exige un número determinado de confirmaciones para considerar dicho ascenso. La tarjeta QSL confirma los comunicados por lo que deben llevar inscriptos ciertos datos que permitan validar el comunicado y estos datos mínimos son: la estación con la cual se realizó el contacto, fecha, hora de comienzo, banda, modo de emisión, frecuencia y señales. El envío de la tarjeta la realiza cada radioaficionado en forma personal o a través del Radio Club (vía Bureaus), las tarjetas deben tener un tamaño máximo de 14 por 9 cm.

### TEMA 4-5.1 CONFECCIÓN DE TARJETAS QSL

A casi todos los radioaficionados nos gusta enviar y recibir las tarjetas QSL después de cada comunicado, lástima que la mayoría de las veces estas están mal confeccionadas porque no le damos la importancia que tienen, ya que a través de ellas podremos obtener la mayoría de los diplomas para Radioaficionados y Radioescuchas que se otorgan alrededor del mundo; de ahí la importancia de tener una QSL que realmente sirva como tal. Es por eso que se pasa a comentar las cosas fundamentales que debe tener una tarjeta QSL para que sea válida.

Los datos impresos mínimos serán:

- QRA (señal distintiva propia)
- Nombre del titular
- QTH (domicilio donde está nuestra estación).

Los datos indispensables para completar en una tarjeta después de un QSO son:

- Señal distintiva completa del corresponsal.
- Fecha y hora del comunicado.
- Banda o frecuencia utilizada.
- Modo de operación.
- Reporte de señales.

**FECHA Y HORA:** hay que aclarar explícitamente si la hora y la fecha del comunicado que figura en la QSL están expresadas en hora local u hora UTC. De todos modos, siempre que comunique con una estación extranjera ponga hora y fecha en UTC y del formato 24 horas.

**MODO DE OPERACIÓN:** estos pueden ser: AM, ATV, CW, FAX, FM, PKT, RTTY, SSB o SSTV, pero siempre hay que tener la precaución de agregar la leyenda 2-WAY o 2x ya que esto indica que ambos corresponsales usaron el mismo modo de transmisión para comunicar.

Si es confirmatoria de un comunicado vía satélite, debe aclarar a través de que satélite se realizó el comunicado por ejemplo Vía RS-12, etc. junto a la frecuencia de subida y bajada al satélite y el número de órbita.

**REPORTE DE SEÑALES:** es imprescindible el correcto uso del código RST. El reporte de señales en código RST tiene 2 números (RS) en fonía y 3 números (RST) en telegrafía y modos digitales.

Estos son los requisitos mínimos para que una tarjeta QSL deje de ser un simple papel y pase a tener un importante valor para el que la recibe.

Cuando cometa un error al escribir algún dato, no lo corrija borrándolo o remarcándolo; solo rompa la tarjeta escriba una nueva, ya que las tarjetas corregidas se consideran adulteradas y no son válidas, tampoco son válidas las tarjetas sin firma y/o sello del operador o managers.

Estos son los requisitos mínimos para que una tarjeta QSL deje de ser un simple papel y pase a tener un importante valor para el que la recibe. Si además de todo esto uno le quiere agregar a su QSL el equipo y antena, la zona CQ (por ejemplo: Argentina es zona 13), el grid locator, una foto o la quiere hacer a color, mejor; lo principal es que no falte ninguno de los datos indispensables.

## TEMA 4-5.2

## POR QUE UTILIZAMOS LOS BUREAUS

Si usted es nuevo en la radioafición, se preguntará por qué alguien puede preferir el envío de sus tarjetas a través del Bureaus, en lugar de hacerlo en forma directa. A pesar de ser muy rápido el método de intercambio por vía directa, sólo un porcentaje muy bajo es enviado por ese método. Probablemente haya un pequeño incremento en este porcentaje debido a la incursión de novicios en el DX porque los operadores de DX que son pacientes en atenderlos, también comprenden la impaciencia de estos novicios por recibir sus primeras tarjetas. No obstante, los novicios aprenden rápidamente que la mayoría de las estaciones del exterior envían sus tarjetas a través de los Bureaus. Algo muy común en los contactos de DX es que el operador manifieste "QSL vía Bureaus", con lo que cierra el camino a otras formas de confirmación. Y ya se sabe que no hay nada más exasperante para un nuevo aficionado que tener que esperar, esperar y esperar que las tarjetas de DX lleguen vía Bureaus. A pesar de su lentitud, año a año se va extendiendo la utilización de los Bureaus, debido a la economía de dinero, tiempo y esfuerzo que ellos significan. Si usted dispone de los medios económicos para enviar directamente a todas las estaciones de DX que comunique, hacerlo significa un esfuerzo adicional en localizar los nombres y direcciones de cada uno de ellos. No hablemos si usted es un operador activo y eficiente, porque entonces la cuota de dinero, tiempo y esfuerzo es prohibitiva. Nada de esto es necesario cuando la confirmación se realiza por el sistema de Bureaus, ya que provee el único medio para que los radioaficionados intercambien cientos o miles de tarjetas por año con un mínimo costo y con la menor pérdida de tiempo. El sistema de Bureaus ha probado ser seguro y confiable, y aun cuando en promedio una tarjeta pueda demorar entre seis meses y dos años en llegar, finalmente llegará. Recuerde: si su corresponsal de DX se dedicara a confirmar todos sus contactos vía directa, no tendría tiempo para contactar con usted.

## TEMA 4-5.3

## ALGO MÁS SOBRE LAS TARJETAS QSL

Si bien el tratamiento de este tema está orientado especialmente a quienes recién se inician en la actividad de DX, hasta los más veteranos encontrarán algunos datos que les resultarán novedosos y otros que, aunque conocidos, no son tenidos en cuenta en el momento de confeccionar la tarjeta.

Además, la tarjeta QSL constituye una parte importante de la actividad radial y los aficionados nuevos están particularmente ansiosos de recibirlas. La denominación de tarjeta "QSL" deriva de la utilización del código vulgarmente llamado "Q", cuya combinación "QSL?" significa si se ha recibido o no el mensaje, y el mismo código pero sin el signo de interrogación "confirma" la recepción del mensaje, de allí que sea fácilmente comprensible por qué, las tarjetas que "confirman" la realización de contactos bilaterales sean llamadas "tarjetas QSL".

Además de ser una prueba escrita de la realización de contactos, estas tarjetas sirven como medio para la obtención de los cientos de diplomas y certificados de toda índole existentes en la actualidad. Existe la costumbre bastante difundida de exhibir las tarjetas más importantes en las paredes del cuarto de radio. Esta costumbre tiene validez como una forma de recordar contactos del pasado, pero presenta el inconveniente del posible deterioro de estas si es que no están convenientemente protegidas.

**SISTEMAS DE INTERCAMBIO:** los medios para el intercambio de tarjetas con radioaficionados del exterior son cuatro:

1) A través de los Servicios de QSL (llamados también Bureau) de todo el mundo: son organismos encargados del movimiento de la gran mayoría de nuestras tarjetas. Este método puede ser el más lento, pero además de ser eficiente y de fácil utilización, es el más económico.

2) Por medio de los "QSL Managers": personas que se ocupan del tráfico de tarjetas QSL, particularmente de estaciones que operan desde localizaciones no habituales, o que activan países donde no hay actividad regular de radioaficionados. Cuando las tarjetas se envían a través de Managers pueden producirse ciertas demoras, pero de cualquier forma es mucho más rápido que el sistema de Bureau.

3) Por vía directa: Es el método más rápido de intercambio con una estación de DX, pero a la vez es el más caro y el que mayor esfuerzo requiere. Si un aficionado opera desde un país que no tiene Bureau nacional y tampoco tiene QSL Manager, no queda otro camino que el envío vía directa.

4) Por vías digitales o electrónicas.

**DIMENSIONES DE LAS TARJETAS:** son numerosas las razones por las cuales debe respetarse fielmente el tamaño de 9 x 14 centímetros recomendado internacionalmente como medida standard de una tarjeta. Son numerosos los servicios postales que cobran tarifa adicional cuando las tarjetas están fuera de medida (por ejemplo, en EUA) y otros directamente no las aceptan. Las tarjetas fuera de medida son una molestia para los Managers y los Bureaus porque dificultan y demoran su clasificación, manipuleo y despacho, debido a que utilizan sobres o envases adecuados al standard, lo que obliga a doblarlas con el consiguiente deterioro. En general los aficionados disponen de archivos para tarjetas standard y algunos descartan las que no responden por incómodas de almacenar. Por tarjetas fuera de medida se entiende tanto a las de mayor tamaño como a las más pequeñas. La utilización de tarjetas standard contribuye a mejorar la eficiencia de los sistemas mundiales de Bureau.

**CAMBIOS EN LA INFORMACION:** cuando se produzca algún cambio en la información contenida en la tarjeta QSL, ya sea por mudanza o cambio de señal distintiva, es necesario descartar las existentes.

**COMPLETAMOS LOS DATOS:** no importa que sistema de fecha y hora se utilice, asegúrese de instalar un calendario de buen tamaño y fácil lectura y un reloj exacto, en una posición que le permita ver a ambos desde su lugar de operación sin tener que girar la cabeza. Es conveniente utilizar un reloj bien iluminado y de números grandes (lo ideal sería el empleo de un reloj digital de 24 horas puesto en hora UTC). Es costumbre que los radioaficionados marquen en su libro de guardia el envío y recepción de tarjetas correspondientes a contactos específicos y es bastante molesto tener que realizar la búsqueda de un contacto en el log porque los datos están mal indicados. Cuidado: el mánager de una estación de DX, cuando no encuentra el contacto en la fecha y hora por usted consignada, lo buscará algunos minutos antes y algunos después, porque asume que puede haber una pequeña diferencia entre su reloj y el del operador de DX, pero no mucho más, y si no lo encuentra devolverá su tarjeta con la fatídica leyenda "NOT IN LOG".

**FECHA:** se debe indicar el día, mes y año de realización del contacto en la tarjeta QSL. Recuerde que nuestro país mantiene una diferencia de -3 horas con respecto a la hora UTC, y si utiliza la hora local, el cambio de día se produce a las 21:00 horas. Por ejemplo, si usted realiza un contacto a las 23:00 de Argentina del primer día del mes, según la hora UTC ya es el segundo día del mes, y esta es la fecha que debe consignarse. Si utiliza la hora UTC no olvide cambiar el día a las 00:00. Una de las cosas que sorprenden a los nuevos aficionados es encontrar que el día y el mes son indicados al revés en muchas tarjetas recibidas del exterior. Por ejemplo, un contacto realizado el 4 de julio de 1997 (4-7-97) está escrito 7-4-97, el mes del contacto está indicado primero, seguido del día y del año. Otra forma de consignar a fecha es 4-VII-93, en este caso se utilizó un número romano para distinguir al mes. Si pensamos un poco en los dos sistemas, veremos que el sistema utilizado por nosotros es más razonable. El año es la parte de la fecha que permanece sin cambio durante más tiempo por lo que es razonable que sea indicado al final también el mes permanece constante por un tiempo relativamente largo, y es por eso que lo ponemos junto al año. Desde luego, el día cambia permanentemente por lo que es lógico que esté señalado en primer término. Si alguien pregunta que, día es, muy poca gente responderá primero el mes y luego el día.

Estos métodos no ofrecen dificultades cuando el día del mes está entre el 13 y el 31, allí no hay dudas (13-06-97) porque no hay un mes número 13, pero cuando el día está entre el 1 y el 12 puede presentarse una dualidad de interpretación. Por ejemplo, el contacto se realizó el 2 de enero de 1997 y puede confundirse con el 1 de febrero de 1997 según se consigne con uno u otro método: 2/1/97 = 01/02/97. Creemos que el sistema más seguro es indicar el mes con números romanos o con su abreviatura (si el contacto es con una estación de un idioma no castellano, conviene abreviar con los nombres de los meses en inglés: JAN, FEB, MAR, APR, JUN, JUL, AUG, SEP, OCT, NOV, DEC). Por último, existe una recomendación de IARU en el sentido que las fechas se consignent primero el año, luego el mes y por último el día, con el objeto de unificar el sistema en todo el mundo.

**MODOS DE EMISION:** cuando confeccionamos nuestra tarjeta confirmando un contacto, al indicar el MODO de emisión, solemos simplificarlo indicando solamente CW o FONE. Esta no es suficiente información, porque CW significa "Continuous Wave" (onda continua) y si la emisión fue realizada en morse telegráfico, es decir en A1A, use ese término. Fone en cambio significa "voz" y esto tampoco es una forma suficiente de indicar el modo. Es preferible utilizar USB, LSB, FM, etc., o el equivalente en designaciones técnicas tales como J3E para SSB con portadora suprimida.

**EQUIPOS:** si usted utiliza transmisor y receptor separados, utilice dos líneas para señalar cada uno. Si como generalmente ocurre, ambos son de la misma marca, haga una llave y coloque la marca de fábrica. Teniendo en cuenta que generalmente se utilizan transceptores, bastará con que la tarjeta tenga un espacio marcado "RIG" o "XCVR" donde indicaremos simplemente Kenwood TS 950D o Yaesu FT 1000. En la práctica se omite la marca de fábrica utilizando el modelo (TS950D - FT1000) ya que esto es suficiente para identificar al equipo. Los elementos que componen la estación, incluidas las antenas pueden describirse en la tarjeta, con el objeto de hacer saber a nuestro corresponsal que, elementos hemos utilizado durante el contacto. Algunos radioaficionados imprimen en sus tarjetas los datos y equipos de antenas, lo que tiene la ventaja de ahorrar tiempo al completar la misma, pero también tiene la desventaja de quedar desactualizada rápidamente, ya que los radioaficionados solemos cambiar regularmente nuestros equipos y antenas. Estos cambios son mucho más frecuentes entre los nuevos aficionados, hasta que determinan cuáles son sus preferencias en la materia.

**METROS - BANDA - FRECUENCIA:** la frecuencia del contacto puede expresarse en metros (80, 20, 15, etc.) en kilohercios (3610 kHz, 14 175 kHz) o en megahercios (7,35 MHz, 21,25 MHz). Recuerde que cuando opte por expresar kHz o MHz, debe indicar la frecuencia en la que escucha a su corresponsal. Pese a las posibilidades antes mencionadas, es preferible el uso de MHz por sobre "banda" o "frecuencia" ya que en algunos casos existe la posibilidad de confusiones, como entre 10 metros y 10 MHz (30 metros).

**REPORTAJE DE SEÑALES:** cuando pase el reportaje de señales a otra estación hágalo honestamente. No le hace ningún favor a su corresponsal si pasa un reportaje halagador pero falso. El reportaje para un comunicado en fonía es el mismo que para CW, pero con el agregado en este último caso de la señal (T). En los contactos de fonía no se utiliza esta señal debido a que la misma se refiere al "tono" de la transmisión telegráfica, el que es susceptible de mejorar en el caso que presente problemas, no ocurre lo mismo con el tono de voz del operador de fonía, que es irreversible. Desafortunadamente, cuando pasan en reportaje RS en fonía o RST en CW, relacionan legibilidad (R) con fuerza (S), aun cuando cada parte es completamente separada de la otra. Por ejemplo: una señal muy débil (S-2) puede ser perfectamente legible (R-5) si no está afectada por interferencias atmosféricas o de otra estación. Por otra parte, una señal puede ser extremadamente fuerte (S-9) pero de muy difícil legibilidad (R-3) debido a interferencias de otra estación, ruido atmosférico, inestabilidad u otras razones. Existen varios sistemas de reportajes de señales que podrían aplicarse a los comunicados de radio, pero no son utilizados por los radioaficionados. Pero, los radioescuchas (SWL) usan habitualmente el código SINPO:

Escala	Fuerza de señales	Interferencia por otra estación	Ruido atmosférico	Problemas de propagación	Escala de señales
1	Apenas audible	Extremo	Extremo	Extremo	Mala
2	Pobre	Severo	Severo	Severo	Pobre
3	Regular	Moderado	Moderado	Moderado	Regular
4	Bueno	Débil	Débil	Débil	Bueno
5	Excelente	No	No	No	Excelente

El sistema SINPFEMO es una variante que incluye tres categorías adicionales en el reportaje.

E = Excellence of modulation (Calidad de modulación)

M = Magnitude of modulation (Grado de modulación)

O = Overall signal rating (Escala de señales)



La medición de las tres categorías adicionales es la siguiente:

Escala	Frequency of fading	Excellence of modulation	Magnitude of modulation
1	Muy rápido	Muy pobre	Sobremodulada
2	Rápido	Regular	Regular
3	Moderado	Bueno	Bueno
4	Lento	Muy bueno	Muy bueno
5	No hay	Excelente	Máximo

Pese a que los radioaficionados utilizamos el código RST para nuestros reportajes se incluyen los otros códigos como información general y porque suele ocurrir que estos sistemas sean ocasionalmente indicados en tarjetas que los SWL envían a los radioaficionados. De esta forma intentamos ayudar a comprender la información que se nos proporciona.

**HORARIO DEL CONTACTO A CONSIGNAR:** la hora que se debe indicar en la tarjeta es la del comienzo del contacto. Los radioaficionados debemos acostumbrarnos a registrar inmediatamente la hora en que se inicia el comunicado. Suele ocurrir que se reciba una tarjeta con diferencias horarias de hasta diez minutos. Además de la hora correcta, debemos indicar en qué tipo de horario está expresada. Los aficionados más activos prefieren utilizar la hora UTC (Universal Time Coordinated) para todas sus operaciones, por lo que UTC se ha convertido en una forma de reportaje regular en las tarjetas confirmatorias actuales. Es posible que también lo encontremos abreviado como UT. UTC es la hora conocida previamente como Greenwich Mean Time (GMT), Greenwich Civil Time o Zulu Time (Z). No importa cómo se la llame, el uso de un horario común internacionalmente reconocido disminuye la posibilidad que radioaficionados de distintos países sufran confusiones en las fechas y horas de concursos, de encuentros concertados u otras actividades. Recordemos que actualmente la hora de Argentina es igual a UTC -3 horas, es decir que a las 11:00 locales son las 14:00 UTC. Es también una forma de simplificar, el uso de la hora de cuatro dígitos o de 24 horas. Usted aprenderá rápidamente con la práctica que es mejor que el de 12 horas que requiere el agregado de AM (ante-meridiano) o PM (post-meridiano) según sea que el comunicado se realizó antes o después de las 12:00 del mediodía. Cuando usamos el sistema de 24 horas, el primer minuto después de la medianoche es 00:01 y el minuto 59 después de la medianoche es 00:59, el cambio a la hora siguiente se produce un minuto después de las 00:59 y comienza la hora 01:00. En otras palabras, los dos primeros números corresponden a la hora (00 a 23) y los dos siguientes a los minutos (00 a 59). En el caso de utilizar el sistema de 24 horas no es necesario agregar AM ni PM, ni hace falta poner la palabra "horas", como tampoco una coma y sí dos puntos entre la hora y los minutos. Si debemos indicar que el comunicado comenzó 35 minutos después de las 21, sólo ponga 21:35 UTC.

**LOS NOMBRES COMO FACTOR DE CONFUSION:** si bien en el caso del idioma castellano las posibilidades de confusión son menores que en el inglés, siempre existe la posibilidad de mal interpretar el sexo del corresponsal a partir de una abreviatura o sobrenombre poco claro. Andy es Andrés o Andrea, Pat es Patricio o Patricia, especialmente en los comunicados donde se utiliza la voz. Su corresponsal no tiene por qué saber si usted es hombre o mujer, por lo tanto, si es una dama (YL: young lady, señorita - XYL: ex young lady, señora), incluya el comentario. En sus tarjetas de a conocer su condición femenina mediante alguna señal, como por ejemplo numerosas estaciones incluyen un pequeño dibujo alusivo o colocan la frase "YL station". Recuerde que de esta forma ayuda a su corresponsal a valorar mejor su tarjeta ya que hay numerosos certificados en todo el mundo por contactos con estaciones operadas por YL's (El Radio Club Argentino ofrece el Certificado "LU-YL")

**OTROS COMENTARIOS:** los comentarios adicionales que puedan hacerse como complemento de la información técnica son realmente valiosos. Probablemente en el contacto radial hayan aparecido puntos de contacto entre los operadores, y hacer una mención al respecto demuestra el interés con que usted ha escuchado a su corresponsal. Son particularmente importantes los comentarios tales como "First LU", "First YL", "New Country", etc. que pueda hacer su corresponsal, ya que marcan un interés especial por su tarjeta. Si usted no tiene nada que decir, por lo menos salude a su corresponsal con un simple 73 (no olvide que "73" es singular, no le agregue el apóstrofe y la "s" minúscula para convertirlo en 73's, es como decir "setenta y treces"), y fírmela.

**PEDIDO O AGRADECIMIENTO DE TARJETA:** los diagramas de reportaje normalmente incluyen la información a su corresponsal acerca de si la tarjeta ha sido recibida (TKS o TNX QSL) o si se la espera (PLEASE O PSE QSL). Para evitar la necesidad de escribir estos datos en cada tarjeta, se utiliza una forma preimpresa con casilleros en los que sólo habrá que marcar el válido con una cruz.

**ERRORES EN REPORTAJES:** es más o menos habitual recibir tarjetas con errores en la información, siendo el más común el de la hora mal consignada, producto de no disponer de una adecuada fuente para establecer la "hora de comienzo" del contacto o no utilizar la hora UTC. Le sigue el error en la fecha, en general porque el operador olvida el cambio de día a partir de las 00:00 UTC. Si nosotros recibimos una tarjeta con estos errores puede suceder que no localicemos el contacto en nuestros registros y no podamos responder adecuadamente, entonces el perjuicio es para quien envió la tarjeta. Distinto es el caso en que el error está en la señal distintiva. Es bastante común recibir tarjetas en las que el corresponsal advierte a mitad de camino que está escribiendo una señal equivocada, en ese momento decide corregir su error sobre la misma tarjeta, y es entonces cuando comete el peor de los errores, porque esa tarjeta no tiene valor alguno. Si le ocurre alguna vez que advierte un error en la señal distintiva en la tarjeta que está confeccionando, sea generoso, tirela y haga una nueva. Su corresponsal no se lo podrá agradecer, pero su conciencia quedará tranquila.

## **TEMA 4-6 PRÁCTICA OPERATIVA**

Las buenas prácticas para operar una radioestación son importantes para todo radioaficionado por como mínimo tres razones:

- a) cumplir con los reglamentos.
- b) permitir la transmisión de gran volumen de actividad en forma eficiente y sencilla.
- c) como motivo de orgullo y competencia personal.

Esto es al principio un tema confuso para los noveles radioaficionados, pero pronto se evidencia que existen normas, costumbres y tradiciones que han producido un conjunto de prácticas que han evolucionado en todos estos años de radio. No olvide mencionar a continuación de la señal distintiva del Radio Club que se está operando en "práctica operativa" cuando sea éste el carácter de la transmisión. En las comunicaciones que realicen las estaciones de radioaficionados deberá emplearse exclusivamente el lenguaje claro y abreviaturas usuales en comunicaciones. Asimismo, se deberá mencionar la señal distintiva propia y la del corresponsal, en cada uno de los períodos del comunicado. Cuando el período del comunicado dure más de 15 minutos, deberá intercalarse dicha mención, a intervalos no superiores a ese lapso. La estación de radioaficionado que opere en telefonía (A3E, J3E, F3E, etc.) deba deletrear su distintivo de llamada (señal distintiva), abreviaturas reglamentarias o ciertas palabras, se deberá utilizar el alfabeto fonético establecido, aprobado por Ley Nacional n.º 23 478. Las estaciones radioeléctricas de los Radio Clubes, podrán ser operadas por los aspirantes a obtener licencia de radioaficionado para realizar comunicados con otras estaciones de radioaficionados, exclusivamente desde el domicilio de dicho Radio Club, de a un aspirante por vez, en presencia del instructor y durante las clases de Práctica Operativa. La referida práctica podrá efectuarse, únicamente, en los segmentos y modos autorizados a categoría Novicia de la banda de 80 y 40 metros. Durante la misma se deberá mencionar la señal distintiva de la Institución, así como que se trata de comunicados "en práctica operativa". Los aspirantes a categoría Novicio deberán realizar y aprobar individualmente prácticas operativas según está establecido en el ERRC. durante un período no menor a 5 horas clase, de las cuales 3 horas estarán destinadas a prácticas de recepción y 2 horas a prácticas de transmisión.

## **TEMA 4-7 ESCUCHA PREVIA**

Para poder ser un buen operador se necesita muy poco, solo saber escuchar. La escucha previa es muy importante ya que enseña en forma directa lo que los instructores teóricos y de práctica tratan de transmitir pues escuchando se descubre a los buenos operadores pues algunos, a pesar de ser veteranos en la radio, repiten los errores y defectos año tras año, por lo que la mejor forma de aprender es tomar los buenos ejemplos y descartar los vicios y modismos.

## **TEMA 4-8**

### **SELECCIÓN DE FRECUENCIAS**

Es muy importante seleccionar la frecuencia en la que vamos a tratar de realizar contactos ya que cada banda permite efectuar comunicados a distintas distancias y en distintos horarios del día o la noche. Entre los radioaficionados se denomina línea gris a la hora del crepúsculo o del amanecer en donde cambia la noche en día y tiene la ventaja que en HF se reciben bien las señales del lado que es noche y casi nada de la parte que es día por lo que el ruido disminuye a la mitad en beneficio de las señales de la zona que es noche. En la banda de 80 metros (3500 kHz a 3750 kHz) el ruido es muy fuerte y la propagación se da en horas de la noche donde se alcanzan distancias de 2000 km fácilmente, sobre todo en las noches de invierno. En la banda de 40 metros durante el día la reflexión en la capa E permite comunicados nacionales y con países vecinos (1500 a 2000 km) pero en la noche su alcance es muy grande y prácticamente cualquier estación que esté en la zona de noche puede contactar con otras que estén en iguales condiciones. La banda de 10 metros es una banda claramente diurna y solo en los períodos de máxima actividad solar permanece abierta durante las primeras horas de la noche. Esta banda refleja en la capa F y su distancia de salto es muy grande por lo que no es raro escuchar perfectamente y con señales fuertes estaciones situadas a 4000 km o más y no escuchar a nadie próximo. En algunos casos puede verse afectada por fenómenos de propagación ya que ingresa en la propagación troposférica. En la banda de VHF (2 metros) no existe propagación ni reflexión en la capa F por lo que en condiciones normales las distancias de enlace son de entre 50 y 80 km. Debe tenerse presente que en esta banda son frecuentes las reflexiones en la capa E por motivo de auroras y/o alteraciones del campo magnético lo que permite comunicados con alcances de hasta 3000 km.

## **TEMA 4-9**

### **LLAMADA GENERAL**

Es la forma de poder efectuar un comunicado y para ello se debe comenzar por buscar una frecuencia que no esté ocupada y proceder como primera medida a escuchar y luego consultar si dicha frecuencia está ocupada, de no recibirse contestación se procede al llamado general o CQ (del inglés "seek you", buscando), con indicación de la señal distintiva y cualquier otro dato que se considere de interés (nombre, localidad, país, etc.). Este llamado no debe ser muy extenso ya que es preferible hacer varios llamados breves y pasar a escucha para saber si alguien responde.

## ANTES DE LLAMAR

1. Procure tener a mano un reloj y lápiz y papel o donde anotar información sobre el comunicado, como la licencia de su corresponsal o la hora de este.
2. Una vez ubicado en una frecuencia desocupada, donde no se escucha estación alguna, de ser posible alejada de otras estaciones, interrogar de esta manera:

**>>> Aquí LU3FV, operador [NOMBRE] en práctica operativa, interroga si la frecuencia está ocupada.**

Nota: recuerde que LU3FV lo dirá como “lima iuniform/union tres focstrot victor”.  
Utilice siempre el código fonético internacional para tener una decodificación clara.

3. Dejar pasar entre cinco y diez segundos y repetir.
4. Si tampoco se escucha a nadie, deje pasar otros diez segundos y ya puede hacer el llamado general.

## PARA LLAMAR

En este ejemplo se utiliza la banda de 80, en caso de estar llamando en 40 nombre a dicha banda.

**>>> CQ CQ CQ 80 CQ 80 metros llamado general CQ CQ CQ 80 CQ 80 metros llamado general**

**>>> LU3FV Radio Club Venado Tuerto llama general en la banda de 80 metros en práctica operativa agradeciendo respuesta**

En caso de que nadie se haga presente, deje pasar cinco o diez segundos y repita.

En caso de que tras reiterados intentos nadie se conteste y desee probar a llamar en otra frecuencia, haga la consulta sobre la frecuencia ocupada previo a iniciar el llamado general.

<<< si alguien se presenta dirá su licencia, tomar nota de esta. Si no logra copiarla puede interrogar “QRZ?” (¿quién me llama?).

**>>> [LICENCIA CORRESPONSAL] retorna LU3FV Radio Club Venado Tuerto en práctica operativa operada por [NOMBRE]. Buenos días, saludos cordiales y muchas gracias por responder a mi llamado. Tu señal es [REPORTE RS]\*. Mi nombre es [NOMBRE] y estoy realizando las prácticas operativas en virtud de realizar el curso de radioaficionado. Te comento que estamos transmitiendo con un transceptor [MARCA Y MODEL DEL TRANSCEPTOR]\*\* y la antena es [ANTENA]\*\*\*. Te paso el cambio, adelante [LICENCIA CORRESPONSAL] de LU3FV Radio Club Venado Tuerto en práctica operativa operada por [NOMBRE].**

Anotar los datos que el corresponsal comenta, como así también día, hora y frecuencia del QSO.

**>>> [LICENCIA CORRESPONSAL] retorna LU3FV Radio Club Venado Tuerto en práctica operativa operada por [NOMBRE]. Recibidos todos tus comentarios, necesito tus datos postales para enviarte la tarjeta QSL para confirmar el QSO, los míos son Mitre 449, Venado Tuerto, Santa Fe, CP 2600. Te paso el cambio, adelante [LICENCIA CORRESPONSAL] de LU3FV Radio Club Venado Tuerto en práctica operativa operada por [NOMBRE].**

Puede finalizar el QSO luego del cambio del corresponsal con un simple “siete tres saludos cordiales”.

\*: por ejemplo "5-9" o "5-9 más 20" o lo que indique el S-Meter del equipo

\*\* : por ejemplo, "Kenwood TS-140S" (tango sierra 140 sierra) o "Yaesu 747"

\*\*\*: normalmente en 40 metros en el Radio Club es "" y en 80 metros es "un dipolo en V invertida"

## TEMA 4-10 MODELO DE QSO EN TELEGRAFÍA

A continuación, se muestra un modelo de QSO entre un operador de licencia LU3FV y su corresponsal LU4AA

Operador: **CQ CQ CQ DE LU3FV LU3FV LU3FV** (tanto el CQ como la licencia se repiten tres veces) **K** (cambio)

Corresponsal: **LU3FV DE LU4AA LU4AA LU4AA K**

Operador: **LU4AA DE LU3FV RR** (recibido) **GE/GD/GM/GN** (saludo) **TKS** (gracias) **FER** (por) **CALL** (llamado) **VY** (muy) **PSED** (complacido) **TO** (en) **QSO** (comunicar) **U** (usted) **UR** (sus) **SIGS** (señales) **RST 599 5NN HR** (aquí) **IN** (en) **VENADO VENADO** (se repite dos veces) **HW?** (que dice Ud?) **LU4AA de LU3FV KN** (cambio) (este signo se hace estando en QSO y significa que solo atiende a LU4AA)

Corresponsal: **LU3FV DE LU4AA R R SOLID** (recibido confortablemente) **GE/GD/GM/GN** (saludo) **TKS** (gracias) **FER** (por) **RPT** (datos de las señales, reporte) **UR** (sus) **SIGS** (señales) **RST 599 5NN HR** (aquí) **IN** (en) **NOMBRE DE LA CIUDAD NOMBRE DE LA CIUDAD** (se repite dos veces) **MY** (mi) **NAME** (nombre) **IS** (es) **NOMBRE NOMBRE** (nombre de pila o sobrenombre, dos veces) **PWR** (potencia) **HR** (aquí) **IS** (es) **WATTS** (indica los watts en números) **CONDX** (condiciones de propagación) **GUD/POOR/BAD/FAIR** (buenas, pobres, malas o regulares, solo una) **TKS** (gracias) **FER** (por) **QSO** (contacto) **OM** (amigo) **PSE** (por favor) **QSL** (mande QSL) **VIA** (por intermedio) **BUREAU** (o por donde desea recibir la confirmación) **NW** (ahora) **73** (saludos) **ES** (y) **DX** (comunicados a distancia) **ORU?** (¿tiene algo más para mi?) **LU3FV DE LU4AA**

Operador: **LU4AA DE LU3FV R 73 73 SK TU E E CL CL**

Corresponsal: **E E**

Junto con el QSO que termina la comunicación, debe transmitirse **CL** dos o tres veces en caso de que se cierre la estación.

## TEMA 4-11 ESTABLECIMIENTO DE CONTACTOS

Otra forma de efectuar un contacto es responder a un llamado general de otra estación, en este caso se debe esperar a que la estación que está llamando pase a escucha y en este momento se le debe transmitir nuestra licencia y esperar a que se nos indique que hemos sido escuchados y se nos ceda la palabra.

## TEMA 4-12 FINALIZACIÓN DE CONTACTOS

Es de buena práctica una vez agotado el o los temas tratados dar por finalizado el contacto, pero no se debe abusar de las despedidas ya que en algunos casos uno escucha a radioaficionados que están largos minutos y diversos cambios diciendo que se despiden de la o las estaciones con las que están comunicando y siguen en contacto radial sin retirarse.

## **TEMA 4-13**

## **INGRESO A CONTACTOS COLECTIVOS**

Otra forma de iniciar un contacto es ingresar en una "rueda" y para ello se debe primero escuchar para saber de qué temas se está hablando y que estaciones integran dicha "rueda" y recién entonces se debe tratar de incorporarse a la misma y para tal fin se debe esperar que se produzca un cambio de palabra, momento en que, el que recibe el cambio, hace una "escucha previa", y se pide permiso para ingresar dando nuestra señal distintiva. Si se ha escuchado nuestro "permiso" quien ha recibido la palabra dirá que "previa escucha positiva" retoma el cambio y nos indicará en qué momento nos corresponderá la palabra.

## **TEMA 4-14**

## **DATOS A PROPORCIONAR**

Siempre que se realice un contacto, ya sea que se inicie con un CQ, se conteste un llamado y/o se ingrese en una "rueda" deben proporcionarse ciertos datos a nuestros colegas como por ejemplo el tipo de transceptor que estamos utilizando, tipo de antena, potencia con que emitimos, señales con que recibimos al correspondiente y además los datos postales para el intercambio de las tarjetas confirmatorias.

## **TEMA 4-15**

## **CQ CONCURSO CQ CONCURSO...**

Afirmar que el mundo de la radio es un medio competitivo resulta obvio. Los radioaficionados, a menudo se ven involucrados en la competencia por contactar con un país difícil, para cumplir con los requisitos de un certificado o para establecer un nuevo récord de distancia en contactos Tierra-Luna-Tierra. No obstante, aun valorando estos esfuerzos, no hay nada más competitivo que los concursos. Los concursos ("contest", en inglés) comenzaron a realizarse en 1928. El concepto original se desarrolló como un intento por mejorar la habilidad operativa de los aficionados de todo el mundo y promover la calidad de la actividad.

Cuando hablamos de este tema, la primera pregunta que uno puede formular es: ¿qué es un concurso? La definición básica es simple: es una operación programada, concebida para alentar a los aficionados a contactar con tantas estaciones como les sea posible en un rango de frecuencia y en un período de tiempo establecidos. Estas actividades van desde concursos domésticos hasta los de cobertura mundial tales como el "All Asian DX Contest" y similares. Con la realización de cientos de concursos a lo largo de todo el año, estos se han convertido en una parte muy importante de la actividad de radio. El conocimiento y la habilidad operativa son destrezas que se adquieren con la práctica. Si bien es cierto que muchos operadores tienen "habilidades naturales" (por ejemplo: capacidad para recibir CW a gran velocidad, buen oído, eficiencia para procesar información rápidamente, etc.), el mejor método para obtener la habilidad práctica que mencionamos es reunirse con otros participantes, escucharlos, pedirles su opinión y zambullirse de lleno en el tema, es decir: participar. Los concursos pueden producir cierto grado de intimidación a los principiantes. En CW parece que hubiera cientos de estaciones transmitiendo a, por lo menos, 30 palabras por minuto y cuando escuchamos en SSB se advierte que los expertos mundiales comunican a nivel de 350 contactos/hora (5,8 contactos/minuto) y es en ese momento que el nuevo competidor se dirá "yo no tengo nada que hacer aquí". El secreto está en recordar que todas y cada una de las estaciones que se escuchan, alguna vez fueron debutantes. Los que hoy son campeones, en la década del 70 eran principiantes. He aquí algunos pocos puntos básicos a tener en cuenta cuando participe en un concurso:

- 1) Siempre de su señal distintiva completa cuando llama a otra estación.
- 2) La precisión es tanto o más importante que la velocidad. No obstante, trate de pasar la información indispensable para completar un comunicado válido según las reglas particulares del concurso. Las informaciones imprecisas o erróneas contenidas en las planillas pueden derivar en descalificación.
- 3) Practique mucho. Lea atentamente las bases, no todos los concursos son para un principiante.
- 4) Practique su habilidad operativa fuera de los concursos. No es en ellos en los que usted debe afinar su oído o mejorar su telegrafía.
- 5) No sé de por vencido. El éxito en los concursos se obtiene luego de un tiempo de adaptación que no es fácil y, a veces, tampoco es corto. La mayoría de las estaciones que participan habitualmente de concursos nunca ganan, pero en cada ocasión encuentran un nuevo motivo para luchar tratando de ser mejores. En todos los casos un concurso es un desafío.

## TEMA 4.15-1

## PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE CONCURSOS

**¿SON LOS CONCURSOS SOLO PARA GRANDES ESTACIONES?** No, si los concursos fueran solo para grandes estaciones no serían concursos. No existe la estación lo suficientemente grande como para garantizar el éxito. Un buen operador con un equipo modesto puede vencer a un operador mediocre con una gran estación. La calidad está por encima del tamaño.

**¿QUÉ CLASE DE EQUIPOS DEBO UTILIZAR?** Ante la perspectiva de participar en concursos, estas son algunas de las características que deben tener sus equipos:

- Estado sólido: crítico para un rápido cambio de banda.
- Display digital: evita que se esfuerce la vista, sobre todo en concursos de larga duración.
- Opciones de filtrado: nunca se necesita tanto la posibilidad de escuchar a una estación a través de fuertes interferencias como en un concurso.
- OFV Dual: absolutamente imprescindible en 80 y 40 metros. Además, muchos participantes están utilizando la operación split en otras bandas. Atención: esta es una función necesaria en 40 metros para evitar problemas de intermodulación de estaciones de broadcasting del exterior.
- Memorias programables: para registrar frecuencias donde se producen pile-ups.
- Compresor: un claro diferenciador para la operación en fonía. Un audio punzante es absolutamente crítico, especialmente cuando se trabaja con baja potencia.
- Noise blanker: útil para la recepción de señales débiles en períodos de alto nivel de ruido.

Algunas de las características más avanzadas podrían ser:

- Intefase: imprescindible si se planea conectar el transceptor a la computadora para la confección de planillas.
- Sintonía independiente para los OFV's: extremadamente práctico para la sintonía de cada OFV y obtener así un rastreo de bandas independiente en la búsqueda de nuevos multiplicadores.
- Sintonizador de antena: utilizable para una situación especial de ROE o cuando la ROE de entrada en el amplificador lineal es alta en algunas bandas.

Muchas de estas características definen como de calidad a un equipo para uso de radioaficionado. La ausencia de estas atenta contra las posibilidades de éxito en el mundo competitivo de los concursos. Tenga cuidado y no caiga en la guerra de los fabricantes en lo que a funciones y características se refiere. No olvide que no hay nada mejor que la tradición oral, por ello trate de buscar consejos de algún experimentado participante en concursos.

**¿QUÉ PASA CON LAS ANTENAS?** La decisión a la hora de seleccionar antenas está condicionada por numerosos factores tales como dinero, tiempo y/o espacio. Las pautas para la elección de la antena no suelen ser diferentes en este caso que las a tener en cuenta en cualquier estación, porque después de todo, ya sea en concursos, haciendo DX o charlando con sus amigos, usted desea tener la mejor señal posible. Este, como la mayoría de los tópicos de la radioafición, es tema opinable, pero se puede decir que para comenzar basta con una direccional tribanda para 20, 15 y 10 metros. Un par de dipolos estratégicamente ubicados pueden realizar un trabajo sorprendente

**¿CÓMO ELIJO MI CATEGORÍA DE PARTICIPACIÓN?** Para poder elegir la categoría en la que se habrá de participar, hay que comenzar por leer las bases particulares del concurso para conocer las posibles opciones. Probablemente sea una buena forma de comenzar a hacerlo en la categoría multioperador con otro aficionado que ya posea experiencia, el que podrá ayudar al novato con sus conocimientos. De no ser esto posible, es preferible optar por la categoría mono-operador mono-banda donde las posibilidades son mejores. Otra alternativa sería la de mono-operador asistido, muchos piensan que hacerlo a través de Packet es la forma más divertida para alguien que recién comienza y desde una pequeña estación.

**¿CÓMO PUEDO OBTENER EL MAYOR PUNTAJE DESDE UNA PEQUEÑA ESTACIÓN?** Las mayores habilidades estratégicas en la operación de concursos se basan fundamentalmente en el sentido común. Desgraciadamente, no todos tienen la oportunidad de operar desde una super estación para concursos. Para mucha gente, los concursos son un deporte que nos permite operar y "ver qué podemos hacer". La forma de optimizar los resultados comienza por una honesta valoración de nuestra estación, de sus virtudes y de sus defectos. Si en 40 metros utilizamos un simple dipolo, seguramente será difícil competir contra una multitud de estaciones con grandes antenas en la parte baja de la banda. Probemos recorrer la banda hacia arriba y hacia abajo, será productivo porque encontraremos a otras estaciones en nuestras mismas condiciones, a las que llamar e ir sumando puntos. Otra clave es la elección del tiempo. Si tenemos un tiempo de operación limitado, tratemos de hacerlo coincidir con los picos de propagación, buscando las mejores oportunidades. Actualmente, el operar pequeñas estaciones nos obliga a ser mejores operadores. Se requiere cierta astucia para pasar nuestra señal distintiva en pile-ups, aprovechemos esos períodos en los que los llamados se "duermen" para pasarla, y seguramente obtendremos resultados; es más, la pequeña estación puede ser muy efectiva durante los períodos de mucha actividad. Usemos el OFV, sintonicemos una y otra vez y cuando creamos que tenemos oportunidad de hacer contactos llamando CQ, ubiquémonos algo arriba en la banda, evitando las grandes estaciones.

## **TEMA 4-15.2 PAÍSES DEL DXCC**

Ud. se ha dedicado a la caza de certificados del programa del DXCC durante el transcurso de los últimos años. Ha pasado a través de los cambios en él introducidos, y ha sido testigo de cómo el listado de países ha ido cambiando con el correr del tiempo. Pero ¿tiene usted verdadero conocimiento acerca de las ideas originales que motivaron su creación, conceptos que han precedido incluso a la primera generación del propio certificado? Echemos un vistazo al DXCC y sus comienzos, y veamos cómo, a pesar de los muchos años transcurridos desde que fuera concebido, ha logrado superar el paso del tiempo, concitando aún el interés de los DXistas de todo el mundo. Antes de la creación del programa del DXCC, el más antiguo certificado que tenía por objeto el reconocimiento de las destrezas del DXista era el WAC Worked All Continents Award (Todos los Continentes Comunicados). Iniciada la década del 30, el WAC ya no gozaba de la gran consideración en cuanto a la dificultad de realización que tenía tan solo 10 años antes. En el mismo decía: "Con el mundo entero trabajando actualmente el WAC Award en mayor cantidad y celeridad que nunca, el número de países trabajados está convirtiéndose cada vez más en el criterio de excelencia entre las más destacadas estaciones de DX". Pero no existía, por entonces, una definición standard acerca de "qué" era un país. "¿Cómo, entonces, realizar el cómputo de los países trabajados? El camino más sencillo, por supuesto, es cotejarlos con un listado standard de países del mundo". Pero el tema es que dicho listado no existía para entonces y se escribió: "Nos parece que el mejor plan es, simplemente, dar las reglas generales a seguir a los efectos de poder determinar si un "país" lo es o no, conjuntamente con los correspondientes ejemplos, a fin de que cada aficionado disponga de la suficiente información concerniente a procedimientos estándar, que le permitan la confección de su propio listado de países trabajados, y que al mismo tiempo, guarde uniformidad con otras listas. "La regla básica es simple y directa: toda entidad política, o geográficamente discontinua será considerada como país". En la simpleza de este postulado, se encuentran apoyados los verdaderos cimientos del programa del DXCC, un método que, si bien ahora se encuentra cargado de reglas y especificaciones, todavía hoy constituye la base de lo que conocemos como DXCC Countries List Criteria (Criterios para el listado de países del DXCC). Mientras que lo que denominamos como "entidades políticas" hoy se encuentran clasificadas bajo el "Punto 1, Gobierno", las mismas siguen encuadrándose dentro de la regla básica. Las entidades "geográficamente discontinuas", hoy se conocen como países dentro de las reglas establecidas en los Puntos 2 y 3, es decir, "países" separados ya sea por tierra o agua de su país "madre". Para establecer la razonabilidad de este último punto, el artículo continúa diciendo: "Obviamente, es incorrecto aceptar únicamente las divisiones políticas, ya que instantáneamente aparecen las más claras inconsistencias. La única solución general que se presenta a los fines de solucionar el problema sería reducir la definición de "país" (las comillas de país parecerían indicar en el sentido de establecer ciertamente que su definición de país, de ningún modo debe ser entendida en el mismo sentido de definición que podríamos hallar de esta palabra en un diccionario) al mínimo común denominador -una simple unidad en términos mundiales de proporción geográfica y política. Esto tiene la ventaja adicional -desde el punto de vista de la radioafición-, de la creación de una gran lista, que ofrezca el más amplio campo de realización posible, y



de este modo, ¿Quién no encontrará esto como una atractiva característica? Las distancias y la densidad de población son el objetivo de su postulado, dada la existencia en ciertas partes del mundo de muchas subdivisiones políticas dentro de pequeñas áreas territoriales, al tiempo que, en otras, existían grandes distancias con tan solo algunas subdivisiones políticas, por ejemplo, la Europa de preguerra. De igual modo, el área del Océano Pacífico de preguerra con sus islas, casi todas ellas posesiones de algún país europeo. Contando solo países políticos, contactar una isla del Pacífico no sería diferente de hacerlo con su país "madre" europeo. Asimismo, es fácil notar algo más: un "país" del DXCC nunca fue considerado un país en el sentido de tratarse únicamente de un estado político o nación. Así, una isla podría ser considerada como un país, ya sea que esta fuera políticamente independiente o no. Todo lo que haría falta entonces, sería una suficiente separación geográfica. Todavía sin una lista estandarizada, se produjo cierta confusión entre los DXistas de la época. Sabían qué podría ser un país, pero cómo encajaban ciertas entidades en las nuevas reglas, era aún materia de interpretación. En 1937, la necesidad de una lista estandarizada fue finalmente reconocida cuando llegó la hora de editar un nuevo mapa mundial por parte de la ARRL. Llegó la hora, sin embargo, en que el destino nos alcanzó cuando no pudimos seguir eludiendo el problema, y cuando no solo teníamos que listar los países del mundo a los fines de la radioafición, sino también reducir dicha lista a un número razonable (siendo un número razonable, digamos, unos doscientos países). El instrumento en manos del destino, que nos llevó a dar este considerable paso es el nuevo Mapa Mundial de la ARRL. En él, como en cualquier buen mapa, los países debían ser mostrados, no sólo en diferentes colores para cada uno, sino que también debía incluirse un listado de referencia en su base. La conexión entre la lista de este mapa y una "lista oficial de países" era obvia. Ofrecía un vehículo perfecto para la popularización y apreciación generales de una lista standard sugerida -no perfecta, ya que dicha perfección no podría darse, puesto que inevitablemente se daría el caso de diferentes personas insatisfechas con algunos de sus aspectos-, o al menos de un patrón de reconocimiento general, al que todos pudieran referirse y utilizar como punto de partida de futuras discusiones. Como resultante del mapa, la lista fue publicada. A partir de allí, los cambios fueron sucediéndose de acuerdo con las necesidades. Se ha reconocido, por supuesto, la existencia de unas pocas omisiones, y que alguna revisión fue posible. Como trasfondo, el programa del DXCC aparentaría haber sido diseñado como método para la comparación de las destrezas de los DXistas de la época. Su propósito entonces era proveer de los blancos a los cuales disparar en la persecución de la excelencia en el DX. Los "blancos", desembocaron en la Lista de Países del DXCC. Si dichos "blancos" eran contactados, el DXista podía calificar para el certificado DXCC que, en los años 30 de la preguerra, era un gran desafío. Cuando el programa del DXCC fue resucitado en 1947, con posterioridad a la guerra, el concepto básico no fue cambiado, y no lo ha sido hasta hoy. Es aún un certificado que combina "discontinuidad geográfica y entidades políticas" en una lista cohesionada que provee los objetivos standard para los DXistas de todo el mundo. No es un certificado que involucra solamente naciones políticas; tal certificado es el "Worked 100 Nations", patrocinado por Worldradio. Tampoco es un certificado para contactar únicamente islas; ya que tal certificado fue fundado a partir del programa "Islands on the Air" patrocinado por la Radio Society of Great Britain. El DXCC es un certificado único, híbrido, con reglas que toman en consideración la dinámica de las situaciones del mundo actual. Es un estudio de la historia política y geográfica del mundo desde 1945. ¿Puede usted explicarle esto a su vecino? Probablemente no. Después de todo, actualmente toma una página y media de texto la definición de país. Pero la línea de fondo de la cuestión es sencillamente esta: de su concepción original al presente, el DXCC es el certificado más popular.

## **TEMA 4-16**

### **USO DE REPETIDORAS**

Principalmente en las bandas de VHF la comunicación entre estaciones se efectúa a cortas distancias y/o con muy bajas potencias, por lo que es costumbre utilizar las repetidoras y con la intención de que quienes utilicen repetidoras coordinen su accionar en forma armónica se mencionan a continuación algunos consejos y sugerencias:

- a) De existir interferencias intencionales, no cometa usted igual error, y de ser posible cambie de frecuencia.
- b) Procure ser lo más breve posible en el uso de la repetidora.
- c) Cuando usted recibe la palabra espere el corte de la repetidora ya que esto permite la desactivación del relé de tiempo y además el ingreso de un nuevo corresponsal.

d) No monopolice una repetidora, la limitación de tiempo de su cambio es fundamental ya que para comunicados largos dispone de los canales en simplex asignados.

e) Cuando escuche en una repetidora una situación de emergencia no intervenga a menos que sea requerida su presencia.

Si usted y su corresponsal se pueden comunicar en simplex utilice la repetidora solo para realizar el encuentro y luego proceda a desplazarse a un canal en simplex dejando libre el canal de la repetidora para otras estaciones que lo necesiten.

## **TEMA 4-17 OTROS MODOS USADOS POR LOS RADIOAFICIONADOS**

Existen algunos modos, además de los comúnmente utilizados, que los radioaficionados debemos conocer, aunque normalmente no los utilizemos y ellos son:

**COMUNICACIONES VÍA SATÉLITE:** ver tema 21 en este libro.

**COMUNICACIONES TIERRA-LUNA-TIERRA:** la luna representa un buen blanco para las ondas de radio y por tal razón se la utiliza como reflector pasivo de las señales de radio. Los primeros ensayos se realizaron en la banda de 2 metros a finales de la década de 1950. El coeficiente de reflexión de la superficie lunar es de aproximadamente el 7% por lo que casi el 93% de la potencia enviada hacia ella es absorbida y además del 7% que se refleja la mayoría se pierde en el espacio por lo que realmente vuelve a la tierra puede considerarse casi despreciable y por tal razón es un gran desafío para los radioaficionados los que deben utilizar las máximas potencias permitidas, la máxima sensibilidad en los receptores, las antenas con mayor ganancia y todo elemento que permita una mayor ganancia de señal. En las comunicaciones por rebote lunar, dadas las características del sistema, se autoriza a emplear potencias superiores a las asignadas a cada categoría. Debe tenerse presente que durante el recorrido de la señal de radio hasta y desde la luna, la polarización puede girar varias veces debido al campo magnético de la tierra y de la luna (a esto se le denomina rotación de Faraday) y produce un fading cíclico, que es muy rápido en bajas frecuencias.

**COMUNICACIONES POR RADIOTELETIPO (RTTY):** El Hand Book dice que se comenzó en 1946 con la manipulación de puntos y rayas en la banda de 80 metros en onda continua. Después en 1953 se comenzó con la manipulación por desplazamiento de frecuencia estableciéndose una norma de 850 Hz de diferencia entre la marca y el tono. De acuerdo con el Hand Book de la ARRL "la teleimpresión es una forma de comunicación basada en un código binario sencillo proyectado para transmisión electromecánica". Bien, esto parece decir que es algo como el CW, pero con la asistencia de un sistema mecánico (informática en el moderno caso de las computadoras) donde existe un código binario de trabajo-reposo.

Ahora vamos a ver cómo y de qué manera se registra y codifica información usando una señal digital. Lo primero que nos desespera cuando vemos la publicidad de los TNC Multimodo son esas extrañísimas palabras como BAUDOT, AMTOR, ASCII, FEC, SITOR, NAVTEX, etc.

Estos son los nombres de los diferentes códigos binarios. Bien la diferencia es que a mayor complejidad de nivel (que no es otra cosa que la cantidad de Ceros y Unos que representan a cada signo) hay mayores posibilidades de corrección de errores. Así, por ejemplo, el BAUDOT llamado también Código ITA2 es un código de 5 niveles que representa a la letra A como 00011. Es el código más antiguo usado por radioaficionados. Esto es básicamente el RTTY pero tiene sus problemas. En AMTOR la A se representa como 1000111 (código de 7 niveles), en tanto el código ASCII es de ocho niveles basando su diferencia que el octavo elemento que lo diferencia del AMTOR y se llama "bit de Paridad" utilizado para corrección de errores. Sabemos que el código BAUDOT es de cinco niveles es decir que cualquiera sea la letra o signo siempre se representará con cinco ceros o unos. Así las cosas vemos que hay 32 combinaciones posibles pero con un alfabeto de 26 letras, 10 números y símbolos especiales (= ; + } : /) estas 32 combinaciones no son suficientes. Para subsanar este inconveniente se acude nuevamente a nuestro teclado en lo que sería la "traba de mayúsculas". De esta manera si escribimos sin traba de mayúsculas (en la computadora sería la tecla Shift-Lock o bien Caps-Lock) se envía un carácter antes de cada letra denominado carácter LTRS (letras). Este carácter se escribe como 11111 en BAUDOT. Si trabajamos la tecla mayúscula la máquina envía antes de cada letra un carácter denominado FIGS que se escribe como 11011.

En BAUDOT la letra U se escribe 00111 pero si antes de esta secuencia la máquina recibió el carácter FIGS (11011) lo interpretará como el número 7.

En condiciones normales de propagación este código funciona muy bien, pero si la máquina recibe un bit 1 como 0 aparecen los errores. Sin embargo, nuestro cerebro tiene la capacidad de reconstruir una palabra en base a muy pocas letras. Lo mismo sucede en telegrafía donde los que saben aseguran que hay caracteres que no interpretan, pero reconstruyen la palabra en base a los que sí entendieron. Esto es una aplicación de un programa de corrección de error que hace el cerebro sin que nos demos cuenta. Otro ejemplo, cuando escuchamos una canción, aun cuando no interpretemos toda la letra la cantamos a coro porque estamos aplicando este sistema de corrección de errores inconsistente. Para facilitarnos la vida, apareció el código AMTOR que es una contracción de la palabra Amateur Teleprinting Over Radio diseñado en la década del 50 por Peter Martínez G3PLX, quien se basó en el ya existente código marítimo SITOR en sus dos modos SITOR A y SITOR B, en los códigos marítimos se escriben largas secuencias de números que llevan codificados datos de temperatura, humedad, etc. AMTOR es un código de siete niveles o sea que cada carácter es representado por 7 elementos, pero si calculamos veremos que seguimos teniendo nuestro límite de 32 posibles caracteres. La gran diferencia está en que al haber siete elementos siempre hay en cada carácter tres ceros y cuatro unos. Entonces la letra A se representa por 1000111 mientras que la letra U se escribe 1001110, y al haber un número fijo de ceros y unos en cada carácter se puede hacer un sistema de corrección de error. La máquina receptora hace una verificación interna de cada carácter recibido esta verificación le exige que haya 3 ceros y 4 unos antes de representar la letra en la pantalla si no se reúnen estas condiciones mostrará un espacio en blanco o bien utilizará el sistema de corrección de error previsto en el submodo ARQ. Dijimos que hay dos códigos SITOR, el A y el B. En AMTOR hay también dos modos, el AMTOR FEC y el AMTOR AR. El segundo es el que emplea una corrección de error que podríamos decir que trabaja como una suerte de eco. Veamos, supongamos que estoy en un QSO por fonía y me pasan una casilla de correos. Todos solemos repetir a nuestro corresponsal el número que creímos recibir hasta que aquel nos dice OK. Eso es un sistema de corrección de error ya que no damos por cierto el número hasta que el emisor nos da el OK. En ARQ sucede lo mismo con la diferencia que ambas máquinas deben sincronizar sus relojes internos. Así, una envía un carácter y la otra le responde el mismo carácter. El OK se lo da la máquina enviando el siguiente carácter. Supongamos que nos llegó una letra F nuestra máquina repite K (porque cree que eso es lo que escuchó) a lo que la otra seguirá mandando la letra F hasta que la nuestra le responda F tras lo cual recién llegará el próximo carácter.

**PACKET RADIO:** ver temas 15 y 23 en este libro.

**TELEVISIÓN DE BARRIDO LENTO (SSTV):** la televisión de barrido lento es un sistema de banda estrecha limitado a 3 kHz para transmitir imágenes de vídeo por la conversión de la imagen en un tono variable que alimenta el transmisor. Una señal representativa de SSTV consta de un tono de 1500 Hz que varía por debajo de 1200 Hz para el sincronismo y es modulado hasta los 2300 Hz para la imagen, siendo 1500 Hz el nivel de negro y 2300 Hz el nivel de blanco. Los impulsos de sincronismo son 5 milisegundos para el horizontal y 30 milisegundos para el vertical, siendo la secuencia de exploración de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo y se exploran 120 líneas por cuadro.

**FACSÍMIL DE AFICIONADOS (FAX):** el fax es un sistema mediante el cual la información gráfica o fotográfica es transmitida por medio de transmisores con señales de sincronismo por cada principio de exploración de línea. En general la velocidad es de 120 líneas por minuto y una densidad de exploración de 96 líneas por pulgada.

**TELEVISIÓN DE AFICIONADOS (ATV):** el sistema ATV utiliza los mismos estándares que la televisión comercial con la única diferencia que se transmiten ambas bandas laterales.

## TEMA 4-18

## RECURSOS EXTERNOS

### TEMA 4-18.1

### SITIOS WEB



Sitio web de QRZ.com, cuenta con información sobre radioaficionados ingresando su señal distintiva. Permite ubicar radioaficionados en un mapa y buscar grids.

En inglés.

<https://www.qrz.com/>



Sitio web de la eQSL, permite gestionar tarjetas QSL virtuales.

En inglés.

<https://eqsl.cc/qslcard/Index.cfm>



Sitio web del LogBook of the World de la ARRL. Permite llevar online un libro de guardia.

En inglés.

<https://lotw.arrl.org/lotwuser/default>

### TEMA 4.18.2

### APLICACIONES PARA COMPUTADORAS

**LOG4OM:** permite llevar libros de guardia, incluye control CAT, análisis de propagación, integración con múltiples plataformas como LOTW, eQSL y QRZ entre otras y muchas más funciones.

**JUST LEARN MORSE CODE:** permite aprender, practicar y evaluar el progreso de código Morse, incluye método Koch y tiempo Farnsworth. Disponible en inglés para Windows.

### TEMA 4-18.3

### APLICACIONES PARA CELULARES

**IZZUUF Morse Koch CW:** permite aprender, practicar y evaluar el progreso de código Morse, incluye método Koch y tiempo Farnsworth. Disponible en inglés para Android.

**TEMA 5-1****ELECTRÓNICA BÁSICA**

La electricidad es una forma de la energía debida al movimiento de los electrones que se produce por diversos medios y que se manifiesta por medio de fenómenos químicos, mecánicos o caloríficos. La energía existe en la naturaleza en muy diversas formas y para convertirla en electricidad es necesario actuar sobre ella y efectuar su transformación. Los principales sistemas para la obtención de electricidad son:

- agua (energía hidroeléctrica, mareomotriz)
- combustión térmica (carbón, gas oíl)
- calor del subsuelo (geotérmica)
- viento (eólica)
- luz (fotovoltaica)
- química (reacciones de ácidos y metales)
- atómica (fisión y fusión nuclear)

Todos los elementos que nos rodean están constituidos por materia y si dividimos esta materia nos encontramos con las partes que la constituyen: moléculas, átomos, protones, y electrones.

Los electrones existen en todos los átomos. Los átomos son la menor partícula de un elemento que todavía es el elemento, su tamaño es aproximadamente 0,000 000 1 milímetros. El átomo se compone de protones, neutrones, positrones, mesotrones, etc., y de electrones que son los que nos interesan. Cada átomo contiene una cierta cantidad de electrones que giran en órbitas, los más alejados del centro o núcleo están menos ligados y por tanto se desprenden con facilidad. Estos electrones libres son la electricidad, la única que nos interesa en radio.

Para que exista electricidad los electrones deben moverse en un sentido y esto se logra:

- por medio de imanes que giran -> dínamos
- por medio de conductores que giran -> alternadores
- por acción química -> pilas y baterías
- por acción de la luz -> celdas fotovoltaicas
- por acción del calor -> pares termoeléctricos
- por compresión o curvatura -> cristales piezoeléctricos

Según el comportamiento de los materiales con respecto a la corriente eléctrica podemos clasificarlos en tres grandes grupos:

- conductores -> permiten el paso sin casi oposición
- semiconductores -> permiten el paso en determinada condición
- aisladores -> impiden casi totalmente el paso

**TEMA 5-1.1****ACERCA DEL MAGNETISMO**

Charles-Augustin de Coulomb nació en Angulema, Francia, el 14 de junio de 1736 y murió en París, el 23 de agosto de 1796. Fue el precursor de la ciencia experimental en Francia, se hizo famoso por sus investigaciones en la electricidad y el magnetismo. Calificado como un matemático e ingeniero con el amor por la definición y el hábito de la medida, llegó a resultados cuantitativos, midió la fuerza de atracción y repulsión entre cuerpos electrizados, o polos magnéticos, y formuló las leyes que lo gobiernan. Realizó sus estudios en París, donde demostró aptitud por las matemáticas, ingresando luego al ejército como ingeniero militar, en 1779 compartió con Jean Henri van Swinden un premio ofrecido por la academia para el mejor diseño de una brújula náutica. En 1784 presentó un trabajo que versaba sobre la elasticidad de los alambres, sometidos a un esfuerzo de torsión. Observó en estos experimentos que una fuerza muy débil bastaba para retroceder en un amplio ángulo, a un alambre fino y largo, y esto lo llevó a inventar su conocida balanza de torsión, esta se componía esencialmente de una aguja liviana, suspendida de un alambre fino, protegido de las corrientes de aire por medio de un vidrio. Una escala graduada indicaba las vueltas del par antagónico, y el ritmo de las oscilaciones impresas sobre la aguja permitía calcular la magnitud de la fuerza, causante por la deflexión. Esta balanza de torsión encontró muchas aplicaciones y Henry Cavendish la empleó para determinar la densidad de la tierra al compararla con una esfera de plomo. Pero Coulomb encontró el uso más valioso para su invención al utilizarla para medir la débil fuerza de la electricidad por frotamiento y el magnetismo. La aguja de Coulomb era muy sensible y giraba 90° influida por una barra de lacre frotado que estuviera a un metro de distancia. Hizo el gran descubrimiento de que la fuerza eléctrica obedecía las mismas leyes que la fuerza de gravedad. Al aproximar cuerpos electrizados

a la aguja, que en sí también era pasible de ser afectada, Coulomb descubrió que la atracción, o repulsión entre dos cantidades de electricidad era directamente proporcional a las cantidades e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias que las separaba, en otras palabras, si la distancia entre los cuerpos era doble, triple o cuádruple, la fuerza que mutuamente se inducían, era respectivamente un cuarto, un noveno, o un dieciseisavo de lo que había sido anteriormente. Demostró que la fuerza de atracción o repulsión entre dos polos magnéticos es directamente proporcional a la intensidad de dichos polos, halló que los polos no estaban en el extremo del imán, sino en su proximidad. Opinaba que un imán estaba compuesto de partículas infinitesimales, cada una de las cuales era un imán, y demostró que el hierro perdía sus virtudes magnéticas cuando se lo calentaba a 700º centígrados. Todos estos descubrimientos de Coulomb prepararon el camino para que otros hombres de ciencia pudieran seguir nuevas pistas de investigación. El congreso internacional de electricistas, reunido en París en 1884, al reconocer la enorme importancia de sus contribuciones científicas, eligió su nombre para designar la unidad práctica de cantidad de electricidad, el coulomb.

El magnetismo lo fascinó hasta el fin de sus días; poco antes de su muerte modificó su opinión de que la propiedad magnética era hasta cierto punto común a todos los cuerpos, llegó a esta conclusión al observar que un grano de hierro era capaz de magnetizar diez kilos de otra sustancia. Según quedara registrado en los anales de la historia, Coulomb fue el primero que aplicó las matemáticas a los fenómenos de la electricidad, su trabajo experimental fue exacto y profundo.

## **TEMA 5-1.2 LEY DE FARADAY**

Entre las leyes importantes de la electrotecnia debemos citar las de Faraday relativas a los fenómenos de inducción. Ellas establecen que en todo lugar donde existe un campo magnético variable se producen variaciones de tensión eléctrica cuya magnitud depende de la velocidad de las variaciones del campo magnético. Lo mismo que el campo magnético producido por una corriente es perpendicular a la corriente que lo origina, la dirección de las tensiones eléctricas producidas actúa perpendicularmente al campo magnético que las produce.

## **TEMA 5-2 COMPONENTES ELECTRÓNICOS BÁSICOS**

### **TEMA 5-2.1 RESISTENCIAS**

Un resistor o resistencia materializada es un dispositivo que se opone flujo de la corriente y disipa la energía eléctrica como calor. Existen dos tipos fundamentales de resistores, los fijos y los variables. Los resistores fijos son comúnmente de una composición de carbón, hilo bobinado o de película. Una corriente puede circular por un conductor solamente si hay una causa que empuje los electrones a moverse y ésta causa es la fuerza electromotriz. Pero la intensidad de la corriente que circula por el conductor está limitada por varios factores. Podemos comparar la intensidad de la corriente que fluye de una fuente de energía con el agua que sale de un tanque. La cantidad de agua depende de la altura del tanque (comparable a la tensión de la fuente) y al diámetro del caño y esto lo podemos comparar con la electricidad ya que un conductor muy fino opondrá una gran resistencia al paso de la corriente en cambio un conductor grueso casi no ofrecerá resistencia. De esto se desprende que la resistencia es la oposición al pasaje de una corriente. La unidad de resistencia es el ohm ( $\Omega$ ) y sus múltiplos el kilo ohmio y el mega ohmio y puede definirse como si conectando un conductor a una fuente de energía de 1 voltio por él circula una corriente de 1 amperio la resistencia de dicho conductor será de 1  $\Omega$ . Toda resistencia genera calor y por tanto al dimensionar un circuito debemos tener en cuenta ese calor y determinar el tamaño físico de la resistencia que está en relación con los vatios de disipación de calor. Existen diversos tipos de resistencias dadas las características del material usado en su construcción, pero los principales tipos son:

- Pirolíticas: son para baja potencia, precisión mejor al 5%, buena estabilidad térmica y se presta a la miniaturización.
- Composición: son para baja potencia, regular precisión, poca estabilidad térmica, buenas en alta frecuencia.
- Metal-óxido: muy estables en todas condiciones, precisión mejor al 2%, se prestan a la integración
- Bobinadas: estables a altas temperaturas, precisión 5%, para temperatura, posee efecto inductivo.

- VDR - Voltage Dependent Resistor: Disminuyen su resistencia al aumentar la tensión, ideales para estabilización de fuentes.
- NTC - Negative Temperature Coefficient: Disminuyen su resistencia al aumentar la temperatura, ideal para control y medidas.
- PTC - Positive Temperature Coefficient: Aumentan su resistencia al aumentar la temperatura, usadas como relé de retardo.
- Potenciómetros: básicamente son un trozo de material resistivo con dos contactos en sus extremos y otro deslizante que puede conectar en cualquier lugar entre los otros dos. Los tipos más comunes se agrupan en dos sistemas: los bobinados contruidos a base de hilo resistivo arrollado sobre un aislante y un cursor que se desliza sobre él y los de composición formados por una mezcla.

### TEMA 5-2.1.1

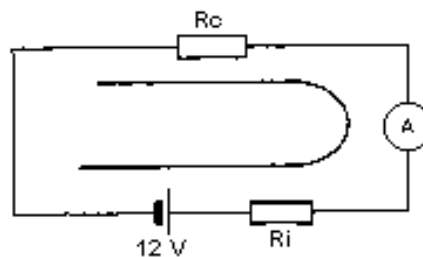
### CÓDIGO DE COLORES EN RESISTENCIAS

NEGRO	0	MARRON	1	ROJO	2	NARANJA	3
AMARILLO	4	VERDE	5	AZUL	6	VIOLETA	7
GRIS	8	BLANCO	9	ORO	5%	PLATA	10%

### TEMA 5-2.1.2

### CÁLCULOS CON RESISTENCIAS

#### CÁLCULOS CON RESISTENCIA INTERNA DEL GENERADOR



Sea  $R_c = 3 \Omega$  y  $R_i = 1 \Omega$ , por ley de Ohm:

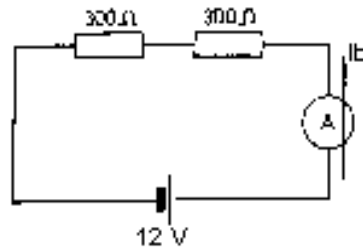
$$I = \frac{E}{R_c + R_i} = \frac{12}{3 + 1} = \frac{12}{4} = 3 A$$

La potencia generada en calor por  $R_c$  será:

$$W_c = I^2 \times R_c = 3^2 \times 3 = 9 \times 3 = 27 W$$

Debe siempre tenerse presente que la resistencia interna de cualquier generador debe considerarse como una resistencia en serie con la carga aplicada a dicho generador.

## CÁLCULOS DE RESISTENCIAS EN SERIE



Sea  $R_1 = 320 \Omega$  y  $R_2 = 300 \Omega$ , por ley de Ohm:

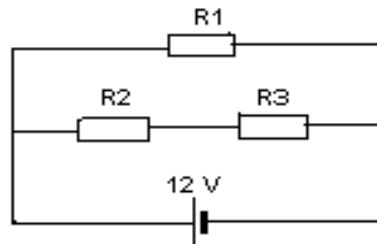
$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{320 + 300} = \frac{12}{620} = 0,0194 \text{ A}$$

$$W = I^2 \times R_T = 0,0194^2 \times 620 = 0,233 \text{ W}$$

$$W = E \times I = 12 \times 0,0194 = 0,233 \text{ W}$$

Como se aprecia la potencia se puede obtener conociendo la tensión y la intensidad o bien conociendo la intensidad y la resistencia.

## CÁLCULOS DE RESISTENCIAS EN PARALELO



Sea  $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2 = 20 \Omega$  y  $R_3 = 10 \Omega$ , primero debemos calcular la red serie  $R_2 + R_3$  y luego el total  $R_T$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{20 + 10}} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{30}} = 7,5 \Omega$$

Como se ve la resistencia total resultante es menor que la menor de las resistencias individuales del circuito.

### TEMA 5-2.1.3 RESISTIVIDAD

En la estructura molecular de muchos materiales tales como el vidrio, la porcelana o la mica, los electrones son fuertemente mantenidos en su órbita y por tanto ofrecen gran dificultad al pasaje de la corriente por lo que se los denomina aisladores y su resistencia es elevadísima mientras que otros como la plata, el cobre o el aluminio al tener muchos electrones libres en su capa exterior son buenos conductores.

La resistividad de un conductor está dada por el coeficiente de resistividad por centímetro cúbico ( $\text{cm}^3$ ) que es innata al material y por la temperatura en grados Celsius.

A continuación, se dan algunos coeficientes para conocimiento y referencia.

Material	Resistividad en $\mu\Omega$ por $\text{cm}^3$	Coefficiente de temperatura a 20° C	Material	Resistividad en $\mu\Omega$ por $\text{cm}^3$	Coefficiente de temperatura a 20° C
Aluminio	2,83	0,0049	Cobre	1,73	0,0039
Plata	1,63	0,004	Hierro	9,8	0,006
Bronce	7,5	0,007	Nicromo	108,00	0,0002
Constantán	49	0,00001	Cromo	2,7	0,003



## TEMA 5-2.1.4 CONDUCTANCIA

La conductancia es la medida de la facilidad con que fluye una corriente en un circuito y es la inversa de la resistencia. El símbolo de la conductancia es G y la fórmula es  $G = I / E$ . Cuando I está expresada en amperes y E en voltios la conductancia estará en siemens, representado con la letra S.

## TEMA 5-2.2 CONDENSADORES

Un condensador consta de dos conductores separados por un dieléctrico o vacío que se pueden cargar con electrones a través de las conexiones a una fuente de voltaje y que se puede descargar a través de un circuito conductivo. La capacidad es la medida de la disposición de un condensador para recibir una carga de electrones o electricidad y es la relación entre el número de culombios de carga y el número de voltios de diferencia de potencial entre los conductores del condensador denominándose faradio.

La unidad fundamental es el faradio y se establece en un capacitor cuyas placas tienen la carga de un culombio cuando la diferencia de potencial es de un voltio. El faradio es una unidad muy grande y por tanto en la práctica se utilizan el microfaradio que es la millonésima parte y cuya abreviatura es  $\mu\text{F}$ , el nanofaradio que es la milésima parte de un microfaradio y se abrevia como nF y el picofaradio, la milésima parte del nanofaradio y cuya abreviatura es pF.

La capacidad depende de varios factores ya que aumenta con el área de la superficie activa de la placa, que es la que hace contacto con el dieléctrico. También aumenta con la constante dieléctrica del material aislante. Pero disminuye cuando más grueso sea el dieléctrico o mayor la separación entre placas. La capacidad total de varios condensadores conectados en paralelo es igual a la suma de cada una de las capacidades. Ejemplo: siendo  $C_1 = 10 \mu\text{F}$ ;  $C_2 = 20 \mu\text{F}$  y  $C_3 = 50 \mu\text{F}$  el valor total será  $C = C_1 + C_2 + C_3$  y por tanto  $C = 10 + 20 + 50 = 80 \mu\text{F}$ .

La capacidad total de varios condensadores iguales conectados en serie es igual a la capacidad de uno de ellos dividida por el número de condensadores. Ejemplo: siendo  $C_1, C_2$  y  $C_3 = 60 \mu\text{F}$  el valor de  $C = 60 \mu\text{F} / 3 = 20 \mu\text{F}$ .

La capacidad total de varios condensadores desiguales conectados en serie se establece considerando la inversa de la suma de las inversas de cada uno de ellos. Ejemplo: siendo  $C_1 = 12 \mu\text{F}$ ;  $C_2 = 4 \mu\text{F}$  y  $C_3 = 60 \mu\text{F}$

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{4} + \frac{1}{60}} = \frac{1}{\frac{5}{60} + \frac{15}{60} + \frac{1}{60}} = \frac{1}{\frac{21}{60}} = 2,86 \mu\text{F}$$

Debe tenerse presente que en los condensadores conectados en serie la diferencia de potencial aplicada se divide entre ellos en forma inversa a sus capacidades y por tanto el condensador más pequeño de la serie tiene siempre el voltaje mayor y el condensador de mayor capacidad tendrá el voltaje menor. Ejemplo: si tomamos el ejemplo anterior y le aplicamos una tensión de 315 voltios este voltaje se dividirá proporcionalmente a los números 5, 15 y 1 y al sumar los numeradores nos da  $5 + 15 + 1 = 21$  entonces dividiendo  $315 / 21 = 15$  debemos inferir que:

$$C_1 = 5 \times 15 = 75 \text{ V}$$

$$C_2 = 15 \times 15 = 225 \text{ V}$$

$$C_3 = 1 \times 15 = 15 \text{ V}$$

Sumando  $75 + 225 + 15 = 315 \text{ V}$ , como se ve  $C_2$  que es el condensador más chico tiene la mayor tensión y  $C_3$  que es el más grande la tensión menor.

Si no hubiese pérdidas de energía en un condensador la corriente estaría adelantada con respecto al voltaje en  $90^\circ$  y el factor de potencia sería 0, pero cuando haya pérdidas la corriente se adelanta menos de  $90^\circ$  y el factor de potencia es mayor que 0.

### TEMA 5-2.2.1

### CÓDIGO DE COLORES CAPACITORES DE POLIESTER

La primera franja (la más alejada de los terminales) indica la primera cifra significativa del valor en picofaradios, la segunda franja representa la segunda cifra significativa, la tercera el factor de multiplicación y si las hubiese, la cuarta indica la tolerancia y la quinta la tensión de trabajo:

Color de la banda	1 <sup>ra</sup> y 2 <sup>da</sup> banda	Multiplicador	Tolerancia si C > 10 pF	Tolerancia si C < 10 pF	Tensión máxima de trabajo
Negro	0	1	± 20 %	± 1 pF	
Marrón	1	10	± 1 %	± 0,1 pF	100 V
Rojo	2	100	± 2 %	± 0,25 pF	250 V
Naranja	3	1000			
Amarillo	4	10 000			400 V
Verde	5	100 000	± 5 %	± 0,5 pF	
Azul	6	1 000 000			630 V
Violeta	7				
Gris	8				
Blanco	9		± 10 %		

### TEMA 5-2.2.2

### DIELÉCTRICOS

El factor de potencia es una medida de la pérdida de energía que se produce en un material dieléctrico y es la fracción de energía que se disiparía en forma de calor si la corriente y el voltaje aplicado se convirtiera en potencia térmica y cuyo valor en vatios es igual a  $E \times I$ . La pérdida de energía de un condensador, en alta frecuencia, se admite que es proporcional a un factor igual al producto de la constante dieléctrica por el factor de potencia y por tanto para que el factor de pérdida sea bajo, tanto la constante dieléctrica como el factor de potencia deben ser relativamente pequeños.

A continuación, se dan las propiedades de algunos materiales dieléctricos.

Clase de material	Constante dieléctrica	Factor de potencia	Clase de material	Constante dieléctrica	Factor de potencia
Mica	5,4 a 8	0,2	Compuestos fenólicos	5 a 6	0,8 a 1,2
Papel	2 a 2,6		Esteatita baja pérdida	4,4	0,2
Ceras	1,9 a 3,2	0,1 a 0,3	Dióxido de titanio	90 a 170	0,1
Estatita	4,8 a 6,5	0,4	Poliestireno	2,3 a 2,4	0,02 a 0,05
Cuarzo	4,7 a 5,1	0,02 a 0,03			

### TEMA 5-2.2.3

### CONDENSADORES EN CIRCUITOS DE CA y CC

Cuando se conecta un condensador en un circuito de CC bloquea el paso de la corriente ya que, una vez terminado el período inicial de movimiento de electrones durante la carga del condensador, cesa el paso de la corriente, al ser interrumpido el circuito por el dieléctrico (siempre algo de corriente circulará pues el dieléctrico no es aislante perfecto). Este pequeño paso de corriente resulta más perceptible en los condensadores electrolíticos.

Si a las armaduras de un condensador se le aplica una CA se producirá su carga y descarga un cierto número de veces por segundo (de acuerdo con la frecuencia de la corriente alternada) y el flujo de electrones de esa carga y descarga constituye una corriente alternada.

Por lo expuesto anteriormente se deduce que un condensador permite el fluir libremente a la corriente alternada y ofrece una oposición total (o casi total) a la corriente continua.

## TEMA 5-2.3

## BOBINAS Y TRANSFORMADORES

Muchas veces es necesario confeccionar una bobina para alguna necesidad de nuestra radioestación y los manuales, libros y revistas nos indican las bobinas a fabricar con alambre n.º AWG pero no sabemos su diámetro ni su sección en milímetros por lo que la tabla aclara en algo este vacío:

AWG	Diámetro	Sección	AWG	Diámetro	Sección	AWG	Diámetro	Sección	AWG	Diámetro	Sección
0000	11,86	107,2	7	3,665	10,55	17	1,150	1,04	27	0,3606	0,10
000	10,40	85,3	8	3,264	8,36	18	1,024	0,82	28	0,3211	0,08
00	9,226	67,43	9	2,906	6,63	19	0,9116	0,65	29	0,2859	0,064
0	8,252	53,48	10	2,588	5,26	20	0,8118	0,52	30	0,2546	0,051
1	7,348	42,41	11	2,305	4,17	21	0,732	0,41	31	0,2268	0,040
2	6,544	33,63	12	2,053	3,31	22	0,6438	0,33	32	0,2019	0,032
3	5,827	26,67	13	1,828	2,63	23	0,5733	0,26	33	0,1798	0,0254
4	5,189	21,51	14	1,628	2,08	24	0,5106	0,20	34	0,1601	0,0201
5	4,621	16,77	15	1,450	1,65	25	0,4547	0,16	35	0,1426	0,0159
6	4,115	13,30	16	1,291	1,31	26	0,4049	0,13	36	0,1270	0,0127

Cuando dos bobinas se hallan colocadas en forma que existe una relación inductiva entre ellas, las líneas de fuerza de la primera cortan a las espiras de la segunda e inducen una corriente; esta disposición se llama transformador. Esta denominación corresponde al hecho que la energía es transformada de un devanado a otro. La autoinducción en la que se produce el flujo original se denomina primario y el devanado en el que se produce la tensión inducida se denomina secundario.

Los transformadores pueden ser con núcleo de aire o magnético (chapas de hierro o cuerpos de ferrita) según las frecuencias a que han de trabajar. Debe tenerse presente que la corriente solo puede trasladarse de un bobinado a otro si la alimentación primaria es corriente alternada. Hay tres clases principales de transformadores; los empleados en circuitos de frecuencia muy bajas (energía eléctrica domiciliaria), en audiofrecuencia y en radiofrecuencia. El transformador ideal es el que cumple los siguientes requisitos:

- La resistencia de las bobinas es nula.
- Las pérdidas en el núcleo son despreciables.
- El flujo magnético atraviesa todas las espiras del secundario.
- La capacidad entre las bobinas y tierra es despreciable.

Si bien cabe aclarar, aunque este transformador es imposible de lograr, se debe tratar de construirlos con características lo más parecidas a ellas.

Existe un modelo de transformador muy utilizado y es el llamado autotransformador donde una parte del bobinado primario es a la vez secundario con el ahorro en cobre que esto significa, pero tiene la desventaja de que no aísla la tensión de red de la carga como en el caso de los transformadores.

### TEMA 5-2.3.1

### BOBINAS DE INDUCCIÓN

La selección del tipo de devanado y de soporte de las bobinas de inducción para sintonización en alta frecuencia depende, en gran medida, de la máxima capacidad distribuida admisible ya que una bobina que tiene capacidad distribuida y está conectada en serie con una tensión, la inductividad y la capacidad de dicha bobina son resonantes en paralelo a alguna frecuencia. Es decir: la capacidad distribuida de la bobina tiene el mismo efecto que si colocáramos un condensador en paralelo con dicha bobina. La capacidad distribuida de una bobina aumenta al juntar las espiras y también cuando el devanado es de varias capas. Cuando se necesitan bobinas de varias capas debe tratarse de bobinarlas en forma de panal ya que en este caso las espiras se cruzan en ángulos en lugar de quedar paralelas entre sí en las sucesivas capas. Las bobinas auto soportadas tienen una capacidad distribuida mínima ya que la constante dieléctrica del aire es menor que la de cualquier material de soporte que podamos utilizar. Debe tenerse presente que, en las bobinas, la separación entre espiras reduce la capacidad por lo que, pudiendo, deben distanciarse las espiras como mínimo dos tercios del diámetro del alambre usado, pero no mucho más que dicha distancia ya que no se logra grandes disminuciones de la capacidad distribuida aumentando el espaciamiento.

Cuando dos bobinas generan entre sí autoinducción mutua, dicha autoinducción mutua se suma a la inductividad propia de la bobina si es positiva, cosa que sucede cuando los sentidos de las corrientes en las bobinas sean tales que los campos magnéticos tengan la misma polaridad; pero a la inversa se restan si los campos magnéticos son opuestos.

Si no hubiese pérdidas de energía en una bobina la corriente estaría atrasada con respecto al voltaje en 90° y el factor de potencia sería 0, pero cuando haya pérdidas la corriente se atrasa menos de 90° y el factor de potencia es mayor que 0.

### TEMA 5-2.3.2 INDUCCION MUTUA

La inducción mutua se define como el aumento de la inducción total de los circuitos, cuando este aumento se debe al acoplamiento entre ellos. La cantidad de inducción mutua de dos bobinas depende de muchos factores y entre los más importantes se cuentan las posiciones y tamaños relativos de las bobinas.

La inducción mutua se determina generalmente por mediciones ya que la fórmula que dan valores exactos es excesivamente complicada en su forma y las fórmulas simplificadas dan errores.

### TEMA 5-2.3.3 COEFICIENTE DE ACOPLAMIENTO

La eficacia de un acoplamiento o grado de acoplamiento entre dos circuitos se mide como una fracción llamada coeficiente de acoplamiento.

En las bobinas con núcleo de aire el coeficiente está comprendido entre 0,02 y 0,10 y en los transformadores con núcleo de hierro llegamos a valores hasta de 0,90.

Conociendo las autoinducciones de dos bobinas y la inducción mutua podemos calcular el coeficiente de acoplamiento utilizando la fórmula siguiente:

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_a \times L_b}}$$

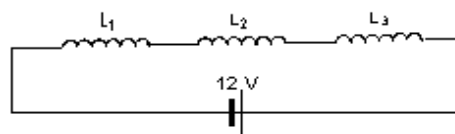
Donde k es el coeficiente de acoplamiento, M la inducción mutua de los circuitos; La y Lb las autoinducciones de los dos circuitos.

Los acoplamientos cuyo coeficiente es menor de 0,5 se dice que tienen un acoplamiento débil mientras que aquellos cuyo coeficiente es de 0,5 o mayor se dice que tienen un acoplamiento fuerte. Las bobinas que se pueden conectar a un circuito con el solo propósito de aumentar su autoinducción o que, por el contrario, se pueden desconectar para disminuirla, se llaman bobinas de carga. El factor o coeficiente de acoplamiento es muy importante en el diseño de las frecuencias intermedias de los receptores.

### TEMA 5-2.2.4 CÁLCULOS CON INDUCTANCIAS

#### CÁLCULO DE INDUCTANCIAS EN SERIE

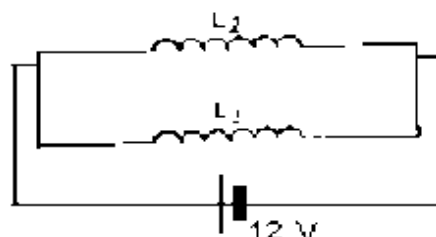
valor de L1 = 8 H, L2 = 5 H, L3 = 6 H como las inductancias en serie se suman tenemos LT = 19 H



#### CÁLCULO DE INDUCTANCIAS EN PARALELO

Cálculo de inductancias en paralelo  
valor de L1 = 8 H, L2 = 5 H entonces tenemos

$$L_T = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2} = \frac{8 \times 5}{8 + 5} = \frac{40}{13} = 3,077 H$$



Como se ve la inductancia resultante es menor que la menor de las inductancias ubicadas en el circuito.

## TEMA 5-2.2.5

## REACTANCIA

Una corriente alterna está siempre aumentando o disminuyendo por lo que la FEM (fuerza electromotriz) de autoinducción se opone continuamente a dichas variaciones y por tanto reducen el valor de la corriente alterna y se suman a la oposición de la resistencia óhmica pura.

A la oposición de las FEM de autoinducción se le llama reactancia inductiva o inductancia.

La reactancia se mide en ohm al igual que la resistencia pura ya que produce el mismo efecto de limitar el paso de la corriente alterna y el número de ohm de reactancia es igual (para la limitación citada) al que produce una resistencia óhmica pura de igual valor. La reactancia inductiva aumenta directamente con la frecuencia y la fórmula para calcularla es:

$$X_L = 2\pi fL$$

Donde f es la frecuencia en Hz y L la inductancia en H

En el caso de la reactancia capacitiva o capacitancia una corriente alterna fluye por un circuito que tenga capacitores ya que cada vez que la FEM de la fuente se invierte hay un paso de electrones de una placa del condensador hacia la opuesta a través de la fuente y tenemos una corriente alterna, aunque los electrones no atraviesen el dieléctrico del condensador ya que dicha corriente solo carga y descarga el condensador. Cuando mayor sea la capacidad del condensador mayor será la FEM de autoinducción y por tanto a mayor capacidad menor reactancia capacitiva porque fluirá más corriente.

La reactancia capacitiva se reduce cuando aumenta la frecuencia y la fórmula para calcularla es:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

Donde f es la frecuencia en Hz y C la capacitancia en F

## TEMA 5-2.2.6

## CÁLCULO DE TRANSFORMADORES

Las relaciones entre el voltaje aplicado al primario y la FEM inducida en el secundario está en íntima relación con las vueltas de los dos arrollamientos y puede decirse que: la relación entre la FEM del secundario y el voltaje del primario es igual a la relación entre el número de vueltas del secundario y el número de vueltas del primario o bien:

$$\frac{FEM_{secundario}}{Tensión_{primario}} = \frac{Vueltas_{secundario}}{Vueltas_{primario}}$$

Debe tenerse presente que cuando hay más vueltas en el secundario que en el primario, la FEM del secundario es mayor que el voltaje del primario y entonces tenemos un transformador elevador y por contrario si hay menos vueltas en el secundario que en el primario, la FEM del secundario será menor que el voltaje del primario y tenemos un transformador reductor. De un transformador no se puede sacar mayor potencia que la que le suministramos y es más, siquiera podemos sacar una cantidad igual porque siempre hay pérdidas tanto por resistencia óhmica en los devanados como por histéresis del hierro y por dispersión del flujo magnético fuera del hierro (reactancia de dispersión). La diferencia entre el voltaje del secundario sin carga y el voltaje a plena carga se llama regulación del transformador y se especifica, por lo general, en por ciento de la diferencia entre el voltaje sin carga y el voltaje a plena carga dividido el voltaje a plena carga. Ejemplo: sea un transformador cuyo secundario en vacío genera 368 V, en carga 350 V y por tanto la diferencia es de 18 V, dividiendo 18 V / 350 V = 0,0514 o lo que es lo mismo 5,14 %. Otra de las consideraciones para tener en cuenta es que la potencia comunicada al secundario del transformador debe ser igual a la suma de la potencia tomada por el primario menos las pérdidas propias del transformador detalladas anteriormente. El rendimiento en potencia de un transformador es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada en por ciento y lo denominamos rendimiento, y la diferencia entre el valor del rendimiento obtenido y el 100 ideal son las pérdidas que se transforman en parte en calor por lo antes explicado.

## TEMA 5-2.4 VÁLVULAS TERMOIÓNICAS

La emisión de electrones en una válvula se realiza a través del vacío de su tubo cuando su cátodo se ha calentado a temperatura suficientemente alta para que los electrones libres tengan suficiente velocidad como para viajar hacia el ánodo. En las válvulas hay dos tipos de emisores; los de calentamiento directo (filamentos) y los de calentamiento indirecto (cátodo) pero los de calentamiento directo pueden subdividirse en: filamentos de tungsteno puro, de tungsteno con torio y recubierto con óxidos metálicos. Las válvulas básicas son los diodos que constan de un cátodo emisor y una placa receptora de los electrones o ánodo. Los triodos poseen agregado entre el ánodo y el cátodo una malla o hilo en espiral que permite controlar la corriente electrónica entre ambas y a este elemento se lo denomina grilla. Además, podemos citar los tetrodos y los pentodos que poseen dos o tres grillas de control.

## TEMA 5-2.5 DIODOS

Los diodos de cristal presentan conductividad distinta a las corrientes que circulan en sentidos opuestos en el punto de contacto entre el cuerpo cristalino (cátodo) y la punta de un alambre muy fino (ánodo) que toca la superficie del cristal. Existen varios tipos de cristales usados en diodos que se utilizan en equipos de radioaficionados pero los más comunes son:

- Diodos de Germanio: usados para frecuencias de hasta 100 MHz constan de un cristal de germanio y el ánodo es construido generalmente por un alambre de tungsteno o de platino.
- Diodos de Silicio: usados para frecuencias elevadas que superan los 30 000 MHz y constan de un cristal de silicio y su ánodo es realizado con alambre de tungsteno o de platino.

Los diodos se utilizan en los detectores de audio, limitadores de ruidos, detectores de relación, rectificación de corriente, discriminadores, etc. Físicamente son cilíndricos con un diámetro entre 2 y 10 mm y una longitud de 5 a 20 mm montados en cuerpos de cerámica o vidrio y se conectan a los circuitos por terminales de alambre. Su capacidad en paralelo es del orden de 1 pF, resisten voltajes continuos de pico inverso entre 50 y 200 V, es decir, se pueden utilizar cuando el voltaje eficaz de onda senoidal esté comprendido entre 35 y 140 V.

### TEMA 5-2.5.1 DIODOS ZENER

El diodo genéricamente denominado Zener puede trabajar en base a dos principios totalmente diferentes como lo son el efecto túnel y el efecto avalancha pero que para nuestro uso tanto las curvas de tensión e intensidad no difieren. El diodo Zener tiene diversas aplicaciones, pero fundamentalmente se lo utiliza para estabilizar tensiones. El circuito esquematizado en la figura 11-1 estabiliza una tensión igual a  $V_Z$  ya que la tensión  $V$  del generador puede variar dentro de ciertos límites, mientras que la tensión de salida  $V_Z$  permanece constante. La corriente  $I_R$  ha de variar provocando una caída de tensión sobre  $R$  que compensa las variaciones de  $V$ .

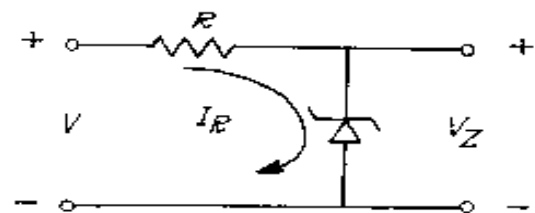


FIGURA 11-1

### TEMA 5-2.5.2 DIODOS VARACTORES O VARICAP

Es en la práctica un condensador variable con la tensión y está constituido generalmente por una unión de silicio que tiene una concentración de impureza especial para aumentar la variación de capacidad y minimizar la resistencia serie. Se los utiliza para sintonizar eléctricamente los circuitos resonantes y proporcionan una capacidad de alto Q en función de la tensión de radiofrecuencia.

También se los utiliza como multiplicadores de frecuencia (llamados en este caso multiplicador paramétrico) ya que no requieren potencia de CC de entrada.

### TEMA 5-2.5.3 FOTODIODOS

El fotodiodo es hoy utilizado en numerosos equipos de comunicaciones con el fin de variar la intensidad de luz del display de acuerdo con la luz ambiente. El sistema consiste en que en el fotodiodo se aprovecha el efecto por el cual una juntura NP polarizada en sentido inverso permite una circulación de corriente cuya

magnitud depende del flujo luminoso incidente y su construcción se realiza encapsulando el fotodiodo en un recipiente con una única cara transparente y sus dimensiones son de apenas algunos milímetros. Existen además fotodiodo conversores de energía solar comúnmente llamados "celdas solares" o "células fotovoltaicas" y con cada una de ellas pueden obtenerse potencias del orden de los 100 mW cuando están iluminadas con luz solar plena ya que generan 0,6 voltios en circuito abierto.

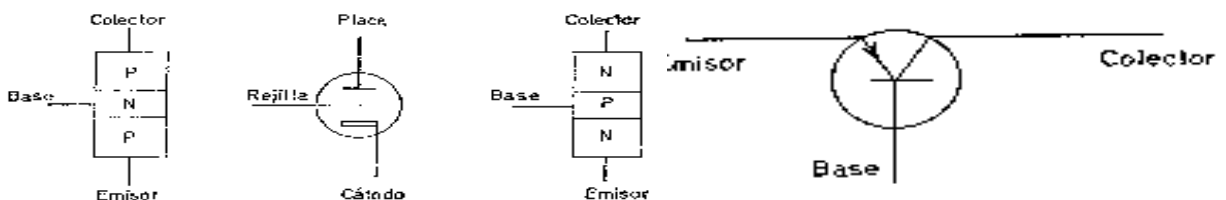
### TEMA 5-2.5.4 TIRISTOR O DISPOSITIVO SCR

Tiristor es el nombre genérico para designar la familia de los semiconductores de varias capas que comprende los DIAC, TRIAC, rectificadores SCR, diodos de cuatro capas, etc. El dispositivo SRC, vulgarmente llamado tiristor se lo utiliza ampliamente en el control de grandes bloques de potencia en corriente alterna de 50 Hz y se trata de un semiconductor de tres uniones al que se lo puede considerar como un tiratrón de estado sólido. Conduce corrientes de alta intensidad en sentido directo con baja caída de tensión y presenta una alta impedancia en sentido inverso, siendo sus terminales el ánodo, el cátodo y la puerta. Sin corriente la puerta es un interruptor abierto en ambos sentidos, pero una corriente suficiente en la puerta cerrará el interruptor en sentido directo y la conducción seguirá, aunque se suprima dicha corriente luego de conectada, por lo que un tiristor es un interruptor unidireccional de alta velocidad capaz de ser enclavado en sentido directo.

### TEMA 5-2.6 TRANSISTORES

El origen de la palabra transistor se debe a la fusión de dos términos ingleses transfer resistor (resistencia variable). Un transistor consta esencialmente de un pequeñísimo cristal de germanio al que se han añadido cantidades insignificantes de otros elementos determinados. La ventaja de los transistores sobre las válvulas es su pequeño tamaño, su poco peso y que no tienen cátodo caliente por lo que no consumen energía de calefacción de filamentos. Los transistores actuales pueden utilizarse en circuitos osciladores, amplificadores, etc. y en algunos casos con rendimientos muy superiores a la válvula. El transistor pesa aproximadamente la décima parte de la válvula más pequeña, ocupa un volumen veinte veces menor, no tiene cátodo caliente, no consume energía de calefacción, resiste esfuerzos mecánicos muy superiores a un tubo y su vida útil es (salvo maltrato eléctrico) indefinida. Todas estas ventajas han popularizado a los transistores que son básicamente un pequeñísimo cristal (silicio, germanio, arseniuro de galio, etc.) al que se le han añadido cantidades insignificantes de otros elementos. En un transistor se pueden considerar tres secciones llamadas emisor, base y colector, las cuales se pueden utilizar como los elementos de una válvula triodo ver en la figura.

Si el emisor y el colector son de material tipo P y la base de tipo N, se tendrá lo que se llama transistor de unión PNP. En cambio si el emisor y el colector son de material tipo N y la base de tipo P, se tendrá lo que llamamos transistor de unión NPN.



El símbolo usual para representar cualquier tipo de transistor es que la base es una línea recta y el emisor y el colector por líneas que hacen ángulo con relación a aquella. La línea inclinada correspondiente al emisor tiene además una cabeza de flecha que mira hacia adentro si el transistor es tipo PNP y mira hacia afuera cuando es NPN.

A continuación, se da un resumen de los tres montajes fundamentales en transistores:

Denominación	Resistencia de entrada	Resistencia de salida	Amplificación de corriente	Amplificación de tensión	Ganancia de potencia	Inversión de fase
Base común	Muy baja	Elevada	No	Elevada	Media	No
Emisor común	Media	Media	Elevada	Elevada	Elevada	Si
Colector común	Elevada	Pequeña	Elevada	No	Pequeña	No

Desde el punto de vista teórico es conveniente agrupar los circuitos con transistores en una de las tres disposiciones básicas como: emisor a masa, base a masa o colector a masa. Desde el punto de vista práctico se utiliza el tipo de señales que manejan y así tenemos: amplificadores con acoplamiento directo de continua, amplificadores con acoplamiento directo de alterna, amplificadores de audio, estabilizadores de continua, de acoplamiento entre pasos, controladores de ganancia, controladores de frecuencia, amplificadores de radiofrecuencia, inversores de fase, etc.

De acuerdo con su construcción se los agrupa en familias cuyos nombres son: de punto de contacto, de unión por crecimiento, de unión difusa, epitaxiales, etc.

**MEDIDA DE ALFA ( $\alpha$ ):** Para hacer la medición usando el método estático se debe primero ajustar todos los voltajes y corrientes de continua a los valores sugeridos por el fabricante del transistor. Tómese nota de los valores de corriente de emisor y de colector. A continuación, varíese la corriente del emisor en pequeño grado (0,05 a 0,2 mA) y anótese la variación que se produce en la corriente de colector. Alfa será entonces la razón entre la diferencia en los valores de corriente de colector y la diferencia entre los valores correspondientes en la corriente de emisor.

**MEDIDA DE BETA ( $\beta$ ):** Beta es el factor de amplificación de corriente de un transistor en la disposición con emisor a masa y puede definirse como la razón entre la variación de corriente del colector y la variación incremental de la corriente de base, para un potencial constante de colector.

Además de los transistores citados existen otros tipos basados en otras técnicas que los diferencian ya que su conducción se basa en la movilidad de huecos y de electrones en el interior del monocristal. En este sentido se encuentran los denominados FET, los del tipo MOSFET y los uniunión.

**Transistor FET:** la regulación de la conducción de estos dispositivos viene controlada por un campo eléctrico y de allí su nombre ya que las siglas tomadas del inglés significan Field Effect Transistor, transistor por efecto de campo. Pueden dividirse en tres grupos:

JFET: Junction (unión de juntura)

IGFET: Insulated Gate (puerta aislada)

MOSFET: Metal, Oxido, Semiconductor

## **TEMA 5-2.7 INTEGRADOS**

La mayoría de los circuitos integrados pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Monolíticos en donde todos los componentes se realizan en el mismo proceso y sobre un único trozo de silicio (chip).
- Híbridos en donde se incorporan componentes miniaturizados que no pueden obtenerse por las técnicas monolíticas.

Un integrado contiene en su interior miles de transistores, resistencias y condensadores separados por zonas de aislamiento e interconectados por pequeñas láminas de aluminio depositadas mediante técnicas especiales de vaporización. Se parte de un disco de silicio monocristalino de 2,5 cm de diámetro y 200  $\mu\text{m}$  de espesor y luego de diversas operaciones de fotograbado, oxidación y lavado crecen los transistores, luego los diodos, a continuación los condensadores y por último las resistencias. De todo este proceso finalmente de cada oblea o disco original de silicio salen muchos integrados que luego de una verificación del estado y calidad son cortados individualmente y cada uno de ellos recibe el nombre de chip. El chip se sujeta al encapsulado con un adhesivo y sus terminales se unen a los de la cápsula con finísimos hilos de oro y luego de su prueba final salen al mercado.



## TEMA 5-2.8

## CRISTALES PIEZOELÉCTRICOS

El cristal de cuarzo o piezoeléctrico tiene la propiedad de presentar deformaciones mecánicas cuando se somete a tensiones eléctricas y viceversa, son capaces de crear una tensión eléctrica cuando sobre ellos se aplican tensiones mecánicas. El cristal de cuarzo utilizado en osciladores tiene el aspecto exterior de una caja metálica cerrada del que asoman dos contactos. En el interior de la cápsula se encuentra una lámina de cuarzo de forma rectangular o circular que en sus dos superficies presenta metalizaciones unidas a los contactos externos. Dicha lámina presenta el efecto piezoeléctrico de forma que si se aplica una tensión eléctrica se produce una deformación mecánica y al eliminar esa tensión la lámina recupera su forma original pero previamente pasará por una serie de estados intermedios semejantes a una oscilación. La frecuencia a la que se produce esta oscilación es fija y depende exclusivamente del cristal pudiendo considerarse como frecuencia natural de oscilación y esto es lo que utilizamos en radio para fabricar osciladores que sean controlados y estabilizados en una frecuencia de trabajo. En algunos osciladores especialmente los de muy alta frecuencia no se emplea la oscilación mecánica fundamental sino frecuencias múltiplos de ella y en estos casos dichos cristales trabajan en el 3<sup>er</sup>, 5<sup>to</sup> y hasta 7<sup>mo</sup> armónico. Los cristales piezoeléctricos completos se caracterizan por su sección hexagonal, por terminar en punta y por poseer tres ejes distintos a saber: tres ejes ópticos paralelos a las caras del cristal, tres ejes mecánicos perpendiculares a las caras del cristal y tres ejes eléctricos que pasan por las aristas. Para que un cristal funcione eléctricamente debe ser cortado de tal forma que sus caras sean perpendiculares a su eje eléctrico y paralelos al eje óptico a fin de que al aplicarse un esfuerzo mecánico se generen cargas eléctricas. Para fabricar cristales piezoeléctricos se utilizan:

- Sal de Rochela: de gran efecto piezoeléctrico por lo que se la aplica en la construcción de micrófonos, parlantes, etc., pero su gran inconveniente es que no posee una frecuencia constante de operación, bajo coeficiente de temperatura y un factor Q bajo.
- Cuarzo: grandemente utilizado ya que posee alto coeficiente térmico, frecuencia constante de operación y factor Q medio.
- Turmalina: es un cristal de costo elevado, pero combina todas las características que lo hacen muy utilizado como alto coeficiente de temperatura, frecuencia de trabajo estable y alto Q.
- Fosfato de hidrógeno de amonio: es juntamente con el tartrato dipotásico y el tartrato dinámico etílico las nuevas sustancias piezoeléctricas utilizadas por ser, si bien no tan estables como el cuarzo, mucho más económicas. Cuando se aplica una tensión alterna al cristal tallado, éste vibra y si la frecuencia de la corriente se acerca o es igual a la frecuencia de resonancia mecánica la vibración será muy intensa.

La frecuencia de resonancia del cristal depende de sus dimensiones, del tipo de cristal y de la orientación con que se ha cortado con respecto a los ejes cristalográficos. Para que la frecuencia de un cristal no varíe con la temperatura, se los encierra en un recipiente hermético al que se le extrae casi totalmente el aire a fin de no entorpecer por resistencia mecánica la vibración y en algunos casos para lograr mayor estabilidad en frecuencia se los dota de un calefactor y un termostato para mantener estable su temperatura.

## TEMA 5-2.9

## CRISTALES PARA REGULACIÓN DE FRECUENCIA

Los cristales para regular la frecuencia son placas delgadas de cuarzo a las que le damos el nombre de cristales piezoeléctricos y que vibran intensamente a determinada frecuencia fundamental cuyo valor depende de la forma que se haya cortado dicho cristal y de su espesor. Esta vibración produce en las caras opuestas del cristal voltajes alternos de la frecuencia fundamental y por tanto equivale a un circuito resonante y puede, por tanto, utilizarse como tal montándolo entre la rejilla y el cátodo de un tubo oscilador. Un cristal de cuarzo tiene un factor de mérito o factor Q de muchos miles y es mucho más eficaz que un circuito resonante que contenga inductividad y capacidad, pero además está menos influenciado por las características del circuito al que está conectado. La frecuencia de oscilación varía en forma inversamente proporcional al espesor de cualquier tipo determinado de cristal y a modo informativo, un cristal que oscile a 2 MHz tiene alrededor de ocho décimas de milímetro de espesor, en cambio un cristal del mismo tipo pero para 6,5 MHz tiene solo cuatro décimas de milímetro de espesor. La precisión de la frecuencia de un cristal se expresa en porcentajes que pueden ser como 0,002 % o 0,02 %, o 0,05 % y siempre en más o en menos y estos porcentajes corresponderían a 20, 200 y 500 Hz por MHz de la frecuencia fundamental.

## TEMA 5-2.10

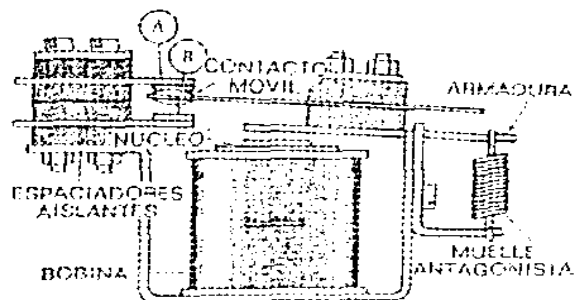
## DISPLAY DE CRISTALES LÍQUIDOS (LCD)

En un cuerpo sólido las moléculas están rigurosamente ordenadas y fijas y no poseen casi movilidad, en un gas las moléculas no poseen ordenamiento alguno, en cambio en un líquido las moléculas poseen un cierto grado de ordenamiento que depende de su viscosidad. Los cristales líquidos poseen por su viscosidad un comportamiento en el cual las moléculas poseen un grado de ordenamiento que ubica entre el que corresponde a un líquido y a un sólido. Este estado molecular se suele denominar también "estado mesomórfico" y muchos investigadores lo consideran como una cuarta posición junto a los estados sólido, líquido y gaseoso. Podemos determinar tres tipos de cristales líquidos: los del tipo esméticos, los nemáticos y los colestéricos. Los cristales líquidos del tipo nemático son utilizados con gran éxito como display en los equipos de comunicaciones. Este tipo de display está constituido por una capa de cristal líquido de un espesor de 6 a 12 micrones entre dos placas de vidrio cuya superficie interna está recubierta por una capa de material conductor transparente que transforma estas simples placas en electrodos que asumen forma de los siete segmentos clásicos de presentación alfanumérica digital. El principio de funcionamiento es que cuando se le aplica una tensión eléctrica a los electrodos pueden producirse dos reacciones en el cristal líquido según el tipo de construcción de "dispersión dinámica" o de "efecto de campo". El display de dispersión dinámica posee en reposo las moléculas del cristal líquido en filas bien ordenadas y por tanto la luz pasa entre las moléculas y se refleja en el espejo adosado al electrodo posterior, pero cuando se aplica tensión a los electrodos se forman iones que disturban el ordenamiento de las moléculas del líquido y por tanto la luz que incide sobre estas zonas se dispersa transformándose en zonas oscuras o lechosas y de fácil lectura. El display de efecto de campo es algo más complejo y no muy utilizado en los equipos de comunicaciones. Los displays de cristal líquido poseen la ventaja de no generar luz, sino que reflejan la luz ambiente y por tanto reducen drásticamente el consumo del display comparado con cualquier otro tipo de sistema de indicación ya que el consumo típico de un display de cristal líquido es del orden de  $2 \mu\text{A}$  para una tensión de 15 V, contra los otros tipos de display que consumen casi 100 veces más. Otra ventaja es que en ambientes claros el contraste es mucho mayor ya que la luz reflejada aumenta.

## TEMA 5-2.11

## RELÉS

Un relé es un conmutador accionado eléctricamente que permite que circule corriente en un circuito a consecuencia del cierre de contactos, o que impide dicha circulación durante el estado de contactos abiertos. Los relés son empleados como dispositivos de protección o como retardos de tiempo. En la figura se representa un relé básico en donde una armadura pivotada se mantiene en su posición por un muelle manteniendo el contacto de la armadura en la posición normal abierto, pero cuando por la bobina circula corriente el contacto se desplaza (venciendo la tensión del muelle) y conecta el circuito pasando a normal cerrado. Los relés pueden ser de uno o dos polos y de una a ocho posiciones como así también permiten la apertura de un contacto superior antes de la conexión del inferior o en otros casos conectan el inferior antes de desconectar el superior. En las bobinas de los relés circula generalmente muy pequeña corriente y son diseñadas para ser alimentadas con 6, 12 o 220 V de CA o CC. Existe además el relé estático ya que no posee partes móviles y son utilizados para ese fin componentes de estado sólido que realizan la función de conmutación eliminando problemas mecánicos del relé electromagnético, pero como contrapartida el inconveniente es producir interferencias electromagnéticas y ser muy sensibles a la temperatura.



## **TEMA 6 UNIDADES ELÉCTRICAS**

Las unidades de medidas son parámetros establecidos por normas internacionales con el fin de que las magnitudes a medir respondan en todas partes a un mismo patrón y entre ellas se cuentan todas las unidades eléctricas.

### **TEMA 6-1 DE FUERZA ELECTROMOTRIZ**

La diferencia de potencial entre dos puntos es lo que denominamos fuerza electromotriz y su cuantía se mide en voltios, tiene por símbolo V. El voltio es la fuerza electromotriz que producirá una corriente de un amperio pasando a través de una resistencia de un ohmio.

### **TEMA 6-2 DE INTENSIDAD**

La velocidad de flujo de la electricidad es la unidad de corriente y se la mide en amperios, su símbolo es A.

El amperio es la cantidad de corriente que puede hacer depositar 1,118 miligramos de plata de una solución de nitrato de plata en un segundo.

### **TEMA 6-3 DE RESISTENCIA**

La resistencia al paso de la corriente se mide en ohmio y se representa con  $\Omega$ . El ohmio es la resistencia ofrecida por una columna de mercurio de sección constante, de 106,3 centímetros de longitud y 1 mm<sup>2</sup> de sección transversal puesta a cero grados cuando por ella circula un amperio y produce una caída de tensión de un voltio.

#### **TEMA 6-3.1 LEY DE OHM**

En un circuito cerrado la intensidad (I) que circula medida en amperios es directamente proporcional a la fuerza electromotriz (E) suministrada por el generador medida en voltios e inversamente proporcional a la resistencia (R) que opone el circuito medida en ohmio.

La fórmula práctica es:

$$I = \frac{E}{R}$$

De lo expuesto en la fórmula se deduce que si en un circuito aumenta la resistencia disminuye la intensidad.

### **TEMA 6-4 DE INDUCTANCIA**

La producción de una corriente en una bobina debida a la variación de corriente en otra, sin contacto físico entre ambas, se denomina inducción o inductancia. La unidad de inductancia es el henrio (símbolo H) y puede definirse que una bobina tiene una inductancia de un henrio cuando en ella se induce un voltaje de un voltio al variar la corriente un amperio en un segundo. El henrio es una unidad adecuada para bobinas de audiofrecuencia, pero en radiofrecuencia se utiliza el milihenrio.

## TEMA 6-4.1 INDUCTIVIDAD

El valor aproximado del coeficiente de autoinducción de una bobina de una sola capa con núcleo de aire se puede calcular por la fórmula:

$$L = \frac{D \times N^2}{100 \times \left(\frac{B}{D} + 0,45\right)}$$

Donde L = inductividad en  $\mu\text{H}$

B = longitud del arrollamiento en cm

D = diámetro del arrollamiento en cm

N = número de espiras del arrollamiento

Si deseamos calcular el número de vueltas necesarias para formar una bobina de una sola capa con núcleo de aire que tenga una determinada inductividad, la podemos calcular con la siguiente fórmula, con los mismos símbolos literales de la fórmula anterior:

$$N = 10 \times \sqrt{\frac{L \times \left(\frac{B}{D} + 0,45\right)}{D}}$$

## TEMA 6-5 DE CAPACIDAD

La cantidad de energía almacenada en un condensador depende del potencial de la carga, de la superficie de las placas, del espesor y naturaleza del dieléctrico y del número de placas que lo forman. Este factor determinado por las características citadas se denomina capacidad y se mide en faradios. Siendo el faradio una unidad muy grande, se utilizan submúltiplos como el microfaradio, el nanofaradio y el picofaradio.

### TEMA 6-5.1 CONSTANTES DE TIEMPO

Hay dos clases de constante de tiempo, la capacitiva y la inductiva. Una constante de tiempo capacitiva es el tiempo que se requiere para que la carga y el voltaje de un condensador alcancen aproximadamente el 63 % de sus valores finales suponiendo que el condensador se cargue a través de una resistencia. La fórmula es:

$$\text{capacidad}[\mu\text{F}] \times \text{resistencia}[\text{M}\Omega] = \text{tiempo}[\text{s}]$$

Una constante de tiempo inductiva es el tiempo necesario para que una corriente constante, de un solo sentido alcance el 63% de su valor final cuando circule por la bobina y una resistencia en serie. La fórmula es:

$$\text{inductancia}[\text{H}] \times \text{resistencia}[\Omega] = \text{tiempo}[\text{s}]$$

Una constante de tiempo puede valer desde una fracción de microsegundo a varios segundos.

## TEMA 6-6 DE FRECUENCIA

La frecuencia es la cantidad de veces por segundo que una corriente eléctrica realiza un ciclo y su unidad es el hercio. Un hercio se define con precisión como un ciclo por segundo, su abreviatura es Hz y en radiofrecuencia se utilizan múltiplos como el kHz (1000 Hz), el MHz (1 000 000 Hz) y el GHz (1000 MHz).

## TEMA 6-7 DE POTENCIA

La unidad de potencia o trabajo eléctrico se denomina vatio y está determinado por la circulación de un amperio cuando se aplica una tensión de un voltio en un circuito con resistencia óhmica pura. Su fórmula es:

$$P[\text{vatios}] = E[\text{voltios}] \times I[\text{amperios}]$$

## TEMA 6-8 DE IMPEDANCIA

La impedancia de un circuito se mide en ohmios y es la suma vectorial de la resistencia óhmica pura de un circuito más la diferencia entre las reaktancias capacitivas e inductivas y se la designa con la letra Z.

Si la reaktancia y la resistencia están en serie, su fórmula es:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Si la reaktancia y la resistencia están en paralelo, la impedancia se calcula con las siguientes fórmulas:

$$Z = \frac{R \times X}{\sqrt{R^2 + X^2}}$$

## TEMA 6-9 DE RELACIÓN DE POTENCIA O TENSIÓN

El oído humano recibe impulsos de aire que denominamos sonidos y cuya frecuencia va desde 20 ciclos (sonidos graves) a 15 000 ciclos (sonidos agudos), pero los percibe en forma logarítmica, o sea que a menor frecuencia se necesita mayor potencia para ser escuchado. Es por esta razón que la potencia sonora no se mide en vatios sino en decibeles. Su abreviatura es dB y debemos dejar claro que en radio como se trata de una relación debemos establecer un valor de referencia para 0 dB y este por convención es 100  $\mu$ V.

A continuación, se proporciona una tabla de ganancia en dB para tensiones y potencias:

dB	Ganancia de potencia	Ganancia de tensión
0	1	1
3	2	1,4
6	4	2
12	16	4
20	100	10
30	1000	31,6
40	10 000	100
50	100 000	316
60	1 000 000	1000

El decibelio se define por las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{dB} &= 10 \times \log(P_s/P_e) && \text{las potencias en W} \\ \text{dB} &= 20 \times \log(E_s/E_e) && \text{las tensiones en V} \\ \text{dB} &= 20 \times \log(I_s/I_e) && \text{las intensidades en A} \end{aligned} \quad (\text{e indica entrada y s salida})$$

### TEMA 6-9.1 MEDIDAS EN DECIBELES

Se ha establecido una convención muy cómoda para la comparación de niveles de potencia eléctrica, o de niveles de señal en un circuito, o niveles de tensión, haciendo uso de los logaritmos vulgares o sea los de base 10. Este criterio de comparación es el decibelio (dB) y un circuito que tenga amplificación o que tenga atenuación se dice que tiene ganancia de q decibelios, siendo:

$$q = 10 \times \log\left(\frac{\text{potencia de salida}}{\text{potencia de entrada}}\right)$$

Así por ejemplo si un amplificador tiene una salida de potencia de 100 W como resultado de una entrada de 1 W se dice que este amplificador gana 20 dB, puesto que:

$$q = 10 \times \log\left(\frac{100}{1}\right) = 10 \times \log(100) = 10 \times 2 = 20 \text{ dB}$$

Debemos aclarar que el logaritmo es sencillamente el exponente al que hay que elevar la base para obtener el número y en el caso descrito anteriormente el logaritmo de 100 es 2 de ahí que los logaritmos de 1, 10, 100, 1000, etc. sean respectivamente 0, 1, 2, 3, etc. El decibelio (dB) es una unidad de medida que expresa una relación ya sea de potencia, voltaje, sensación sonora, etc., y a menos que se conozca el valor de las variables (voltios, vatios, etc.) no será posible convertir un determinado número de decibelios en los valores de la otra variable, porque los decibelios indican únicamente el factor de multiplicación o de división de la variable conocida. Cuando dos voltajes o dos potencias sean iguales, su relación será de 1:1 y por tanto se expresa como 0 dB. Cuando se habla de potencias y la misma se duplica, la relación será 2:1 y la ganancia es de + 3,01 dB. y cuando la potencia se reduzca a la mitad, la relación será 1:2 o sea 0,5 y habrá una pérdida de -3,01 dB. Si la potencia se vuelve a duplicar, la relación será 4:1 y la ganancia de + 6,02 dB. Por lo expuesto debe tenerse siempre presente que los números en decibelios no son directamente proporcionales a las relaciones ya que la correspondencia es logarítmica. Cuando se expresen relaciones de voltajes en lugar de potencia, el número de dB será doble del expresado para potencias y así por ejemplo la duplicación de voltaje (relación 2:1) significa una ganancia de + 6,02 dB. Debe tenerse presente que cuando se trata de comparar ganancias de voltajes los mismos deben medirse a impedancias iguales en cambio cuando se comparan potencias no se tiene en cuenta las diferencias de impedancia.

### TEMA 6-9.2                      ¿QUÉ ES EL dBi?

El dBi es el valor en decibeles de una antena con relación a un radiador isotrópico.

### TEMA 6-9.3                      ¿QUÉ ES EL dBw?

El dBw es el valor en decibeles de una potencia radiada aparente con relación a 1 W.

### TEMA 6-9.4                      ¿QUÉ ES EL dBm?

Convencionalmente se ha establecido el nivel dBm como relación entre dos magnitudes definidas para mediciones absolutas y es el valor en dB referido a la potencia de 1 mW. O sea que en estas condiciones 0 dB equivale a 1 mW tomado sobre una carga de 600  $\Omega$  y en función de la tensión se tendría que 1 dB = 0,775 V.

### TEMA 6-10                      OTRAS DEFINICIONES

**Valor instantáneo:** es el que toma una corriente alternada en cualquier instante considerado y éstos valores son diferentes en cada momento.

**Valor máximo:** es llamado también valor de pico y es el mayor valor que toma la fuerza electromotriz en cada ciclo. Este valor puede referirse a un semiciclo positivo o negativo.

**Valor pico a pico:** es el valor medido entre un máximo positivo y uno negativo.

**Valor eficaz:** Es, en corriente alterna, el valor que proporciona la misma cantidad de calor que una corriente continua en las mismas condiciones y tiempo y se calcula por la fórmula:

$$V_{EF} = \frac{V_{MAX}}{\sqrt{2}} \cong V_{MAX} \times 0,707$$

**Ciclo:** es la sucesión de valores que toma la representación gráfica de una onda, medidos entre dos máximos positivos consecutivos o entre dos máximos negativos consecutivos.

**Frecuencia:** es el número de ciclos que tienen lugar en un segundo. Su unidad es el hercio con Hz por símbolo.

**Longitud de onda:** es la medida física de un ciclo.

**Resistividad:** sabemos que la resistencia eléctrica es la dificultad que oponen los cuerpos al paso de una corriente eléctrica y esta oposición viene condicionado por la clase y cantidad de material que constituye, por ejemplo, un conductor. La resistividad es la resistencia específica del material constitutivo de un conductor y se representa con la letra  $\rho$  (rho en griego) y se mide en  $(\Omega/m)$ . La resistividad de un cuerpo está ligada a la temperatura ya que en algunos aumenta y en otros disminuye cuando aumenta la temperatura. Debe tenerse presente que la resistencia eléctrica de un conductor es directamente proporcional a la resistividad específica del material constitutivo y a su longitud e inversamente proporcional a su sección por lo que puede establecerse que:

$$R(\Omega) = \rho \times \frac{L}{S}$$

De esta fórmula surge que si aumentamos la sección disminuye la resistencia y por contrario si disminuimos la sección aumenta la resistencia, siempre que mantengamos igual el largo del conductor.

## TEMA 7 CIRCUITOS ESENCIALES

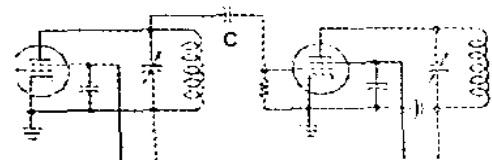
A continuación, se detallan algunos circuitos esenciales que utilizamos en nuestra radioestación.

### TEMA 7-1 ACOPLAMIENTOS

Los hay resistivos, inductivos, capacitivos, o combinaciones de ellos y pueden definirse como el medio por el cual los cambios de potencial o corriente en un circuito producen cambios de potencial y/o corriente en otro. Debe tenerse en cuenta que todos los acoplamientos tienen en común la existencia de un elemento (resistencia, bobina, condensador) que actúa en ambos circuitos al mismo tiempo y que puede ser un campo eléctrico o un campo magnético.

#### TEMA 7-1.1 ACOPLAMIENTO CAPACITIVO ENTRE PASOS

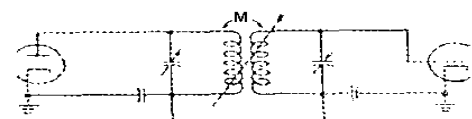
Un condensador de acoplo aísla las tensiones continuas y proporciona un camino de baja impedancia para la energía que pasa de un circuito excitador a uno excitado. Este tipo de acoplamiento es sencillo y económico para bajas potencias, pero tiene ciertas desventajas en acoplamientos de alta frecuencia. En general los acoplamientos capacitivos no proporcionan un alto grado de atenuación de los armónicos de la señal de excitación.



ACOPLAMIENTO CAPACITIVO ENTRE PASOS

#### TEMA 7-1.2 ACOPLAMIENTO INDUCTIVO ENTRE PASOS

El acoplamiento inductivo consiste en dos bobinas acopladas electromagnéticamente y el control del grado de acoplamiento se efectúa variando la inducción mutua separando o juntando las bobinas. Es un acoplamiento muy usual en amplificadores de R.F. ya que posee una gran capacidad para atenuar los armónicos y sub armónicos de la señal excitadora.



ACOPLAMIENTO INDUCTIVO ENTRE PASOS

### TEMA 7-1.3

### ACOPLAMIENTO POR ESLABÓN ENTRE PASOS

Es una forma especial de acoplamiento inductivo y se utiliza en circuitos transmisores cuando los dos pasos están separados una distancia comparable a una fracción de la longitud de onda en que funcionará y una línea de transmisión de baja impedancia acopla los circuitos sintonizados. Cada extremo de la línea termina en una o dos espiras de hilo arrollado alrededor de las bobinas que se acoplan y deben montarse en un punto de potencial de RF cero (llamado punto nodal)



### TEMA 7-1.4

### CÁLCULO DEL FACTOR DE ACOPLAMIENTO

A continuación, se dan las fórmulas para calcular el factor de acoplamiento de circuitos:

#### ACOPLAMIENTO DIRECTO INDUCTIVO

$$K = \frac{L_m}{\sqrt{(L_p \times L_m) \times (L_s \times L_m)}}$$

Donde: K = factor de acoplamiento

L<sub>m</sub> = inductancia de acoplamiento

L<sub>p</sub> = inductancia anterior al acoplamiento

L<sub>s</sub> = inductancia posterior al acoplamiento

#### ACOPLAMIENTO DIRECTO ÓHMICO

$$K = \frac{R_m}{\sqrt{(R_a \times R_m) \times (R_p \times R_m)}}$$

Donde: K = factor de acoplamiento

R<sub>m</sub> = inductancia de acoplamiento

R<sub>a</sub> = inductancia anterior al acoplamiento

R<sub>p</sub> = inductancia posterior al acoplamiento

#### ACOPLAMIENTO DIRECTO CAPACITIVO

$$K = \frac{C_m}{\sqrt{(C_a \times C_m) \times (C_p \times C_m)}}$$

Donde: K = factor de acoplamiento

C<sub>m</sub> = inductancia de acoplamiento

C<sub>a</sub> = inductancia anterior al acoplamiento

C<sub>p</sub> = inductancia posterior al acoplamiento

### TEMA 7-2

### OSCILADORES

Un oscilador produce una frecuencia que viene determinada por un conjunto de resistencias, y/o capacitores, y/o bobinas que proporcionan el acoplo entre la salida y la entrada de un amplificador.



## TEMA 7-2.1                      CONSTANTE DE OSCILACIÓN

La constante de oscilación es el producto de la inductancia y la capacidad que son resonantes a una determinada frecuencia y la fórmula es la siguiente:

$$\frac{25330,2}{\text{MHz}^2} = \text{inductancia en } \Omega\text{H} \times \text{capacidad en pF}$$

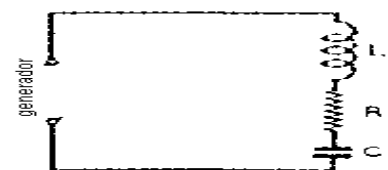
Es claro que se puede tener resonancia a una frecuencia dada con una variedad casi infinita de inductancias y capacidades, siempre que uno de los factores aumente mientras el otro disminuye para que su producto sea siempre el mismo. Cualquier combinación de inductancia y capacidad será resonante a aquella frecuencia que satisfaga la fórmula. La constante de oscilación es el producto formado por los dos últimos términos de la fórmula.

## TEMA 7-2.2                      CÁLCULO DE RESONANCIA EN CIRCUITOS L-C

En un circuito resonante serie la impedancia entre los terminales (ver Figura A) es:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

- Donde: Z = impedancia en  $\Omega$   
R = resistencia en  $\Omega$   
 $X_C$  = reactancia capacitiva en  $\Omega$   
 $X_L$  = reactancia inductiva en  $\Omega$



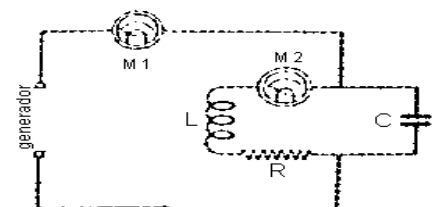
**Figura A**  
**RESONANTE SERIE**

De la fórmula anterior deducimos que si a la frecuencia de resonancia  $X_L = X_C$  la diferencia entre ellas es 0 y por tanto la impedancia es igual a la resistencia óhmica del circuito y siendo la resistencia en los circuitos de radiofrecuencia muy reducida, la impedancia también lo será.

En un circuito resonante paralelo la reactancia capacitiva  $X_C$  es igual a la reactancia inductiva  $X_L$ , pero la impedancia es máxima y la corriente es mínima siempre que la resistencia óhmica de la bobina sea despreciable y la fórmula para el cálculo de la frecuencia de resonancia es:

$$F = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{L \times C}}$$

- Donde: F = es frecuencia de resonancia  
L = la inductancia en H  
C = la capacitancia en F  
 $2\pi$  = una constante



**Figura B**  
**RESONANTE PARALELO**

## TEMA 7-2.3                      FRECUENCIA DE RESONANCIA

Un circuito resonante en serie, sometido a frecuencias inferiores a la de resonancia, actúa como una reactancia capacitiva, o como una capacidad en serie con una resistencia. A frecuencias superiores a la de resonancia actuará como una reactancia inductiva, o como una inductividad en serie con la resistencia. Cuando la frecuencia sea la de resonancia, la diferencia de potencial alterno en la bobina o en el condensador, según el caso, puede ser muchas veces mayor que el aplicado a los elementos que forman el circuito serie. Un circuito resonante paralelo, sometido a frecuencias inferiores a la de resonancia, actúa como una reactancia inductiva mientras que a las frecuencias superiores a la de resonancia actúa como una reactancia capacitiva. Existe la misma diferencia de potencial entre la capacidad y la inductividad y no es mayor que el voltaje aplicado al circuito.

$$MHz = \frac{160}{\sqrt{pF \times \mu H}} \quad kHz = \frac{160\,000}{\sqrt{pF \times \mu H}}$$

$$\mu H = \frac{25\,330}{MHz^2 \times pF} \quad \mu H = \frac{25\,330\,000\,000}{kHz^2 \times pF}$$

$$pF = \frac{25\,330}{MHz^2 \times \mu H} \quad pF = \frac{25\,330\,000\,000}{kHz^2 \times \mu H}$$

Las fórmulas que anteceden expresan las frecuencias de resonancia en MHz y en kHz, los valores de inductividades en  $\mu H$  y de las capacidades en pF que, combinadas, producen resonancia.

### TEMA 7-2.3.1 EFECTOS DEL ACOPLAMIENTO EN RESONANCIA

El efecto y el comportamiento de los circuitos acoplados dependen en gran parte del grado de acoplamiento, tal como se muestra en la figura C. Si el acople es débil la corriente en el secundario es pequeña y varía con la frecuencia, siendo máxima para la frecuencia de resonancia. A

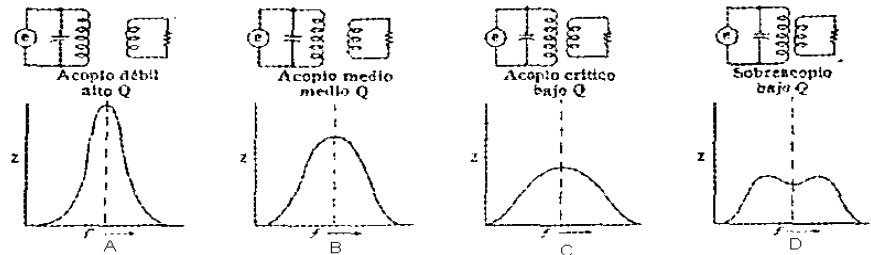


Figura C  
EFECTO DEL ACOPLLO SOBRE LA IMPEDANCIA Y EL Q

medida que se aumenta el acoplamiento entre los dos circuitos, la curva de resonancia se hace más ancha y la amplitud de la corriente en la resonancia aumenta hasta que la resistencia reflejada por el secundario sobre el primario es igual a la resistencia del primario. Este punto se denomina acoplamiento crítico.

Si continuamos aumentando el acoplamiento, la curva se ensancha cada vez más y aparecen dos crestas de resonancia las cuales se hacen cada vez más pronunciadas y se alejan entre sí.

### TEMA 7-2.4 OSCILACIÓN

La oscilación se puede definir como un movimiento alternativo de cargas eléctricas entre una capacidad y una inductividad y la frecuencia de la oscilación es la frecuencia resonante de ellas. La energía se disipa en la resistencia del circuito, aunque puede haber otras pérdidas. Si la energía proporcionada por una fuente externa compensa las pérdidas, habrá una oscilación continua o sostenida; de lo contrario las corrientes oscilantes irán reduciéndose y entonces se dice que la oscilación es amortiguada. Existen -debemos ser aclarado antes de continuar- lo que en radio se denominan oscilaciones parásitas y ellas se producen por la inductividad de cualquier bobina o incluso de alambres de pequeña longitud que pueden reaccionar con capacidades dispersas y formar un circuito oscilante a la frecuencia de resonancia de dichas capacidades e inductividades y cuya frecuencia puede ser desde algunos kHz hasta centenares de MHz.

## TEMA 7-3

## FILTROS ELÉCTRICOS

Existen muchas aplicaciones en que es necesario dejar pasar una componente de corriente continua sin que pase otra componente de corriente alterna que va superpuesta, o bien que pasen todas las frecuencias superiores o inferiores a una frecuencia dada debiéndose atenuar o impedir su paso a todas las restantes; en otros casos es necesario dejar pasar solamente una banda o bandas de frecuencias y es allí donde son necesarios los filtros eléctricos.

Un filtro funciona en virtud de su propiedad de ofrecer muy alta impedancia a las frecuencias que no deben atravesarlo, mientras que tal impedancia es baja para las frecuencias que deben pasar.

Esto es aplicable también a la corriente continua cuando lleva superpuesta una corriente alterna ya que podemos considerar a la corriente continua como una corriente alterna de frecuencia cero a los fines del estudio de los filtros. La figura D indica las características más importantes del filtro eléctrico. La banda de paso del filtro se define como la región de frecuencias comprendidas entre los puntos en que la respuesta se atenúa 3 dB y a dichos puntos se los denomina frecuencias de corte del filtro.

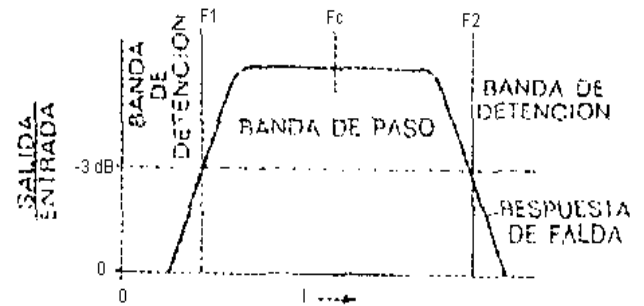


Figura D  
RESPUESTA DE FRECUENCIA DE UN FILTRO REPRESENTATIVO

### TEMA 7-3.1

### FILTROS DE ONDA

Los filtros de onda están formados por combinaciones de inductancias y capacitancias y se utilizan para separar entre sí diferentes frecuencias y se emplean en general para conseguir uno de los cuatro tipos siguientes de separación de frecuencias.

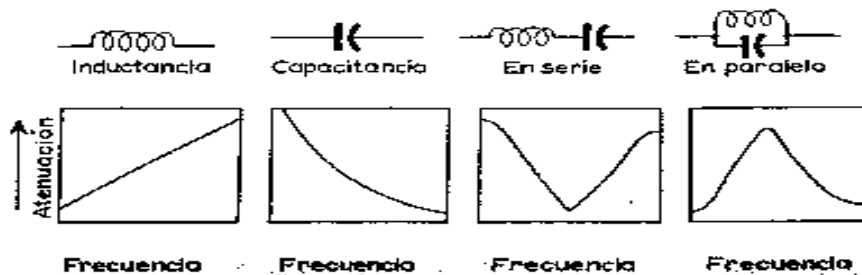


Fig 17 - 1

1. Para permitir, con baja atenuación, el paso de todas las frecuencias inferiores a una determinada llamada frecuencia de corte. Se denomina filtro de paso de bajo.
2. Para producir una atenuación grande a todas las frecuencias inferiores a la de corte y casi no atenúa las superiores. Se denomina filtro de paso alto.
3. Para proporcionar gran atenuación a todas las frecuencias por debajo y por encima de dos frecuencias llamadas de corte. Se denomina filtro paso de banda.
4. Para proporcionar gran atenuación a todas las frecuencias comprendidas dentro de dos frecuencias llamadas de corte. Se denomina filtro de corte de banda o filtro de exclusión.

Hay muchos casos en que es necesario dejar pasar ciertas frecuencias y otras no y para tal fin se utilizan distintos tipos de filtros. El principio básico de funcionamiento de un filtro es su propiedad de ofrecer muy alta impedancia a las frecuencias que no deben atravesarlo o cuando existen superpuestas corrientes alternas y continua ya que esta puede considerarse para el caso del filtro como una alterna de frecuencia cero. Los filtros básicos se dividen en cuatro clases según la banda o bandas de frecuencia que deben dejar pasar; así los hay de paso alto, de paso bajo, de paso de banda y de banda eliminada. Los filtros están constituidos por circuitos donde intervienen bobina, capacitores, resistencias y sus combinaciones formando reactancias e impedancias. Definimos la reactancia capacitiva como la oposición presentada por un capacitor al pasaje de una corriente alternada.



## TEMA 8

## CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE CONTINUA

### TEMA 8-1

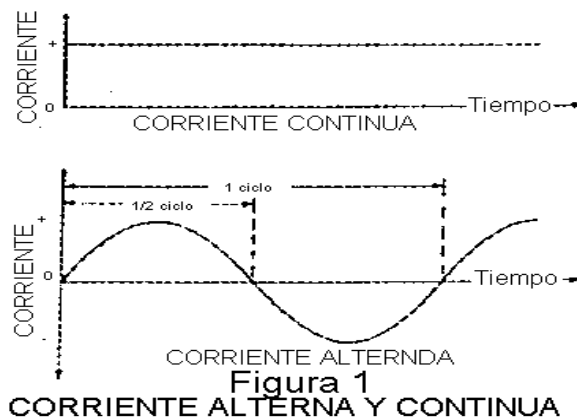
### CORRIENTE CONTINUA

Es la corriente formada por un flujo de electrones que marchan en una sola dirección. Las máquinas que generan la corriente continua se denominan dínamos.

### TEMA 8-2

### CORRIENTE ALTERNA

Es aquella cuya amplitud varía periódicamente aumentando de cero a un máximo en una dirección, disminuye hasta cero, cambia de dirección, crece hasta otro máximo y disminuye de nuevo a cero. El proceso completo desde que arranca de cero pasa por los dos máximos y retorna a cero se denomina ciclo y el número de veces por segundo que una corriente alternada realiza un ciclo completo se denomina frecuencia. En la figura 1 se encuentra representado un ciclo e indicado el medio ciclo. Faraday descubrió que, si un conductor que forma parte de un circuito cerrado se desplaza en el interior de un campo magnético, de forma que corte sus líneas de fuerza, circulará una corriente en el conductor. Descubrió también que siempre que exista un movimiento relativo entre el conductor y un campo magnético se produce una corriente inducida cuya dirección depende del movimiento relativo entre el conductor y el campo magnético y su intensidad es función de la velocidad con que son cortadas las líneas de fuerza y del número de espiras de la bobina que forma dicho conductor. Las máquinas que generan la corriente alterna se llaman alternadores.



#### TEMA 8-2.1

#### VALORES DE LA CORRIENTE ALTERNA

**Valor instantáneo:** el valor instantáneo de la tensión o de la corriente es proporcional al seno del ángulo que ha girado el vector tomando como referencia el instante  $t = 0$ . La amplitud instantánea de la onda puede ser determinada en un instante por la fórmula:

$$e = E_{MAX} \times \sin(2\pi ft)$$

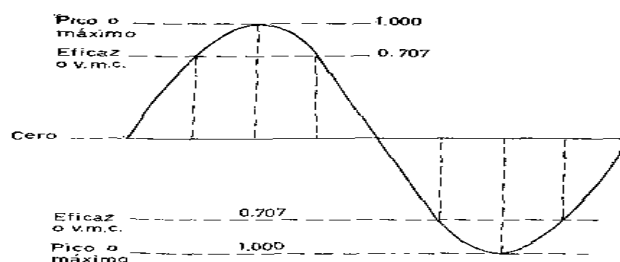
Donde:  $e$  = valor instantáneo

$E$  = valor máximo

$f$  = frecuencia en Hz

$t$  = intervalo de tiempo transcurrido desde  $t=0$  expresado en segundos

**Valor eficaz:** sabemos que la corriente alternada es aquella en que los electrones libres fluyen primero en un sentido y luego en el opuesto. La fuerza electromotriz generada es de forma senoidal, nace en cero, crece hasta un máximo, decrece hasta cero, crece en forma inversa hasta un máximo, y decrece hasta hacerse cero nuevamente y esta alternancia se llama ciclo. Los cambios, tanto de la FEM como de la corriente se representan como una curva que se eleva y luego cae (ver figura). Al pico de cada polaridad se le ha asignado el valor arbitrario de 1 y si utilizáramos esta corriente para un efecto térmico por ejemplo su rendimiento sería de solo 0,707 de su valor pico o máximo.



**Relación entre valores máximo, eficaz y medio:** en consecuencia, decimos que el valor eficaz de una FEM o de una corriente alterna senoidal es igual a 0,707 de su valor pico y a dicho valor eficaz se lo denomina "valor medio cuadrático" (VMC) pero cuando no se especifique otra cosa y nos estemos refiriendo a FEM o corrientes alternas será siempre el valor eficaz. Cuando, teniendo el valor eficaz, necesitemos establecer el valor pico o máximo de una FEM o una corriente senoidal debemos multiplicar el valor eficaz por 1,4142.

## TEMA 8-2.2 FASES DE LA CORRIENTE ALTERNA

Cuando fluye una corriente variable por una inductancia y/o capacitancia se producen reacciones que en el caso de la inductancia es una fuerza contraelectromotriz que se opone a los cambios de la corriente inicial y en el caso de la capacitancia la oposición es a cualquier variación de la tensión que actúa sobre el condensador.

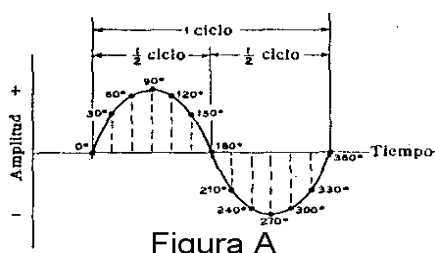


Figura A

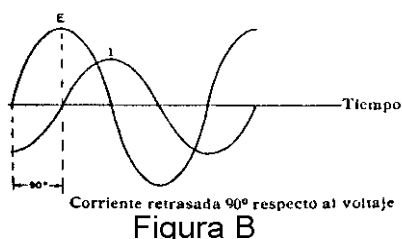


Figura B

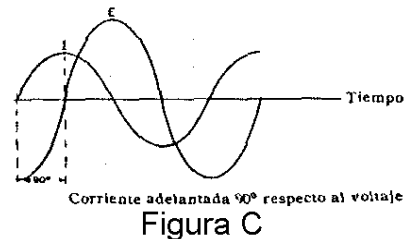


Figura C

Cuando pasa una corriente alterna por un circuito resistivo puro (contiene solo resistencia óhmica) la corriente adquiere sus valores máximos y mínimos al mismo tiempo que la tensión y en este caso se dice que la corriente está en fase con la tensión (figura A).

Cuando pasa una corriente alterna por un circuito con reactancia inductiva (contiene bobinados) la corriente adquiere sus valores máximos y mínimos retrasada  $90^\circ$  con respecto a la tensión y en este caso se dice que la corriente está retrasada en fase con la tensión (figura B).

Cuando pasa una corriente alterna por un circuito con reactancia capacitiva (contiene condensadores) la corriente adquiere sus valores máximos y mínimos adelantada  $90^\circ$  con respecto a la tensión y en este caso se dice que la corriente está adelantada en fase con la tensión (figura C).

Las reactancias puras introducen un desfase de  $90^\circ$  mientras que la resistencia pura no produce ninguno, pero en todo circuito coexisten (impedancia) y no pueden sumarse aritméticamente. Cuando una reactancia (inductiva o capacitiva) se utiliza con una resistencia, el desfase resultante de la corriente respecto de la tensión queda comprendido entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$  o entre  $0^\circ$  y  $-90^\circ$  según las magnitudes relativas de la reactancia (inductiva o capacitiva) y la resistencia. A la magnitud antes citada se la designa impedancia y se identifica con la letra Z y debe definirse de tal forma que se conozca su magnitud y su ángulo de fase.

## TEMA 9

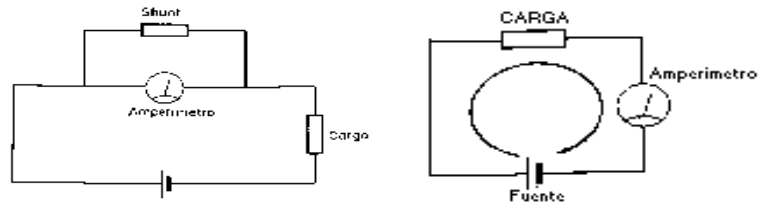
## INSTRUMENTOS DE MEDIDAS

Los instrumentos de medida son aquellos dispositivos capaces de apreciar los valores de las magnitudes por medio de un indicador. El sistema utilizado por los instrumentos que utilizamos los radioaficionados es el del método directo de lectura ya que éstos vienen calibrados de fábrica. Existen instrumentos individuales para la medición de diversas magnitudes, pero en general utilizamos uno que agrupa todas las funciones y que se denomina tester o polímetro. A continuación, veremos los diversos instrumentos, su forma de conectarlos para realizar las mediciones y formas de ampliar su medición.

### TEMA 9-1

### AMPERÍMETRO

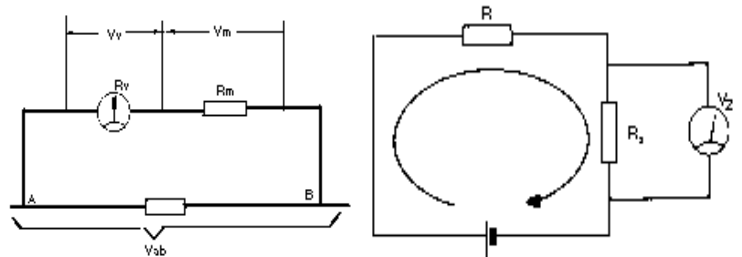
El amperímetro se conecta en serie con el circuito a medir y en caso de ser necesario medir un valor superior al del instrumento se le adiciona un shunt o resistencia en paralelo con el mismo a fin de que la mayor parte de la corriente circule por ella.



### TEMA 9-2

### VOLTÍMETRO

La conexión al circuito se realiza en paralelo entre los puntos del circuito en los que deseamos realizar la lectura. Para aumentar su rango de lectura se le adiciona una resistencia de valor elevado en serie con el instrumento que actúa como multiplicador.

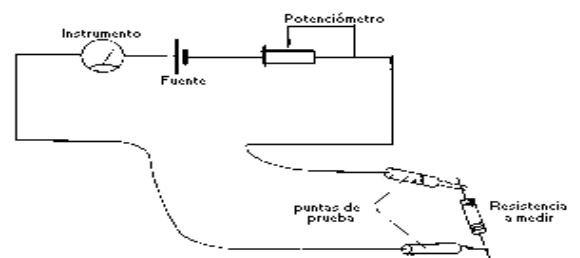


### TEMA 9-3

### ÓHMETRO

Los óhmetros son un microamperímetro con una fuente de tensión en serie y colocado también en serie un potenciómetro.

El principio de funcionamiento es que al cerrar el circuito por medio de las puntas de prueba circula corriente por dicho circuito y el potenciómetro sirve para ajustar a máxima deflexión la aguja; si luego intercalamos la resistencia a medir la aguja deflexiona hasta un cierto grado y en la escala leeremos su valor en ohmio.



### TEMA 9-4

### MULTÍMETRO (TESTER)

La utilidad del multímetro en una radioestación es casi infinita ya que además de servirnos para los usos más conocidos como la medición de tensiones, intensidades, resistencias, estado de transistores y diodos, capacidades, inductancias etc. podemos utilizarlo en radiofrecuencia en forma muy fácil. Los multímetros comunes presentan buena sensibilidad lo que nos permite la detección de señales de RF y para este fin se conecta el terminal negativo (negro) del instrumento a masa y el terminal positivo (rojo) y se acerca a la antena (entre 10 y 20 cm) entonces el instrumento indicará el nivel de señal emitido, debiéndose aclarar que debe usarse la escala más baja que cuente nuestro instrumento en tensión alterna. Otro uso es el de medidor de intensidad de campo para la calibración de antenas y ello se logra con el agregado exterior de un circuito resonante formado por una bobina, un capacitor variable en paralelo y un diodo en serie con ambos. El circuito resonante debe calcularse para la frecuencia que se desea medir, en cambio el diodo es uno normal 1N34.

## **TEMA 9-5**

## **OSCILOSCOPIO**

Para explicar los principios en que se funda la radio se emplean curvas y gráficas que representan las variaciones de las corrientes y potenciales en el transcurso de los ciclos alternos y los cambios de frecuencias. En la pantalla de un osciloscopio de rayos catódicos se pueden observar tales curvas como una línea luminosa, producida por las variaciones de potencial y de corriente que realmente existan en el circuito investigado. La línea luminosa muestra lo que realmente sucede en cada instante de un ciclo, cuya duración puede ser de solo millonésimo de segundo o puede representar la ganancia de un circuito sintonizado o las frecuencias de una banda que abarque muchos kilociclos. Si se hacen ajustes o alteraciones en el circuito conectado al osciloscopio se observará que la traza luminosa cambia y muestra en el mismo instante el efecto producido por dichos ajustes. Este instrumento se emplea para realizar toda clase de pruebas en equipos de radio y en manos expertas permite la alineación de las distintas etapas para obtener el mayor y mejor rendimiento de cada una.



## **TEMA 10**

## **SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN**

Se acostumbra a denominar alimentación al elemento o conjunto de elementos capaces de proporcionar la energía necesaria para que los equipos puedan funcionar. Estos elementos pueden ser tanto la red de distribución domiciliaria, una fuente que transforme la energía alterna en continua, baterías, y pilas.

### **TEMA 10-1**

### **FUENTES CONMUTADAS**

Las fuentes de alimentación conmutadas pueden ser de dos tipos: las conmutadas por tensión y las conmutadas por frecuencia. Las PC utilizan el tipo de fuentes conmutadas por frecuencia debido a ser generalmente más pequeñas, livianas y funcionar más eficientemente que las convencionales ya que se elimina el transformador de alimentación y los disipadores para los transistores. Los elementos principales de una fuente conmutada por frecuencia son seis:

1. Fuente de alimentación principal que es la que suministra la potencia que finalmente se convierte en potencia de salida y que se proyecta para generar alta ondulación con la introducción de capacitores pequeños y rectificadores muy económicos y la tensión entregada varía con la tensión de línea y con las variaciones de la carga.
2. Transistores de conmutación de potencia
3. Transformador de aislamiento que es un transformador con núcleo de ferrita y que funciona a 20kHz
4. Circuito del modulador que cuenta con oscilador, excitador, modulador y enganchador ya que suministra la excitación de base de los transistores de potencia y que debe ser suficiente para mantener a los transistores saturados bajo cualquier condición, la frecuencia del oscilador deberá ser estable para reducir al mínimo las pérdidas en el rectificador y ser mayor de 20 kHz para eliminar el sonido, además todos los circuitos del modulador tendrán que ser insensibles a las interferencias parásitas
5. Rectificadores de potencia que deben ser de buena calidad ya que la mayor parte de las pérdidas en una fuente de alimentación se producen en los rectificadores de potencia.
6. Filtros que deben ser bien confeccionados ya que el empleo de corrientes alternas para generar corrientes continuas requiere esa condición y por tanto los inductores deben poseer alto Q y los capacitores deben tener resistencias e inductancias muy bajas, estos capacitores deben seleccionarse para frecuencias superiores a 20 kHz y su valor debe ser suficiente para impedir que la tensión de salida de la fuente disminuya cuando se aumente bruscamente la carga.

Este tipo de fuente es capaz de funcionar con cualquier impedancia de carga incluyendo cortocircuitos sin que se produzcan daños y si alguna parte falla la tensión de salida baja a cero sin producir efectos perjudiciales a los circuitos alimentados.

### **TEMA 10-2**

### **FUENTES DE ALIMENTACIÓN**

Todos los transmisores que los radioaficionados utilizamos deben ser alimentados por corriente continua pero nuestros domicilios son alimentados por corriente alternada por lo que para alimentar nuestros equipos debemos utilizar, normalmente, elementos que transformen la corriente alternada en corriente continua. Estos elementos son las fuentes de alimentación que están constituidas por cuatro partes principales o bloques:

1. De transformación
2. De rectificación
3. De filtrado
4. De estabilización y protección

#### **TEMA 10-2.1**

#### **REQUISITOS DE LA FUENTE**

Una fuente de alimentación debe estar diseñada de tal manera que sea capaz de entregar la corriente requerida a una tensión especificada, que tenga un alto grado de regulación compatible con la aplicación, es decir que su nivel de rizado (ripple) con plena carga sea lo más bajo posible, que su impedancia interna sea casi despreciable y que ningún componente sea sobrecargado durante la operación. Debe ser una premisa en la

fuente que su diseño tenga un alto grado de flexibilidad es decir que se pueda utilizar en un nuevo equipo que montemos en la radioestación sin necesitar modificaciones. El régimen normal de una fuente se elige, en números redondos, en base a los transformadores que existen en el mercado teniendo presente que para funcionamiento continuo debe ser por lo menos un 30 % superior al consumo de la carga que alimenta.

## TEMA 10-2.2 REGULACIÓN DE LA TENSIÓN

Como la corriente suministrada por una fuente debe variar mucho, es muy importante determinar lo que ocurre con la tensión de salida cuando varía la corriente. La regulación se puede expresar en términos de regulación estática que es cuando se efectúa en condiciones de larga duración de la variación de carga o regulación dinámica que es cuando la variación se realiza en cortos períodos de las condiciones de carga. La regulación se expresa como variación de la tensión de salida con respecto a la carga:

$$\%_{regulación} = \frac{(E_1 - E_2) \times 100}{E_2}$$

Donde:  $E_1$  = tensión en vacío

$E_2$  = tensión a plena carga

Los valores de las regulaciones estática y dinámica de hasta un 10% se pueden considerar como límite de un buen diseño.

## TEMA 10-2.3 TRANSFORMACIÓN

El transformador es el primer elemento y su finalidad es doble ya que modifica la tensión de la red para un valor acorde al deseado en la fuente y además sirve de aislador ya que separa la salida de fuente de la red eléctrica. Las bobinas de un transformador son aisladas entre sí (salvo en el caso de autotransformadores) ya que la energía pasa del primario al secundario por inducción magnética.

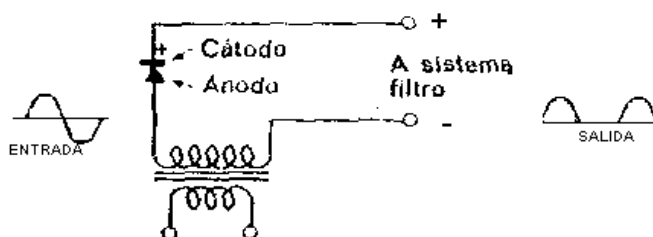
## TEMA 10-2.4 RECTIFICACIÓN

Para obtener una corriente continua a partir de la tensión alterna senoidal del secundario del transformador aprovechamos las propiedades de los diodos de conducir corriente en un solo sentido y por ello los llamamos rectificadores.

Existen distintos tipos de rectificadores y distintas formas de rectificar la corriente:

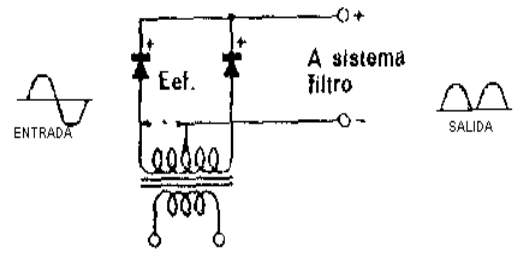
### RECTIFICADORES DE MEDIA ONDA

Emplean un diodo para rectificar la corriente estando dicho diodo en serie con la carga, pero este tipo de circuito (ver figura) aprovecha exclusivamente los hemisiclos positivos de la corriente de red ya que los negativos no son aprovechados. En este caso el circuito tiene poco rendimiento ya que aprovecha solo la mitad de la energía y es muy difícil lograr una tensión continua constante por más que filtremos dicha corriente.



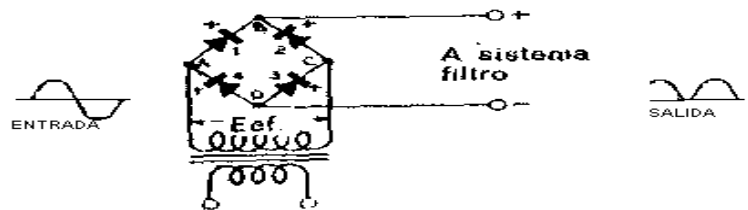
## RECTIFICADORES DE ONDA COMPLETA

Otro tipo de rectificador es el de onda completa con toma central en el centro del transformador, este circuito aprovecha ambos hemisiclos de la corriente alterna y para ello utiliza dos diodos con sus cátodos unidos a la carga y el otro extremo de la carga va conectado al punto medio del transformador. Esto se traduce en una tensión eficaz de valor doble al del caso anterior, pero tiene el inconveniente de que los diodos a utilizar deben ser capaces de soportar una tensión inversa de pico muy elevada.



## RECTIFICADORES EN PUENTE

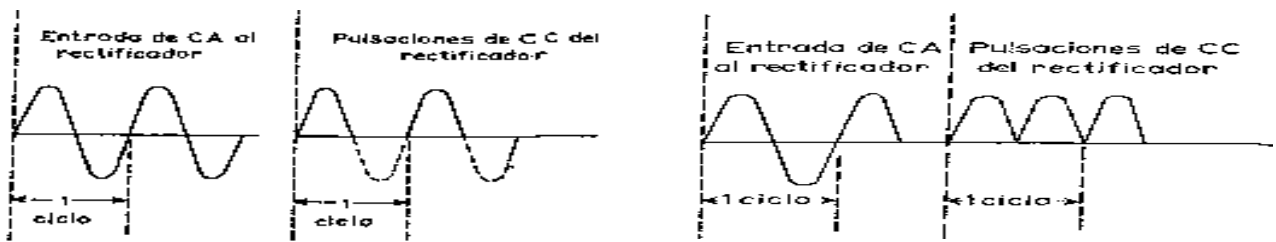
Este tercer caso es similar al anterior, pero con la ventaja que no necesita transformador con punto medio y además como la tensión inversa recae sobre dos diodos los requerimientos sobre tensión de pico son menores.



## TEMA 10-2.4.4 FRECUENCIA DE RIPPLE

La frecuencia del ripple de una fuente está determinada por dos factores:

- La frecuencia de la tensión de alimentación.
- El tipo de rectificación, en media onda u onda completa.



Como sabemos el punto a) no ofrece diferencias ya que la frecuencia de la tensión de alimentación es de 50 Hz. En cuanto al punto b) debemos tener presente que un rectificador de media onda permite el paso de una corriente solamente en un hemisiclo ( $\frac{1}{2}$  ciclo) y por tanto la frecuencia de ripple será de 50 Hz. En cambio, el rectificador de onda completa como el hemisiclo inferior (negativo) se invierte pasando a la parte superior (positivo) la frecuencia de ripple es de 100 Hz.

## TEMA 10-2.4.4.1 TENSIÓN DE ONDULACIÓN

La componente alterna de la tensión de salida de una fuente de CC se denomina tensión de ondulación y está superpuesta a la tensión de CC y la eficiencia del sistema de filtro se puede expresar en función de la razón del valor eficaz de la tensión de ondulación a la tensión CC de salida de la fuente. En la práctica un buen diseño requiere una tensión de ondulación menor al 5% de la tensión de alimentación del transceptor en CW y BLU.

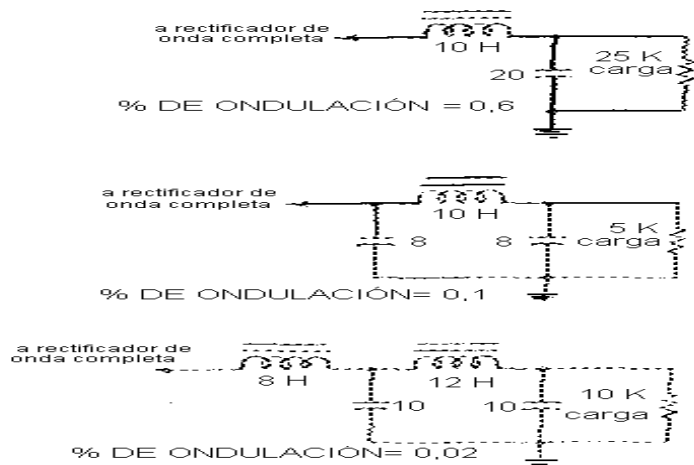


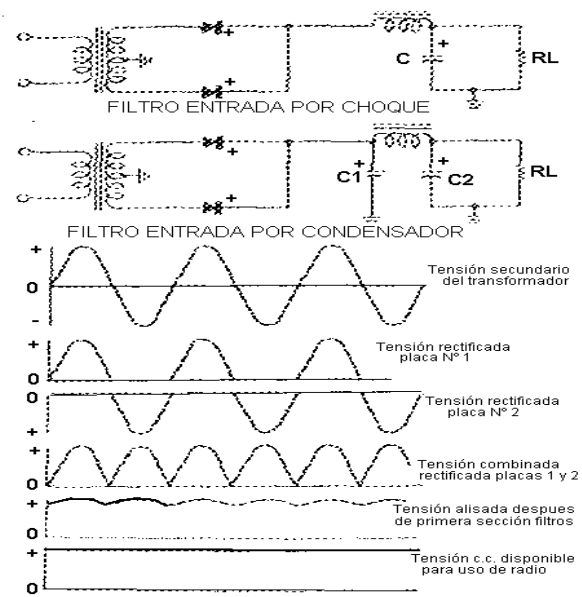
Figura A

## TEMA 10-2.5 FILTRADO

El proceso de rectificación permite obtener a partir de una corriente alternada una corriente pulsante pero lo que un transmisor necesita es una corriente continua pura y para ello es necesario un nuevo paso que se denomina filtrado y existen diversos tipos de filtros que se caracterizan por estar formados por elementos pasivos (resistencias, condensadores, bobinas) y que pueden estar sometidos a corrientes y tensiones elevadas.

Básicamente pueden distinguirse cuatro tipos de filtrados y que conocemos por:

**FILTRO DE CONDENSADOR:** es el más común, económico y sencillo y lo constituye un condensador electrolítico en paralelo con la salida rectificada. El factor de rizado depende del tamaño del condensador ya que cuando mayor es el capacitor menor será el rizado o ripple.



Efecto de rectificación y filtro FIGURA A

**FILTRO INDUCTANCIA-CAPACIDAD:** lo constituye una bobina en serie con la salida y un condensador en paralelo y en este caso lo único que hace la bobina es potenciar el efecto del capacitor, al colocar la bobina a la salida del rectificador absorbe los pequeños cambios de tensión del condensador y por tanto se logra un menor rizado o ripple siendo en este caso función inversa del producto de los valores del condensador y la bobina.

**FILTRO EN  $\pi$  DE INDUCTANCIA Y CONDENSADORES:** es un perfeccionamiento del filtro anterior y consiste en el agregado de un condensador antes de la bobina, en este caso el factor de rizado es función inversa de los valores de ambos condensadores, la bobina y la resistencia de carga.

**FILTRO EN  $\pi$  DE RESISTENCIA Y CONDENSADORES:** en este caso se sustituye la bobina por una resistencia óhmica pura y con esto se logra, empleando un valor elevado de resistencia, reducir substancialmente el rizado a valores casi imperceptibles.

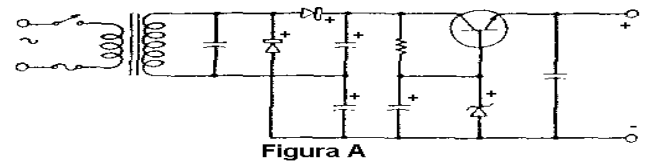
## TEMA 10-2.6 ESTABILIZACIÓN

Para lograr que la salida de una fuente la tensión se mantenga estable pese a cambios de la alimentación o de la carga se incorporan a ellas los sistemas de estabilización constantes e independientes de la corriente de carga.

El estabilizador se coloca siempre entre el filtro y la carga a alimentar. Los circuitos estabilizadores se dividen en dos sistemas: regulador serie y regulador paralelo. En la actualidad se han desarrollado integrados que realizan la función de reguladores sin componente adicional alguno.

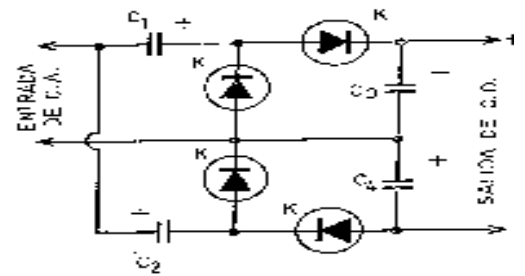
## TEMA 10-2.7 FUNCIÓN DEL TRANSISTOR DE PASO EN FUENTES

La colocación de un transistor NPN de paso en las fuentes obedece a que dicho elemento permite la regulación de la tensión de salida de la fuente en función de la tensión aplicada a la base de dicho transistor y su ubicación dentro del circuito es la que se detalla en la figura A.



## TEMA 10-3 MULTIPLICADORES DE TENSIÓN

Como sabemos un diodo es un aparato no lineal que permite el paso de una corriente mejor en un sentido que en otro y por tanto se lo utiliza para convertir la corriente alterna en continua (pulsante), pero montándolos en un circuito apropiado pueden proporcionar un voltaje de salida de corriente continua que es un múltiplo del valor de pico del voltaje de corriente alterna aplicado. Cuando a la entrada se aplica una onda senoidal, el valor máximo del voltaje aplicado es igual a 1,41 veces su valor eficaz (el que miden los instrumentos) y así un circuito doblador de tensión proporciona un voltaje de salida sin carga igual a 2,82 veces el aplicado, un triplicador de voltaje proporcionará en su salida 4,23 veces el voltaje aplicado y un cuadruplicador entregará a su salida 5,64 veces la tensión aplicada. En todos los casos utilizan en forma pareada diodos y capacitores y la cantidad necesaria de cada dependerá del tipo de multiplicador, siendo dos diodos y dos capacitores para los dobladores, tres diodos y tres capacitores para los triplicadores, cuatro diodos y cuatro capacitores para los cuadruplicadores.



## TEMA 10-4 PILAS

Se denomina pila a las baterías no recargables o sea aquella que solamente permiten un proceso de descarga debido a que las reacciones químicas internas no son reversibles. Las más conocidas dentro de este grupo son: pila de zinc-carbono, pila de mercurio, pila alcalina, pila de litio, pila de plata, etc.

## TEMA 10-5 BATERÍAS

Reservamos el nombre de baterías a las pilas recargables y éstas son las más utilizadas por los radioaficionados. Dentro de este grupo las más conocidas son: baterías de plomo-ácido (llamados comúnmente acumuladores); baterías de níquel-cadmio, baterías de litio, etc. (llamadas comúnmente pilas recargables).

En las baterías de plomo-ácido una célula elemental está compuesta por dos electrodos a base de plomo sumergidos en una disolución de ácido sulfúrico y agua. Estas baterías están formadas por una serie de células elementales de 2 V cada una.

Las baterías de níquel-cadmio están formadas por dos electrodos en forma de lámina separadas por un aislante enrolladas entre sí y sumergidas en un electrolito compuesto por hidróxido de potasio y agua, los electrodos son uno de níquel (positivo) y uno de cadmio (negativo). La tensión nominal de estas baterías es de 1,2 Volt utilizándose varias de ellas en serie para llegar a las tensiones que necesitamos.

## **TEMA 10-5.1**

## **ELECTROLITO**

Las baterías plomo-ácido de uso común tienen sus placas sumergidas en una solución de ácido sulfúrico y agua. El contenido de ácido del electrolito varía con el estado de carga y puede ser determinado midiendo la densidad de dicho electrolito. En general una lectura del densímetro de 1,27 g/ml indica que el elemento está completamente cargado, mientras que una lectura de 1,15 g/ml o más baja indica la necesidad de efectuar una carga de la batería. Debe tomarse la precaución, al efectuar una carga de que el electrolito no sobrepase la temperatura de 52° C.

En los acumuladores de níquel-cadmio (a los que llamamos pilas recargables) el electrolito es una solución de hidróxido de potasio con una densidad de 1,30 g/ml a 22°C.

## TEMA 11

## NORMAS DE SEGURIDAD

La mejor manera de evitar accidentes producidos por la energía eléctrica es la de poner todos los equipos de la radioestación a potencial cero o tierra siendo necesario para tal fin instalar una jabalina especial como toma de tierra.

### TEMA 11-1

### TÉCNICAS PARA LA MEJORA DE LA TOMA DE TIERRA

Sobre las mediciones de resistencia de tierra, obtenida con jabalina de 1,83 m de longitud, clavada en suelos de diferentes clases de terreno. Las lecturas que se obtuvieron mostraron valores de resistencia de la toma de tierra de una sola jabalina que iban desde los 13 ohm en el terreno húmedo de Goya en Corrientes, hasta más de 7000 ohm en El Volcán, Jujuy. Normativamente, se considera que el valor de resistencia máximo para que la toma de tierra resulte aceptable, no debe superar los 10 ohm y es de aquí que en la práctica se utilicen dos o más jabalinas conectadas en paralelo. La experimentación de distintos sistemas de tomas de tierra a lo largo de los años llevó a la aceptación de la técnica conocida como “tierra de superficie alámbrica” o SWG para los americanos (Surface wire ground), consistía, inicialmente, en el empleo de un cierto número de estacas metálicas de 15 cm de longitud, que se distribuían en círculo y quedaban unidas entre sí por medio de una circunferencia de aproximadamente 30 m de diámetro de alambre de cobre de 3 mm de diámetro.

Posteriormente, se llegó a disminuir la longitud del diámetro a aproximadamente 21 m y el tendido circular se soporta sobre estacas metálicas de 25 cm de longitud cada una. Se procura que el equipo de radio se encuentre situado dentro del círculo abarcado por el alambre y su toma de tierra, se une a tres puntos distintos de la circunferencia alámbrica. Se han comparado resultados obtenidos con el sistema SWG y los obtenidos con una jabalina de 1,80 m de longitud en numerosos lugares de terrenos muy diferenciados de Argentina y de Alemania. En todos los casos, el sistema SWG representó una mejora con valores de resistencia inferiores. Las estacas utilizadas tienen un formato, vistas de arriba, similar a una estrella, que en el bloque se afila progresivamente hacia la punta. Esta configuración en estrella proporciona una mayor superficie de contacto con la tierra y su extremo terminado en punta facilita la inserción en la tierra, si a su vez en el extremo que queda a ras de tierra, se lo termina con una forma de aro, sirve no solamente para sujetar el radial, sino que facilitará su extracción. Es un sistema ideal para experimentar los que trabajan en 160 m con una antena Marconi alimentada por un extremo. No podemos olvidar que las pérdidas de tierra son muy importantes en esta banda y compensa cuánto se lleva a cabo para reducir las. Los equipos de comunicaciones son elementos muy sensibles a la presencia de transitorios, en la alimentación desde una fuente o por las líneas de antena, que se producen durante una tormenta o por desconexión de luces, motores o bobinas. Para evitar los transitorios en las antenas el mejor sistema es desconectar las mismas al finalizar las transmisiones.

Ahora bien, en los casos de transitorios que ingresan por la alimentación son más difíciles de controlar principalmente porque pueden producirse fuera de nuestro domicilio y en algunos casos estos transitorios superan los 2000 V. En la actualidad existen unos componentes llamados varistores de óxido de zinc que realizan esta tarea de proteger nuestros equipos de posibles transitorios en líneas y su principio de funcionamiento es que posee en su interior como base de funcionamiento pequeños granos de óxido de zinc que permanecen en contacto crítico por lo que una tensión nominal de 220/235 V no puede circular por su interior, sin embargo si la tensión supera el valor nominal del componente el contacto crítico se establece y la corriente comienza a circular por su interior transformándose en calor. Si conectamos un varistor en paralelo con la red de alimentación a nuestra radioestación (debe ser lo suficientemente robusto para el valor de nuestro consumo) con valor nominal de 230/250 V protegeremos la misma contra transitorios y el costo del varistor es muy económico si lo relacionamos con el valor de reparación de un equipo destruido por un transitorio.

### TEMA 11-2

### ¿CUÁNDO UNA CONEXIÓN A TIERRA ES BUENA?

Muy a menudo nos hacemos esta pregunta y la respuesta es simple necesitamos realizar la medición de la conexión para saberlo. La utilización de un óhmetro es el primer pensamiento, pero la mayoría de estos instrumentos tienen muy baja resolución debajo del décimo de ohm.

Existen algunos instrumentos digitales de mejor calidad con escalas de 2 ohm que permiten apreciar el milésimo de ohm y disponen de ajuste del cero para compensar la resistencia de los cables de medición. La resistencia de la conexión es solo una parte de esta historia. Otro de los factores es la verdadera impedancia de

la conexión. El valor de la inductancia de la conexión a la puesta a tierra juega un rol muy crítico, para la energía de radiofrecuencia y los pulsos de alta velocidad que se producen cuando se está en presencia de una descarga atmosférica. Tanto la energía de RF como los pulsos provenientes de un rayo exhiben un efecto pelicular cuando circulan por un conductor. El efecto pelicular, es la tendencia que tiene la energía de alta frecuencia de circular solo por la superficie del conductor. Debajo de la superficie del conductor la mayor parte del material no es utilizado. Esto nos permite decir que las conexiones o conductores que no tengan una gran superficie tienen alta impedancia al flujo de energía de alta frecuencia. Cuando se realicen conexiones de baja impedancia que estén expuestas a la intemperie se debe recordar remover la pintura y/u oxidación por algún método abrasivo hasta dejar el metal perfectamente limpio. También debemos asegurarnos que los metales que intervienen en una unión sean del mismo tipo de otra forma deberemos usar algún compuesto siliconado que evite o prevenga la corrosión en el punto de contacto.



## TEMA 12 SISTEMAS DE COMUNICACIONES

Podemos definir como sistema de comunicación a todo aquello que de alguna manera permite la transmisión de información y toda información es algo que reduce la incertidumbre sobre un determinado tema. Otra forma sencilla de definir un sistema de comunicación es diciendo que es un ente que transfiere la información de un lado a otro.

### TEMA 12-1 COMPONENTES DE UNA RADIOESTACIÓN

En un sistema de comunicación hay tres elementos que se ponen de manifiesto: el transmisor, el receptor y el canal de comunicación. Llámase transmisor al equipo encargado de procesar la información para que en forma de señal electromagnética pueda transmitirse y receptor al equipo que recibe la señal electromagnética, la procesa y la convierte en su forma original. Se denomina transceptor si es un solo equipo que cumple con las dos funciones.

#### TEMA 12-1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

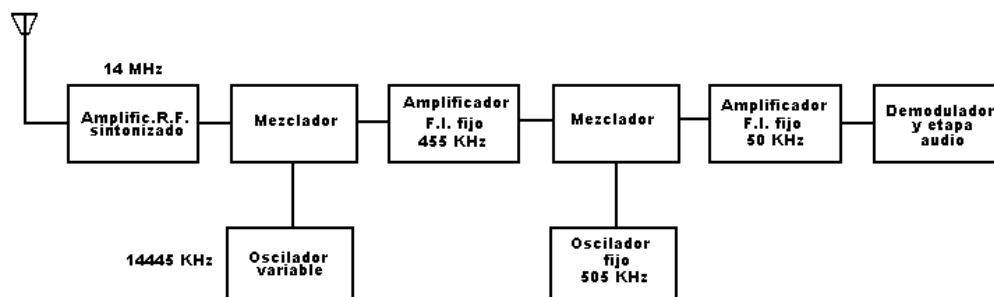
Los transmisores pueden procesar la información que nosotros generamos a través de un manipulador (telegrafía) o a través de la voz y en este caso contamos con el micrófono que transforma el sonido (movimiento vibratorio producido por un cuerpo) en energía eléctrica y que mezclada con la portadora generará la portadora modulada que enviamos al aire. Los receptores procesan la información recibida separando de la portadora modulada la señal moduladora y luego de varios procesos la entregan al altoparlante que transforma las señales eléctricas en señales de sensación sonora (efecto que produce una onda sonora en nuestro oído).

### TEMA 12-2 RECEPTORES

Un dispositivo tal como un altoparlante es incapaz de recibir en forma directa las señales transmitidas por una emisora de radio ya que para tal fin es preciso intercalar un dispositivo denominado receptor entre la antena y el altoparlante.

#### TEMA 12-2.1 DIAGRAMA DE BLOQUE DE RECEPTORES

El principio de funcionamiento de un receptor es básicamente un amplificador y un sistema de recuperación de la información de la señal recibida, pero todo se complica cuando observamos que la amplificación que se necesita es de más de un billón de veces en potencia con requisitos extremos de linealidad y estabilidad. Pero además se deben cumplir todas las consideraciones sobre sensibilidad, selectividad y estabilidad. La idea central de funcionamiento en un receptor es convertir cualquiera de las frecuencias que se deben recibir en una frecuencia fija denominada frecuencia intermedia para después detectarla. La sensibilidad de un equipo se consigue en el circuito que se encuentra directamente conectado a la antena; mientras que la intermodulación y saturación se consiguen en el mezclador. La estabilidad se logra en el oscilador de frecuencia variable (OFV) y la selectividad se consigue en las etapas de frecuencia intermedia, en cuanto al control automático de ganancia (AGC) y la detección se logran en el detector.



**RECEPTOR TÍPICO DE DOBLE CONVERSIÓN**

Veamos ahora como funcionan los distintos circuitos:

**DETECTOR:** son los encargados de recuperar la información de la señal recibida y por ello el nombre más correcto sería demodulador. Existen muchos tipos de detectores, pero en los equipos de HF utilizan un detector de producto para CW, AM y SSB y además otro detector de relación para FM. La parte de detección consta de dos sectores, el detector de producto propiamente dicho y el oscilador de batido (OFB) que funciona casi siempre a cristal y en la misma frecuencia o alguna muy próxima a la señal a detectar que es la de frecuencia intermedia. Este oscilador utiliza varios cristales para proporcionar una señal correcta en cada función (CW, LSB, USB) y cuando se lo desconecta el detector trabaja en AM. Cuando conmutamos a FM se cambia completamente de detector y en la mayoría de los casos también las FI.

**DISCRIMINADORES:** un discriminador es un circuito que, al ser alimentado con voltajes de frecuencia variable, pero de amplitud constante suministra en su salida un voltaje de polaridad y amplitud variable.

La polaridad del voltaje de salida depende de que la frecuencia de entrada varíe hacia arriba o hacia abajo de la frecuencia media (frecuencia central). La amplitud del voltaje de salida depende del grado de desviación de frecuencia a la entrada o de la magnitud en que la frecuencia de entrada se desvía de la frecuencia central. Los discriminadores se aplican para distintos fines como la regulación automática de la frecuencia o de la sintonización en receptores o como detectores de sonido en recepción de frecuencia modulada y en este último caso el discriminador recupera los voltajes de audiofrecuencia de las señales de entrada. La figura 14-1 es un diagrama de un circuito típico de discriminador empleado como detector de sonido de frecuencia modulada.

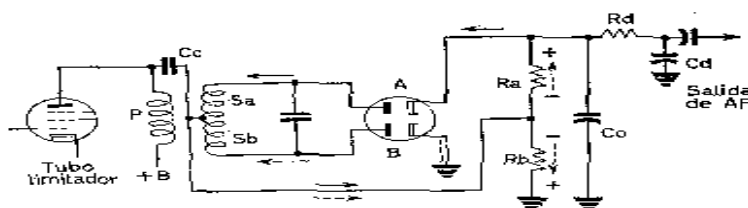


Fig. 14 - 1

**AMPLIFICADORES DE FRECUENCIA INTERMEDIA (FI):** por lo general hay dos pasos de frecuencia intermedia y a veces más en los casos de AM y SSB pero siempre debe tenerse presente que en FM habrá una más que en el caso anterior ya que debido a la mayor anchura de la gama de frecuencias y a la reducción de la ganancia en cada paso en FM por ser los amplificadores de banda ancha y además las FI de FM utilizan frecuencias más elevadas para lograr una separación adecuada de la frecuencia imagen. En todos los casos debe procurarse que ninguna de las frecuencias portadoras que se reciban coincidan con una frecuencia imagen de otra portadora y por ello el cálculo de la FI debe ser muy meticuloso. El sistema de doble conversión se lo utiliza para dos tipos de aplicación, una tiene por objeto alcanzar una estabilidad extremadamente buena mediante el uso de control a cristal del primer oscilador que precede a un amplificador de FI sintonizable al cual sigue un mezclador y un amplificador de FI de sintonía fija en una frecuencia mucho más baja lográndose que la estabilidad del receptor completo sea igual a la del oscilador y la selectividad está determinada por el ancho de banda del segundo amplificador fijo. Estos son ejemplos de FI de algunos transceptores:

EQUIPO MARCA	PRIMERA FI	SEGUNDA FI	TERCERA FI
YAESU FT 757	47.060 kHz	8.215 kHz	455 kHz
ICOM IC 725	70.450 kHz	9.010 kHz	455 kHz
YAESU FT 530	44.775 kHz	15.250 kHz	455 kHz

Otra aplicación de la doble conversión es que se alimenta con ello alternativamente a un mezclador de sintonía fija y a un amplificador de FI mucho más baja antes de ser demodulada la señal para alimentar el sistema de audio. Los receptores de doble conversión tienen graves problemas de respuesta a las espurias a causa de las señales de frecuencias múltiples existentes en los circuitos.

**MEZCLADOR:** Es el circuito más importante y en el que los fabricantes ponen el mayor empeño en su fabricación y ajuste. Su función básica consiste en mezclar las señales presentes en la antena con otra generada internamente, con el fin de obtener otra frecuencia distinta.

Tengamos un ejemplo: en un equipo queremos sintonizar 14 100 kHz. El oscilador interno genera una frecuencia de 5100 kHz y por tanto a la salida del mezclador tendremos las siguientes frecuencias: 5100, 9000, 14 100 y 19 200 kHz. De estas cuatro frecuencias elegimos la resta por lo que la frecuencia deseada sería 9000 kHz. Las frecuencias antes citadas reciben los siguientes nombres:

**SEÑAL DE RF:** se denomina a la señal que se quiere recibir en este caso 14 100 kHz

**SEÑAL DE INYECCIÓN:** es la señal que genera el oscilador interno en este caso 5100 kHz

**SEÑAL DE SALIDA:** es el producto de salida deseado en este caso 9000 kHz

**FRECUENCIA IMAGEN:** En el ejemplo supusimos que si a 14 100 le restamos 5100 obteníamos la frecuencia deseada, pero existe otra frecuencia que también proporciona una salida de 9000 y es la de sumar 5100 y 3900 kHz. A esta otra frecuencia que produce la misma salida se la denomina frecuencia imagen y por tanto el mezclador es capaz de recibir a la vez dos frecuencias. Pero el mezclador no puede establecer cuál es la frecuencia que nosotros deseamos y por lo tanto se deben introducir circuitos que permitan rechazar la frecuencia imagen antes de que lleguen a él.

**OSCILADOR DE FRECUENCIA VARIABLE (OFV):** debiendo un receptor recibir una gran cantidad de frecuencias forzosamente debe, en uno de los mezcladores, existir una frecuencia variable para adaptarse a la que en cada momento se quiera recibir y al elemento que proporciona esta señal variable se le llama OFV (en inglés VFO) y debe reunir varias condiciones como ser estabilidad eléctrica, estabilidad mecánica, limpieza de la señal y ausencia de armónicos. La estabilidad eléctrica del OFV define la estabilidad total del receptor que debe ser elevadísima, y la estabilidad mecánica ya que debe permitir una variación muy lenta e igual de la frecuencia a lo largo de todo su recorrido.

Existen varios tipos de OFV, a saber:

**OSCILADOR VARIABLE PROPIAMENTE DICHO:** es aquél en que el control de frecuencia se hace a partir de un oscilador variable y que puede generar cualquier frecuencia dentro del margen de funcionamiento (hoy en desuso).

**SINTETIZADOR DE FRECUENCIAS:** es un sistema en que a partir de una o varias frecuencias fijas y combinando una serie de divisores y multiplicadores se obtiene la frecuencia deseada.

**OSCILADOR HETERODINO:** consiste en un oscilador variable que funciona a una frecuencia relativamente baja y otro controlado a cristal. La señal de ambos se conecta a un mezclador que bien sea por sumas o por restas produce una salida de frecuencia variable deseada. En este tipo de oscilador por contener un mezclador aparecen señales espurias y es por ello que casi se ha abandonado esta técnica.

**OSCILADOR CONTROLADO POR PLL (Phase Locked Loop, Lazo de enganche en fase):** es la técnica más perfeccionada en el campo de los osciladores variables y consiste en controlar un oscilador muy poco estable pero que puede funcionar en un gran margen de frecuencias por medio de otro oscilador variable controlado por tensión que no tiene nada que ver con el anterior pero que posee una muy elevada estabilidad en la frecuencia de funcionamiento. En esencia consta de un oscilador controlado por tensión, un mezclador, un comparador de fase y un oscilador maestro y como el enganche entre el oscilador controlado y el oscilador maestro se realiza a través de un comparador de fase es llamado PLL por sus siglas en inglés. El oscilador controlado por tensión se construye con diodos varicap, cuya capacidad varía según la tensión que se le aplica o sea trabaja como un condensador variable y se lo hace funcionar en un margen de frecuencias de 500 kHz (oscila entre 5000 y 5500 kHz) y cuya salida es enviada, por un lado hacia el mezclador del receptor y por otro hacia otro mezclador donde también ingresa la señal del oscilador a cristal que normalmente se lo hace oscilar en 4000 kHz y escogiendo la resta de

ambos tendremos una frecuencia que podrá variar entre 1000 y 1500 kHz. Teniendo el receptor su oscilador variable que posee gran estabilidad y cuya salida puede variar entre 1000 y 1500 kHz si inyectamos ambas señales (la del PLL y la del oscilador maestro) a un comparador de fase y las señales son iguales no pasa nada, pero si las dos frecuencias son distintas se genera una tensión que si la aplicamos a los diodos varicap, la frecuencia de éste oscilador variará hasta que las dos frecuencias se igualen.

**OSCILADOR CONTROLADO POR SINTETIZADOR:** la aparición de circuitos lógicos ha multiplicado las posibilidades de hacer que un oscilador controlado por cristal funcione por a través de un sintetizador no solo en su frecuencia fundamental y sus armónicos, sino que además se puede hacer trabajar en fracciones (o sea subarmónicos) como  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/5$ , etc., de la frecuencia fundamental. En los modernos equipos se parte de dos frecuencias fundamentales y el sintetizador produce, por multiplicaciones y divisiones, un número enorme de combinaciones lo que en definitiva permite convertir este oscilador fijo en uno variable. Debe tenerse presente que como el número de operaciones es enorme estos sintetizadores funcionan por medio de un microprocesador que es el que detecta las órdenes de mando de sintonía y opera en consecuencia. Las ventajas del sistema son varias:

- Total estabilidad eléctrica y mecánica.
- La velocidad de sintonía es muy variada ya que pueden darse saltos de 1 Hz, 100 Hz, 1000 Hz u otras reducciones según cada fabricante.
- Con el sintetizador se pueden además guardar frecuencias fijas (memorias).

**AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA:** para obtener una buena sensibilidad en un receptor existen dos sistemas; o bien el conversor utiliza mezcladores de muy elevada calidad o bien se introduce un amplificador previo que está diseñado para proporcionar la sensibilidad adecuada. Este amplificador funciona normalmente en clase A a fin de que proporcione una sensibilidad adecuada en base a un factor de bajo ruido con una amplificación suficiente. En muchos receptores se recurre además a colocar un preamplificador que se conecta solamente en las bandas en que es más necesario o por medio de una llave (llave AMP RF) y además un atenuador que enclava (llave ATT).

**CIRCUITOS DE ENTRADA AL RECEPTOR:** son los encargados de adaptar la impedancia y de dejar pasar las señales deseadas, eliminando las no deseadas. Consisten en una serie de circuitos resonantes conectados entre sí, cuya frecuencia de sintonía puede ser modificada de tal forma que todos los circuitos varíen a la vez, poseen un alto Q ya que cuando más alto es el Q de un circuito mayor es su selectividad y con las técnicas actuales lograr un Q entre 200 y 400 es bastante fácil.

**REGENERACIÓN:** La reacción o realimentación o regeneración es un procedimiento que consiste en inyectar, a la entrada de un amplificador, una fracción de la tensión que se obtiene a la salida de este mismo amplificador. Si el amplificador trabaja sin inversión de fase (la tensión de salida pasa por un máximo en el momento que la tensión de entrada también) estamos ante una realimentación positiva que genera un aumento de ganancia y también un aumento en la tasa de distorsión.

Si el amplificador trabaja con inversión de fase (la tensión de salida pasa por un máximo en el momento que la tensión de entrada está en un mínimo) estamos ante una realimentación negativa y entonces existe una compensación parcial que reduce la ganancia y también reduce la tasa de distorsión. El sistema de regeneración negativa se utiliza muchísimo en circuitos de entrada de receptores ya que aumentan la selectividad y se obtiene la selectividad máxima cuando la señal reinyectada es casi igual a la suministrada por la antena. El sistema de regeneración positiva también se utiliza en algunos casos para disminuir el fading (desvanecimiento) ya que la ganancia es menor cuando mayor es la señal de entrada en antena.

**SENSIBILIDAD:** es la propiedad del receptor de separar señales de frecuencias muy próximas o casi adyacentes a la deseada y amplificar señales débiles a través del nivel del ruido general del sistema, siendo considerado de buena calidad si posee una sensibilidad mejor que 1  $\mu$ V. En receptores por debajo de 30 MHz el factor limitador en la recepción de señales débiles es el ruido externo y no el ruido interno del propio receptor.

**PARÁMETROS DE LA SENSIBILIDAD:** como establecemos los parámetros de sensibilidad de los receptores o sea los famosos dBm. Dos de los parámetros más importantes de las especificaciones técnicas de los receptores son el ruido que genera internamente (el "factor de ruido") y la sensibilidad, es decir la mínima señal que es discernible con el receptor. Esta mínima señal discernible con un receptor está limitada por el ruido que genera el receptor internamente, de modo que el factor de ruido y la sensibilidad están directamente relacionados y es evidente que una señal que esté por debajo del ruido que genera internamente el receptor ya no será copiable. La sensibilidad de un receptor también puede expresarse como un número negativo de dBm (decibelios sobre mW) siendo 0 dBm = 1 mW, que es equivalente a 235,5 mV sobre 50 ohm. Entonces tenemos que un receptor teórico (caso ideal) podría discernir una señal de ruido de -174 dBm, con un filtro de ancho de banda de 1 Hz o sea, un receptor "teórico- ideal" permitiría copiar una señal que este ligeramente por encima de -174 dBm (174 dB por debajo de 1 mW, que es la referencia).

Este máximo absoluto de sensibilidad teórica de -174 dBm se basa en el ruido que generan los electrones en movimiento por los conductores y un receptor ideal cuya circuitería no generase nada de ruido interno tendría, por tanto -174 dBm de sensibilidad (con 1 Hz de ancho de banda) pero un ancho de banda de 2,4 kHz aumenta el ruido interno 2400 veces (2400 es equivalente a 33,8 dB), es decir, al aumentar el ancho de la banda el ruido interno teórico aumenta y el receptor necesita más señal para que esta sea discernible por tanto con 2,4 kHz la sensibilidad del "receptor teórico" es de -140,2 dBm si tenemos en cuenta que a 174 le debemos restar 33,8.

Como un receptor ideal teórico no existe, lo lógico es que en las especificaciones del receptor leamos una cifra de dBm pero que no es -140,2 dBm, entonces la diferencia es, ni más ni menos, el ruido generado por el propio receptor y que hace que la mínima señal discernible suba (disminuye la sensibilidad). Muchos buenos receptores tienen sensibilidades de -129 dBm a 2,4 kHz (es decir que con un ancho de banda de 2,4 kHz necesitan una señal de -129 dBm en antena -como mínimo- para que la señal sea discernible por encima del ruido interno del propio receptor).

La diferencia 140 dBm - 129 dBm = 11 dBm refleja la diferencia de nuestro receptor con el "ideal-teórico". - Muchos receptores tienen especificaciones de sensibilidad de -119 dBm para una relación S/N (señal/ruido) de 10 dB. Esto es lo mismo que decir que la mínima señal perceptible es de -129 dBm.

La tabla siguiente vale como referencia para apreciar más claramente el significado de las variaciones en dB (aplicable a señales de "S-meter", potencia, atenuación de cables coaxiales, etc.).

dB	Relación potencia	dB	Relación potencia	dB	Relación potencia	dB	Relación potencia	dB	Relación potencia
0	1	0,6	1,148	1,4	1,380	3,5	2,239	9	7,94
0,1	1,023	0,7	1,175	1,6	1,445	4	2,512	10	10
0,2	1,047	0,8	1,202	1,8	1,513	5	3,162	13	20
0,3	1,072	0,9	1,230	2	1,585	6	3,981	15	31,6
0,4	1,096	1	1,259	2,5	1,778	7	5,012	18	63,1
0,5	1,122	1,2	1,318	3	1,995	8	6,310	20	100

Otro ejemplo es si imaginamos que tenemos un equipo de 144 MHz que nos da 30 W, y nos compramos un lineal transistorizado que tiene 7 dB de ganancia, ¿qué potencia nos dará?

Mirando la tabla vemos que 7 dB equivale a una relación de potencia de "5". Es decir, nuestro lineal dará 150 W, pero, como tenemos la antena bastante lejos y la bajada de coaxial es de 60 metros y además hemos instalado cable coaxial RG8, con una atenuación de 3,7 dB cada 30 metros llegamos a una atenuación en la línea de 7,4 dB.

La relación de potencia correspondiente a 7,4 dB (se calcula fácilmente elevando  $10^{0,74} = 5,495$ ) es de 5,5 y por tanto lo que llegará de verdad a nuestra antena serán tan solo  $150/5,5 = 27$  vatios. Está claro que en

VHF hay que usar -al menos- RG213 (1,9 dB de atenuación cada 30 metros) que, en nuestro ejemplo, nos llevaría a la antena 63 vatios, o aún mejor algún otro tipo de cable coaxial en el entorno de 1 dB cada 30 metros, que nos pondría en la antena 94 W de los 150 que salen del lineal.

**SELECTIVIDAD:** es la propiedad del receptor para rechazar las señales próximas en frecuencia indeseables y esta propiedad está dada por la cantidad y calidad de las etapas de frecuencias intermedias.

**ESTABILIDAD:** es la aptitud de un receptor para funcionar con rendimiento constante sin acoplamientos parásitos entre circuitos propios y en especial que su desviación de frecuencia desde que se pone en funcionamiento hasta que ha llegado a su temperatura permanente de operación no sobrepase los  $\pm 200$  Hz.

**DESENSIBILIZACIÓN:** cuando un receptor está sintonizado a una señal débil y existe una señal fuerte cerca de la frecuencia que se desea recibir, se observa una evidente disminución de la ganancia del receptor. Esta pérdida es lo que se llama desensibilización o bloqueo y ocurre generalmente cuando la tensión de la señal no deseada supera la polarización de trabajo de la etapa amplificadora y excita a dicha etapa en forma no lineal reduciendo la ganancia total y aumentando la distorsión.

**INTERMODULACIÓN:** la distorsión por intermodulación ocurre en cualquier nivel de señal, se produce en un dispositivo no lineal excitado por una señal compleja que tenga más de una frecuencia, tal como la voz humana, dando productos espurios.

**MODULACION CRUZADA:** es la transferencia de inteligibilidad desde una señal fuerte no deseada hacia una señal débil deseada y así cuando un receptor está sintonizado en 3,9 MHz y hay una señal fuerte no deseada en 3,89 MHz puede la modulación de la segunda señal impartir señal a la primera, aunque se encuentre fuera de la banda de paso del receptor.

Existen en el receptor diversos elementos que debemos conocer su uso como por ejemplo:

**LIMITADOR DE RUIDO (NOISE BLANKER):** son limitadores de ruido del tipo chispa de encendido de automóviles, encendido de luces, etc. y consisten en un bloqueador de recepción en el momento del ruido y de devolución de la señal cuando cesa la interferencia.

**SILENCIADOR (SQUELCH):** corta la salida de audio cuando no existe a la entrada una portadora eliminando el ruido interno de los componentes del receptor. En un receptor de alta ganancia, el ruido del altoparlante puede ser muy molesto y por ello el silenciador elimina dicho ruido, pero cuando llega una señal de radiofrecuencia se conecta automáticamente y funciona el sistema de audio. Los circuitos silenciadores pueden ser activados por la portadora o por el propio ruido.

**AGC (CONTROL AUTOMÁTICO DE GANANCIA):** con los circuitos de AGC (automatic gain control) en los receptores se aumenta la amplificación de los amplificadores de radiofrecuencia y de frecuencia intermedia cuando llegan a la antena señales débiles y se reduce dicha amplificación cuando las señales son intensas y es por ello que la entrada a los detectores de sonido permanece entonces casi constante, aunque varíe la intensidad de la señal en antena. Esto se logra aplicando una tensión de polarización negativa a las rejillas de control (o a las bases de los transistores) de uno o más de los amplificadores de FI y también en la mayoría de los casos a los amplificadores de RF. Este voltaje de polarización se vuelve más negativo cuando la señal recibida sea más intensa y menos negativo cuando la señal es débil. El voltaje de polarización del AGC. tiene que variar únicamente cuando la señal en antena se atenúa pero tiene que ser de amplitud media. Con el AGC se reducen además los efectos de las interferencias eléctricas exteriores denominadas como ruido. Además, el circuito de AGC puede proveer la indicación de intensidad de señal por medio de un medidor de S, cuya lectura es proporcional a la tensión de control de la ganancia.

**ALC (CONTROL AUTOMÁTICO DE NIVEL):** el ALC (automatic level control) controla el nivel de ganancia del micrófono manteniéndolo dentro de ciertos parámetros, aunque cambie el volumen de la voz aplicado al mismo.

### TABULACIÓN DE LAS UNIDADES DE LOS INSTRUMENTOS DE LOS TRANSMISORES

NIVEL DE SEÑAL	CALIBRACIÓN AMERICANA	CALIBRACIÓN IARU	CALIBRACIÓN IARU
Unidades (S)	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V}$	dBm
1	1,00	0,20	- 121
2	1,78	0,40	- 115
3	3,16	0,80	- 109
4	5,62	1,60	- 103
5	10,00	3,20	- 97
6	17,80	6,30	- 91
7	31,60	12,60	- 85
8	55,20	25,20	- 79
9	100,00	50,40	- 73
9 + 10 dB	320,00	160,00	- 63
9 + 20 dB	1.000,00	500,00	- 53

**MEDIDOR DE SEÑAL:** en general miden la tensión de salida del control automático de ganancia que es proporcional a la señal recibida, los hay de aguja (analógicos) y por leds (digitales), generalmente los de aguja están calibrados entre 0 y 9 y a partir de allí en saltos de 10 dB. La calibración de estos instrumentos no es muy confiable. Algunos fabricantes establecen una indicación S9 como el equivalente a una señal de entrada en el receptor de 50 mV.

## TEMA 12-2.2 DEMODULACIÓN

Un detector o demodulador es un dispositivo que permite extraer la señal de modulación de una onda de radio. La energía procedente de la onda de radio produce una corriente de radiofrecuencia que por medio de bobinas y capacitores variables entra en resonancia con la señal recibida y por tanto la tensión de radiofrecuencia es máxima, si a esta tensión la rectificamos la convertimos en una corriente unidireccional y las variaciones de esta corriente corresponden a la modulación vocal que se aplicó a la señal en su punto de origen.

### TEMA 12-2.2.1 DEMODULADORES

Toda vez que una señal de radiofrecuencia sintonizada en antena pasó por etapas de selectividad y sensibilidad, se debe recuperar la información contenida en dicha señal. Es sabido que, en los sistemas de AM, DBL y BLU la información está contenida en las bandas laterales mientras que en FM la información viene en los cambios instantáneos de la frecuencia y en la PM (modulación en fase) los cambios vienen en los cambios instantáneos de fase.

Para analizar los demoduladores debemos tratar cada caso en forma individual:

**DEMODULADOR DE AM:** en un sistema de AM la información viene por duplicado por lo cual, la primera medida a adoptar es eliminar uno de los hemiciclos (positivo o negativo) utilizando para ello un diodo. El siguiente paso es eliminar la señal de radiofrecuencia o sea la portadora y para ello se puede utilizar un capacitor que envíe a masa dicha señal. Pero en los receptores más elaborados se utiliza un sistema  $\pi$  (pi) que consiste en un filtro pasabajos formado por dos condensadores y una resistencia en serie con más una resistencia en paralelo a la salida del tanque  $\pi$  debiéndose elegir valores adecuados entre la resistencia en serie y la paralelo con el fin de lograr el mejor funcionamiento del filtro.

**DEMODULADORES DE DBL Y BLU:** cuando se desea demodular una señal de DBL o BLU se debe tener en cuenta que ahora la envolvente de la onda modulada no tiene la forma de la información y por ello se deben utilizar circuitos que produzcan el batido de las señales ingresantes con una señal muestra de la portadora que

le dio origen y a los detectores que cumplen esta función se los denomina "demoduladores de producto". En este caso a la salida del detector de producto aparecerá la información original que ha modulado a la portadora y por medio de un filtro pasabajos recuperamos esa información. Este tipo de demodulador requiere un filtro de alto rechazo a la señal portadora para que solo se amplifique, en la etapa de audio, la componente de baja frecuencia (moduladora).

Para lograr un mayor rechazo a la señal de radiofrecuencia suelen utilizarse demoduladores balanceados ya que a la salida del sistema se obtienen señales de suma y resta de la señal de entrada (la señal moduladora) y por tanto la eliminación total de la portadora por medio de un filtro  $\pi$  (pi) de dos celdas, siendo el único inconveniente de este sistema la pérdida de inserción que representa una elevada atenuación de la señal.

Muchos receptores poseen un capacitor variable en paralelo con el cristal del oscilador que permite pequeñas variaciones de la frecuencia y a este control se lo denomina clarificador.

**DEMODULADORES DE FRECUENCIA MODULADA:** la demodulación de una señal de FM es distinta a las anteriores debido a que en este caso la amplitud de la información ha provocado una variación de la frecuencia de la portadora. En los receptores de FM antes del demodulador debe colocarse un limitador que recorte los picos de la señal con el fin de que al demodulador llegue una señal constante. Ahora bien, en el caso de FM cada empresa constructora de equipos utiliza un demodulador distinto pero los principales tipos son:

Detector a transformador sintonizado: este tipo de demodulador convierte la señal de FM en otra de AM, pero es un sistema de baja calidad ya que está sujeto a la distorsión por ruidos generados en todo sistema de AM.

Detector Foster-Seely: es el de mejor fidelidad y el que presenta la señal más grande a la salida. Es un circuito de dos etapas donde en la primera etapa se convierte la señal de FM en una de variaciones de fase y en la segunda las variaciones de fase se convierten en variaciones de amplitud.

## TEMA 12-2.2.2 DEMODULADORES O DETECTORES DE FASE

Un detector de fase es un circuito electrónico que produce en su salida un potencial unidireccional variable de conformidad con los cambios de la frecuencia relativa de dos voltajes aplicados a la entrada del detector. La figura muestra las conexiones de un detector de fase básico y el tubo detector es un doble diodo cuyas secciones están marcadas como A y B. Entre la placa de A y el cátodo de B se encuentran las resistencias Ra y Rb y en el punto de contacto entre ambas se aplica el voltaje de barrido mientras que en sus otros extremos se aplica los pulsos de sincronización de la señal

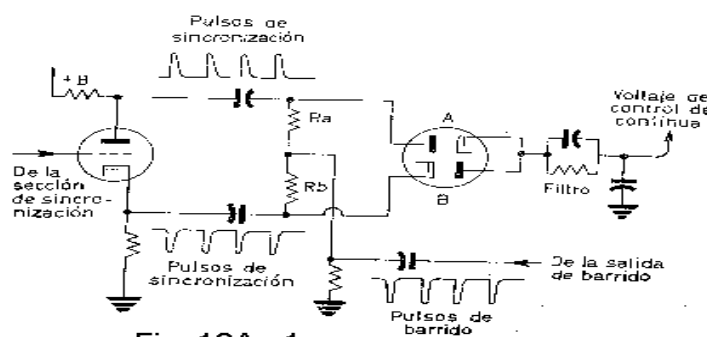


Fig. 12A - 1

recibida y por tanto mientras las frecuencias de barrido y sincronización sean iguales habrá la misma conducción en los diodos A y B en cambio si alguna de las frecuencias varía con respecto a la otra, habrá conducción distinta en alguno de los diodos y aparece a la salida del detector un potencial que será positivo o negativo con respecto a tierra y dicho potencial se puede entonces aplicar al oscilador para que trate de volver a igualar las frecuencias.



### TEMA 12-2.2.3 DEMODULADORES O DETECTORES DE RELACIÓN

Un detector de relación es un circuito para obtener de una señal modulada en frecuencia, un voltaje de audio que corresponda en frecuencia y amplitud a la modulación original.

Las variaciones de fase y sus consecuencias se muestran en la figura 13-2 ya que las curvas superiores representan las condiciones existentes cuando no hay desviación de frecuencia: las curvas del centro muestran lo que sucede cuando hay desviación de señal hacia la frecuencia más baja y las curvas de la parte inferior lo que sucede cuando la desviación es hacia una frecuencia más alta. Existe un gran número de variantes de circuitos de detectores de relación pero que no alteran los principios básicos de funcionamiento descrito.

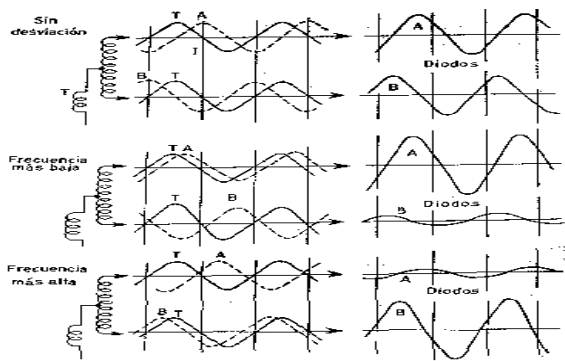


Fig. 12B - 2

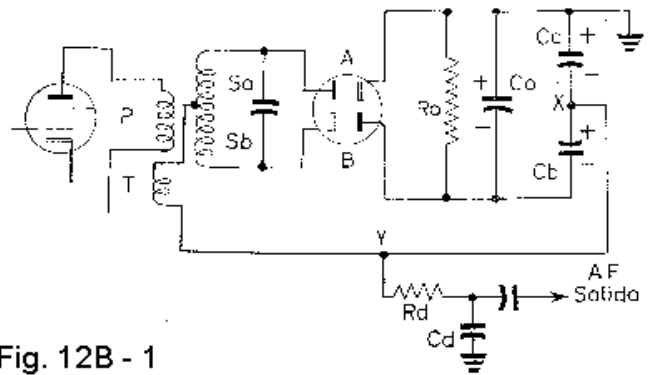
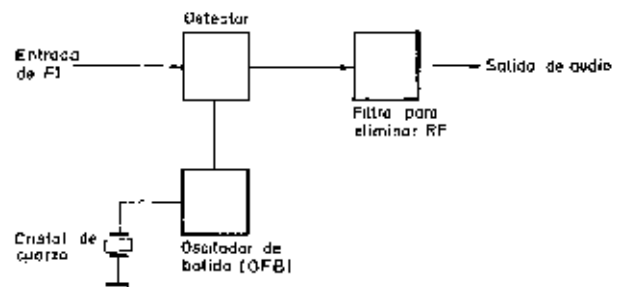


Fig. 12B - 1

### TEMA 12-2.2.4 DEMODULADORES O DETECTORES DE PRODUCTO

Se denomina detector de producto a un detector heterodino que está específicamente diseñado para mínima distorsión en banda lateral y que permite detectar correctamente telegrafía y aceptablemente amplitud modulada. Consta de dos partes: el detector propiamente dicho y un oscilador de batido que funciona a la misma frecuencia (o muy próxima) a la señal a detectar.



El oscilador de batido lleva varios cristales para proporcionar señal correcta para cada función (USB, LSB, CW) y desconectándolo actúa el detector en AM.

### TEMA 12-3 RECEPTOR REGENERATIVO

El receptor regenerativo consiste en un dispositivo que hace que la detección de la señal entre en oscilación y deje de oscilar rápidamente y el valor de esta oscilación varía entre 20 y 50 kHz.

Esta forma de funcionar incrementa notablemente la sensibilidad del receptor.

### TEMA 12-4 SUPERHETERODINOS

En los receptores superheterodinos la señal de entrada se aplica a un mezclador que consta de una impedancia no lineal. La señal se mezcla con otra que es constantemente engendrada por un oscilador local resultando una frecuencia resta de ambas que lleva sobre sí toda la modulación de la señal de entrada y que aparece en el circuito de salida del mezclador.

## TEMA 12-5

## PASOS DE RADIOFRECUENCIA

La señal obtenida a la salida de un mezclador es de una tensión muy pequeña y por tanto debe amplificarse o aumentarse y para tal fin se lleva a los pasos de frecuencia intermedia donde se amplifica de forma ordinaria. Un tema muy importante en los pasos de radiofrecuencia es analizar lo que se denomina como frecuencia imagen. La frecuencia imagen de una señal dentro del espectro radioeléctrico que está por encima de la señal que queremos sintonizar en un valor igual a dos veces la frecuencia del canal de frecuencia intermedia del receptor o sea que su fórmula está dada por:

$$f_{imagen} = f_{señal} + (2 \times f_{intermedia})$$

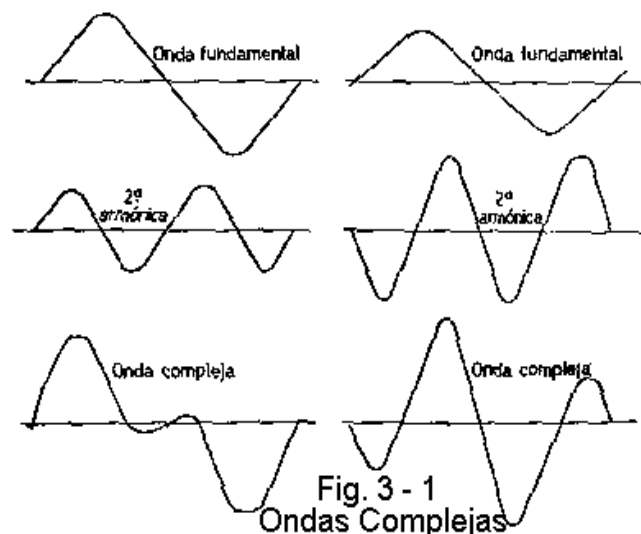
Un ejemplo sería si sintonizamos una señal en VHF en la frecuencia de 144 MHz y tenemos una frecuencia intermedia de 1,7 MHz la frecuencia imagen será:

$$f_{imagen} = 144 \text{ MHz} + (2 \times 1,7 \text{ MHz}) = 147,4 \text{ MHz}$$

### TEMA 12-5.1

### ARMÓNICAS

Una armónica es una frecuencia cuyo valor es igual a un número de veces par o impar al de otra frecuencia llamada fundamental. Por ejemplo, si la frecuencia fundamental es 5 MHz, las armónicas serán 10 MHz, 15 MHz, etc., o cualquier múltiplo de 5. La frecuencia doble de la fundamental es la segunda armónica, la frecuencia triple es la tercera armónica y así sucesivamente; en algunos casos a la frecuencia fundamental se le llama primera armónica. En la parte inferior de la figura 3-1 se representan dos ondas complejas formadas por las fundamentales y la segunda armónica representadas más arriba. Tanto la fundamental como la armónica son ondas senoidales. La diferencia entre las dos ondas complejas representadas se debe a las distintas relaciones de fase y amplitudes relativas de las ondas fundamentales y las armónicas que se combinan.



Tanto la fundamental como la armónica son ondas senoidales. La diferencia entre las dos ondas complejas representadas se debe a las distintas relaciones de fase y amplitudes relativas de las ondas fundamentales y las armónicas que se combinan.

En las ondas muy complejas hay un gran número de armónicas y las ondas cuadradas constan de un número infinito de armónicas, incluidas las de frecuencias muy altas que dan lugar a bordes de ataque rectos y esquinas en ángulo recto.

La mayoría de las armónicas se producen porque las válvulas y los transistores tienen un funcionamiento no lineal. Todos los osciladores tienden a producir frecuencias armónicas; los que funcionan con retroalimentación inductiva producen más armónicas que los con retroalimentación capacitiva. Además, los osciladores controlados a cristal siempre producen muchas armónicas cuyo número y amplitud depende del tipo de circuito usado.

### TEMA 12-5.2

### OCTAVA

La octava se denomina a la frecuencia que es duplo de una frecuencia dada o sea que, si bien debemos llamarla así, los radioaficionados estamos acostumbrados a denominarla erróneamente como primer armónico, aunque en realidad es el segundo armónico.

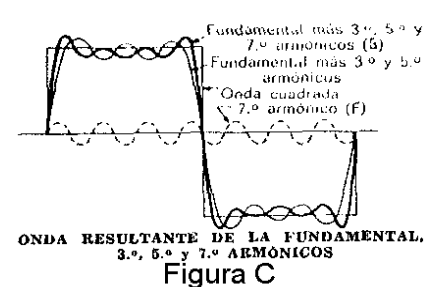
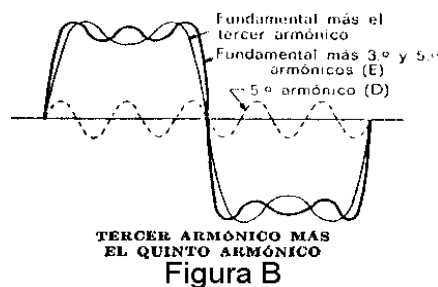
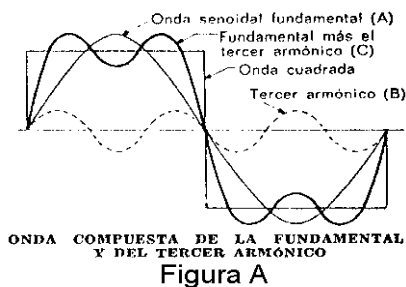
## TEMA 12-5.3 ONDAS NO SENOIDALES

Las ondas senoidales puras son las formas básicas en electrónica, pero también se emplean formas de onda complejas y muy distintas como las cuadradas, diente de sierra, picudas, etc.

Toda onda periódica (o sea la que toma valores iguales cada intervalo de tiempo) está compuesta de ondas senoidales de distintas frecuencias y amplitudes que se suman para dar la onda total, sabiendo que la que tiene la misma frecuencia que la compleja se llama fundamental, las más altas que ésta son un múltiplo entero de la frecuencia fundamental y se llaman armónicos.

### TEMA 12-5.3.1 ONDA CUADRADA

Si a una onda fundamental se le suma otra de frecuencia triple (tercer armónico) la onda resultante se aproxima a la forma cuadrada (figura A). Si a la resultante anterior se le suma el quinto armónico las partes laterales de la curva presentan una pendiente más pronunciada (figura B) y si sumamos el séptimo armónico surge ya una onda casi cuadrada (figura C). La verdadera onda cuadrada se lograría sumando un número infinito de armónicos impares de la fundamental senoidal.



### TEMA 12-5.3.2 ONDA DIENTE DE SIERRA

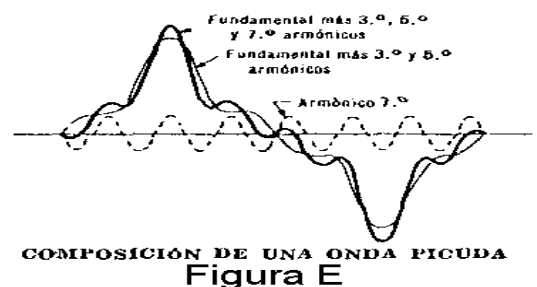
De análoga manera una onda diente de sierra se obtiene de una onda senoidal con el agregado de todos los armónicos pares e impares (figura D).

Debe tenerse presente que la adición de cada uno de los armónicos sucesivos hace que la cresta resultante sea más alta y que los flancos sean más abruptos.



### TEMA 12-5.3.3 ONDA DE CRESTA PICUDA

En la figura E se muestra la conformación de una onda picuda. Ello se logra variando las amplitudes de los armónicos pares. De los ejemplos planteados en los puntos anteriores y el presente surge que una onda compleja se compone de una onda fundamental y diferentes armónicos y que la forma resultante depende de los armónicos que se hayan añadido, sus amplitudes relativas y las relaciones de fase entre ellos.



## TEMA 12-6 FRECUENCIA INTERMEDIA

En los receptores superheterodinos todas las frecuencias de entrada son llevadas a la frecuencia intermedia y por tanto esta sección es diseñada para que de la mejor selectividad y amplificación. Los circuitos sintonizados empleados para el acoplamiento entre pasos de frecuencia intermedia se conocen como transformadores de FI, y son siempre responsables de la ganancia y selectividad del receptor. La selección del valor de la frecuencia intermedia es un compromiso ya que eligiendo frecuencias más bajas o más altas pueden tenerse ventajas, pero también desventajas. En los receptores de comunicaciones de AM se utilizan frecuencias intermedias de 2000 KHz, en los de FM de VHF las frecuencias intermedias son del orden de 20 MHz y en UHF de 30 MHz.

## TEMA 12-7

## CIRCUITOS SINTONIZADOS

Los circuitos sintonizados a la frecuencia de la señal constan de bobinas en paralelo con condensadores variables y es en estos circuitos donde radica la calidad del receptor ya que dan la ganancia por paso y la selectividad de receptor. Puede variarse la frecuencia a la cual responden los receptores cambiando el tamaño de las bobinas y/o condensadores o bien ambos. En los receptores de aficionados se emplea una combinación de ambos sistemas ya que se cambia la bobina al pasar de una banda a otra y se usan condensadores variables para sintonizar el receptor en cada banda.

## TEMA 12-8

## FACTOR "Q"

El factor Q o simplemente Q de un elemento inductivo, capacitivo o de un circuito es la relación entre su reactancia y su resistencia en alta frecuencia; es decir que es igual a la reactancia dividida por la resistencia en alta frecuencia. En toda construcción en la cual se reduzcan las pérdidas antes citadas harán que aumente el Q del elemento y/o circuito en cuestión. La letra Q fue tomada del inglés por calidad (quality) eléctrica de un elemento o circuito. Cuando la reactancia sea grande en comparación con las pérdidas de energía, se tendrá una alta Q y si las pérdidas son grandes en comparación con la reactancia se tendrá una Q baja. La mayoría de las pérdidas de energía en un circuito sintonizado se producen principalmente en las bobinas y no en los condensadores por lo que el Q de un circuito está afectado principalmente por el Q de las bobinas. El Q de las bobinas no varía mucho con la frecuencia. El factor Q inductivo varía poco con la frecuencia porque tanto la reactancia inductiva como las pérdidas en alta frecuencia aumentan casi en la misma proporción cuando aumenta la frecuencia; en cambio el factor Q capacitivo disminuye cuando aumenta la frecuencia porque la reactancia capacitiva se hace menor y por naturaleza los condensadores tienen factor Q más alto que las bobinas y menos pérdidas de energía. El Q de los condensadores tiene un valor tan alto que su reducción al aumentar la frecuencia no influye en gran medida en el Q del circuito.

De lo expuesto anteriormente para lograr un factor Q constante en circuitos sintonizados es preferible lograr la resonancia empleando inductividades grandes y pequeñas capacidades.

Para el cálculo del Q en un circuito resonante serie se debe establecer primero la diferencia entre la reactancia inductiva ( $X_L$ ) y la reactancia capacitiva ( $X_C$ ) restando la mayor de la menor y el resultado (X) se utiliza en la fórmula:

$$Q = \frac{X}{R}$$

Donde: R = resistencia óhmica pura del circuito

Para el cálculo del Q en un circuito resonante paralelo se toma el valor de la impedancia a la frecuencia de resonancia (X) y se aplica la fórmula:

$$Q = \frac{R}{X}$$

Donde: R la resistencia óhmica pura

En el caso de las antenas, la impedancia en el punto de alimentación, cuando dicha antena está en la frecuencia de resonancia, adopta la forma de un circuito resonante serie cuyo Q o factor de calidad es:

$$Q = \frac{F_R}{\Delta_F}$$

Donde:  $F_R$  es la frecuencia resonante

$\Delta_F$  es la diferencia de frecuencia entre los puntos de potencia media del diagrama de radiación tomando las dos frecuencias en que la reactancia serie de la antena es igual a la resistencia serie.

## **TEMA 12-9**

## **AJUSTES DE RECEPTORES**

Los ajustes de los receptores requieren mucha paciencia, cuidado, tiempo y conocimientos ya que cada circuito debe ser ajustado individualmente y con toda precisión para lograr su buen funcionamiento ya que la precisión de cada ajuste depende del ajuste de la etapa precedente. Pueden darse el caso de señales fantasmas y ellas se producen cuando dos portadoras locales y potentes o muy cercanas producen un batido en alguna otra frecuencia de radioaficionado, entonces se escucha una tercera señal. Sirva como ejemplo que, si un radioaficionado transmite en 3515 kHz y en el mismo momento otra estación lo hace en 2415 kHz, las dos se batan y aparece una frecuencia fantasma de 1100 kHz que será escuchada mientras transmitan ambos y cuando uno cesa la transmisión desaparece, siendo este problema de muy difícil solución.

### **TEMA 12-9.1**

### **INTERFERENCIA EN TELEVISIÓN**

La interferencia en televisión (ITV) puede deberse a dos causas principales que pueden ocurrir solas o combinadas y que son:

1. Sobrecarga del receptor de televisión por la señal fundamental del transmisor: en este caso el receptor de televisión se puede proteger por la adición de un filtro de paso alto en la alimentación de antena del receptor.
2. Deterioro de la imagen de televisión por emisiones espurias o armónicos del transmisor: en este caso se requiere filtrado y/o modificaciones de los circuitos del transmisor.
3. La entrada de señales de interferencia por la red eléctrica de alimentación domiciliaria ya que ella actúa como antena captando las señales próximas e irradiándolas a los circuitos sensibles del televisor y en este caso deberá filtrarse la red domiciliaria.
4. Línea de enlace entre la antena y el receptor es de cinta, y la solución a este problema es cambiar la línea en cinta por línea apantallada (coaxial).



## TEMA 13

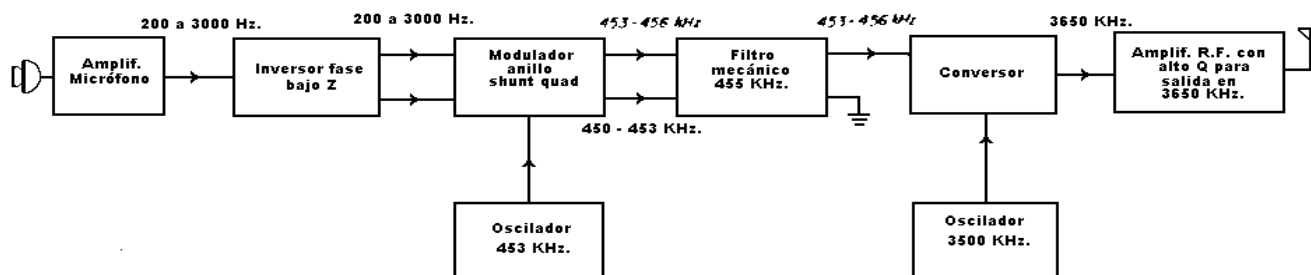
## TRANSMISORES

Un transmisor de radio para comunicaciones consta de un generador de radiofrecuencia o portadora, de un sistema para modular la portadora por medio de la voz o por manipulador telegráfico.

### TEMA 13-1

### DIAGRAMA EN BLOQUE DE TRANSMISORES

Existe en los transceptores antiguos un circuito que permite la conmutación entre transmisión y recepción constituido por varios relés que conmutaban tensiones de alimentación de la parte emisión a la de recepción, así como la antena de la sección de entrada del receptor a la salida del filtro pi de emisión. Estos relés se accionaban a través del PTT que quiere decir pulsar para hablar. En los equipos modernos se eliminó el relé de antena instalando un sistema de dos diodos en antiparalelo.



**ESQUEMA DE BLOQUES DE UN TRANSMISOR B.L.U.**

**AMPLIFICADOR DE BF:** es lo que comúnmente llamamos amplificador de micrófono y que normalmente es de mediana impedancia o en algunos casos de alta impedancia y que en la mayoría de los transceptores está formado por tres etapas y cuya última es en sí el amplificador que genera una señal de baja frecuencia (entre 500 y 1700 Hz) con la suficiente potencia como para atacar el modulador balanceado.

**OSCILADOR DE PORTADORA:** en la mayoría de los casos comprende dos cristales de cuarzo que operan en las frecuencias de 8998,5 y 9001,5 KHz, conmutados por diodos con el fin de seleccionar la BLS o la BLI (USB o LSB en inglés). Cada cristal posee (normalmente) en paralelo un trimer de aire que permite ajustar la frecuencia de este con gran precisión y así eliminar en forma total la banda lateral no deseada.

**MODULADOR BALANCEADO:** al modulador balanceado se aplica por un lado audiofrecuencia y por el otro la portadora, de modo que ésta última no esté presente a la salida, pero sí en cambio las bandas laterales. Cuando no hay señal de audio tampoco habrá salida pero cuando se le aplica señal de audio, habrá un desequilibrio y una de las ramas conduce más que la otra y se generan frecuencias sumas y restas que constituyen las bandas laterales y estas aparecen a la salida del modulador balanceado ya que el mismo no está balanceado para ellas. En las figuras se muestran varios tipos de moduladores balanceados.

### TEMA 13-2

### OSCILADORES

El trabajo de un oscilador consiste esencialmente en convertir una corriente continua en una corriente alternada de radiofrecuencia, de una frecuencia predeterminada. Existen gran número de osciladores cada uno con una aplicación particular pero los osciladores pueden clasificarse en dos grandes grupos: los senoidales y los no senoidales (de relajación). Dentro de los senoidales tenemos los de realimentación (colpitts, Hartley, clapp) y los de cristal (wien, diodo túnel, unijuntura).

## TEMA 13-3

## MODULADORES

La sobremodulación se produce cuando una portadora es modulada a más del 100 % y entonces presenta períodos de tiempo en que aparece cortada, lo que suele generar fenómenos transitorios que crean frecuencias espurias en distintas frecuencias.

Estas frecuencias espurias producen interferencias sobre otras bandas (radiodifusión, televisión) en sitios cercanos al lugar de transmisión. El remedio consiste en reducir el porcentaje de modulación o utilizar filtros recortadores en el circuito de audio del transmisor. Existe otro fenómeno que es la modulación cruzada o diafonía y se produce cuando la señal del radioaficionado cabalga sobre una fuerte señal de una radiodifusora local y la solución al problema consiste en colocar una buena tierra al transmisor.

### TEMA 13-3.1

### LA MODULACIÓN

Hablaremos aquí de un tema de vital importancia como lo es la manera de que las ondas electromagnéticas transportan información ya sea mensajes, sonidos, etc. Una onda de radiofrecuencia tiene una frecuencia mucho mayor que la máxima que podemos oír por lo que para lograr la comunicación es necesario que la información (mensaje, sonido) sea enviado juntamente con la onda de radiofrecuencia y hay varias maneras de conseguirlo.

La modulación consiste en variar las características de la onda de radio en correspondencia con la señal que ha de ser transmitida. La naturaleza de esta señal tiene poca importancia en lo referente al proceso de modulación, lo que determina el tipo de modulación a emplear es el procedimiento por el cual esta señal da una característica distintiva a la onda de radio.

**ONDA CONTINUA (CW):** el primer sistema posible de enviar un mensaje es el uso de interrupción codificada de la onda. Sabemos que la onda es continua pero por medio de un manipulador el operador establece y corta la emisión de dicha onda, pudiendo hacerlo por lapsos cortos (punto) o largos (raya) y por medio del alfabeto morse enviar el mensaje. Ahora bien en el receptor si conectamos un altoparlante solo oiremos un silbido ya que la onda en sí es de alta frecuencia y no transporta sonido alguno pero si en el receptor intercalamos un oscilador y entonces al combinarse ambas señales tendremos un sonido audible.

Las comunicaciones en onda continua (CW) tienen la ventaja de llegar más lejos que otros tipos de comunicaciones ya que la amplitud de la señal es constante y máxima y por tanto menos afectada por las interferencias y ruidos.

**MODULACIÓN EN AMPLITUD (AM):** en lugar de generar la señal de audio en el receptor como en el caso anterior podemos hacer que la onda de radiofrecuencia lleve dicha señal de audio desde el transmisor hasta el receptor ya que si conectamos un oscilador de audio y mezclamos la señal con la de radiofrecuencia haremos que ésta varíe en su amplitud al ritmo del audio generado y esta variación podrá ser entre cero y 100 %. Si la intensidad de la señal de audio es pequeña no será aprovechada integralmente ya que la señal llegará lejos pero con un audio imperceptible, el caso contrario si la modulación sobrepasa el 100 % (sobre modulación) los problemas son más serios ya que aparecen distorsiones del audio e interferencias en las frecuencias cercanas (splater).

**MODULACIÓN EN FRECUENCIA (FM):** en lugar de hacer que el sonido haga variar la intensidad de la señal podemos lograr que dicho sonido modifique la frecuencia del transmisor y entonces tenemos lo que se denomina frecuencia modulada. Suponiendo que tenemos una señal de radiofrecuencia de 100 kHz y la modulamos con una señal de audio de 1 kHz tenemos tres situaciones, a saber:

- cuando no hay señal moduladora o cuando su intensidad es 0, la frecuencia de la portadora se mantiene en un valor fijo llamado también frecuencia central.
- cuando la intensidad de la señal moduladora crece en los hemiciclos positivos, la frecuencia de portadora crece en la misma proporción.
- cuando la intensidad de la señal moduladora decrece en los hemiciclos negativos, la frecuencia de portadora decrece en la misma proporción.



Es importante tener presente que cualquiera sea la señal de modulación, la amplitud de la portadora se mantiene, solo varía su frecuencia, o sea que las variaciones de frecuencia de la portadora retratan la señal moduladora. Otro dato importante es que las variaciones de la frecuencia de portadora no corresponden a las variaciones de frecuencia de la señal moduladora sino a las variaciones de su intensidad. Para recibir las señales moduladas en frecuencia es necesario utilizar circuitos diferentes de los usados para recibir señales de amplitud modulada y así llamamos detectores a los circuitos que extraen la señal de baja frecuencia en AM y denominamos discriminadores a los que realizan la misma tarea en la recepción de FM.

El sistema de recepción en FM ofrece ventajas con respecto al de AM en razón de que al transmitirse una banda más ancha en FM hay una reproducción mejor de los sonidos y además en FM se logra enmascarar y anular mejor los ruidos producidos por motores eléctricos, automóviles, y chispazos en las redes eléctricas de distribución.

### TEMA 13-3.2 ÍNDICE DE MODULACIÓN $\beta$

Para calcular el índice de modulación  $\beta$  de una portadora debemos conocer dos parámetros que son la desviación máxima de la señal ( $\alpha$ ) y la frecuencia de audio ( $\omega$ ) y aplicar la siguiente fórmula:

$$\beta = \frac{\alpha}{\omega}$$

Sea por ejemplo una señal  $\alpha$  cuya desviación máxima es  $\pm 5$  kHz y una señal de audio  $\omega$  de  $\pm 3$  kHz entonces el índice de modulación  $\beta$  será:  $\beta = 5/3 = 1,666$ .

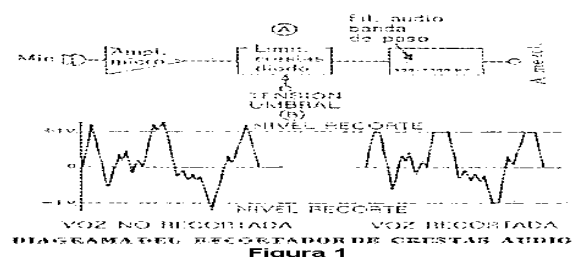
### TEMA 13-3.3 SOBREMULACIÓN

Si el nivel de cresta de modulación negativa es demasiado grande, habrá un intervalo de tiempo durante el cual la tensión instantánea aplicada a la etapa modulada sea cero o negativa, y la etapa estará en estado de corte. La forma de la envolvente de modulación ya no es reproducida exactamente y la modulación está distorsionada. Esta condición se llama sobremodulación y da lugar a la creación de nuevas frecuencias laterales adicionales en ambos lados de la portadora, ensanchando las bandas laterales de la señal y causando severas interferencias de canal adyacente llamado chapurreo (splatter). Una característica de las ondas de audio es la presencia de abundantes picos de alta intensidad y corta duración. Estos picos producen sobremodulación si el nivel medio en las sílabas fuertes excede el 30% aproximadamente. Se ha comprobado que los sonidos vocales influyen poco en la inteligibilidad ya que a ésta contribuyen en gran parte los sonidos consonantes y se puede reducir los sonidos consonantes hasta en 30 dB. o más respecto a la energía de los sonidos vocales en la misma conversación. La experiencia ha demostrado que es posible realizar lo indicado recortando los picos de alta intensidad y elevando relativamente el sonido débil.

### TEMA 13-3.4 RECORTADORES DE AUDIOFRECUENCIA

Los recortadores de cresta de audio o limitadores, hacen que la señal que ingresa desde el micrófono pase a tener una anchura limitada a las frecuencias comprendidas en el margen de 300 a 2700 Hz pero que tenga presente todos sus armónicos (hasta el noveno) y esta forma de onda tiene una relación cresta/media de casi 4,3 dB.

Si el recorte es de 15 dB la forma de onda que proporciona un recortador de audio logra un aumento en la inteligibilidad de la palabra emitida en 4 dB aproximadamente.



### TEMA 13-3.5 COMPRESORES DE AUDIOFRECUENCIA

Un compresor de audio es una forma de amplificador de control automático de ganancia variable cuya salida está controlada por un anillo o bucle de realimentación.

La señal de muestra es rectificadora y la tensión de control resultante es aplicada a una etapa precedente de ganancia controlada y las constantes de tiempo son pequeñas para evitar la oscilación y la distorsión. Los niveles de compresión pueden ser tan altos como 15 dB y en circuitos muy elaborados la capacidad de compresión puede llegar a 40 dB.

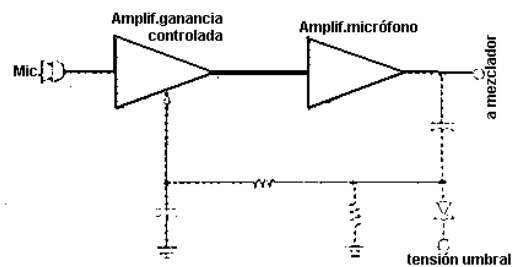


DIAGRAMA EN BLOQUE COMPRESOR DE AUDIO  
Figura A

### TEMA 13-3.6 COMPLEMENTO SOBRE MODULACIÓN EN FM

El término porcentaje de modulación que se utiliza en el sistema de amplitud modulada es poco significativo en FM. Tres términos se utilizan en FM y que dan suficiente idea del carácter de esta, son: desviación, índice y relación de desviación.

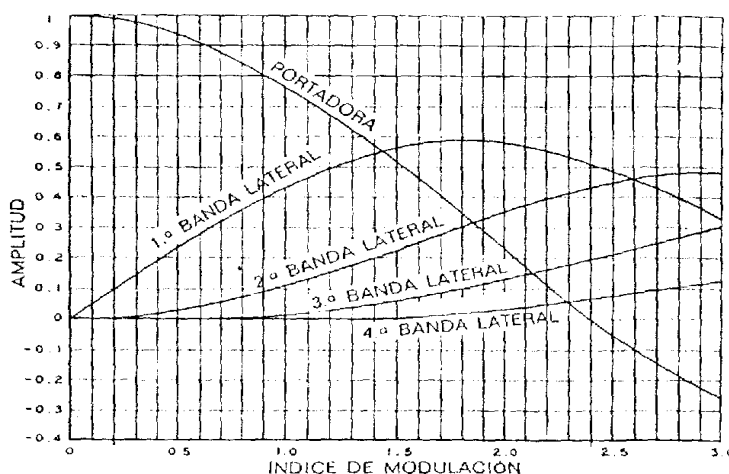
La desviación es el valor de la variación de frecuencia a cada lado de la frecuencia portadora sin modular que aparece cuando se modula el transmisor y se mide en kHz. Así por ejemplo un transmisor que funciona en 1000 kHz, cambia su frecuencia de 1000 a 1010 kHz, vuelve a 1000, pasa a 990 kHz y otra vez vuelve a 1000, todo ello durante un ciclo de la onda modulada, la desviación será 10 kHz y la variación de 20 kHz.

El índice de modulación es la relación o razón aritmética de la desviación a la frecuencia de audio moduladora cuando ambas se expresan en las mismas unidades. Sea por ejemplo si la señal varía de 1000 a 1010 kHz, luego a 990 y vuelve a 1000 kHz a razón de 2000 veces por segundo, el índice de modulación sería 5, ya que la desviación (10 kHz) es cinco veces la frecuencia moduladora (2 kHz).

La relación de desviación es el máximo cambio de frecuencia obtenido en plena modulación que en las bandas de aficionados se ha adoptado una desviación máxima de 3 a 15 kHz según el uso y como la audiofrecuencia máxima es de 3000 Hz la relación de desviación es entre 1 y 5.

### TEMA 13-3.7 BANDAS LATERALES EN FM

En FM cuando se modula una portadora se producen un sinnúmero de bandas laterales y difieren de las que se forman en AM (que se producen en múltiplos enteros). Un método sencillo para determinar la amplitud de las bandas laterales de FM es el uso de las curvas de Bessel.



LAS CURVAS DE BESSEL MUESTRAN LA VARIACIÓN DE LA AMPLITUD DE LA PORTADORA Y DE LAS BANDAS LATERALES CUANDO AUMENTA EL ÍNDICE DE MODULACIÓN

Las frecuencias de la portadora y de banda lateral aumentan y disminuyen cuando aumenta el índice de modulación y pasan por 0 en ciertos valores. - La portadora disminuye hasta 0 en el índice de modulación de 2,40. - La amplitud negativa de la portadora por encima del índice 2,40 indica que la fase está invertida en comparación con la fase existente sin modulación

## **TEMA 13-3.8 PREÉNFASIS Y DE-ÉNFASIS EN FM**

El preénfasis llamado también preacentuación es la necesidad de reforzar en la transmisión de frecuencia modulada de todas las frecuencias de modulación de audio superiores a 2.000 ciclos con un aumento de la pendiente lo que se logra con una constante de tiempo de un circuito o red (resistencia- impedancia) de 75 microsegundos. Así mismo el receptor de frecuencia modulada debe incluir una red (resistencia-capacidad) compensadora de de-énfasis llamado también desacentuación cuya constante de tiempo sea de 75 microsegundos para que la respuesta global de frecuencia desde el micrófono hasta el altoparlante sea aproximadamente lineal. El uso del preénfasis y el de-énfasis reporta una considerable mejora en la relación señal/ruido en los sistemas de frecuencia modulada.

## **TEMA 13-4 AMPLIFICADORES**

Los amplificadores son circuitos destinados a elevar varias veces una señal de radiofrecuencia o de audiofrecuencia a fin de poder atacar la siguiente etapa con un nivel de señal que permita su correcto funcionamiento.

### **TEMA 13-4.1 AMPLIFICADORES DE RADIOFRECUENCIA**

En un transmisor la salida del paso oscilador debe quedar por debajo de cierto nivel para mantener la estabilidad. La baja potencia de salida del oscilador se eleva al nivel deseado por medio de amplificadores de radiofrecuencia. Los dos tipos de amplificadores que se utilizan en los transmisores son los clase B y clase C.

El amplificador clase B es muy utilizado cuando se desea obtener la máxima amplificación de potencia con un mínimo de salida de armónicos. La ganancia de este tipo de amplificador varía entre 20 y 200 veces cuando está bien construido y su rendimiento es aproximadamente del 65 %. El amplificador clase B puede ser también lineal y se emplea para aumentar la potencia de una portadora modulada, su rendimiento en este caso es del 35 %.

El amplificador clase C es el más utilizado por los radioaficionados ya que da una buena ganancia, de 3 a 20 veces, pero con un rendimiento del 85 %.

#### **TEMA 13-4.1.1 CLASIFICACIÓN**

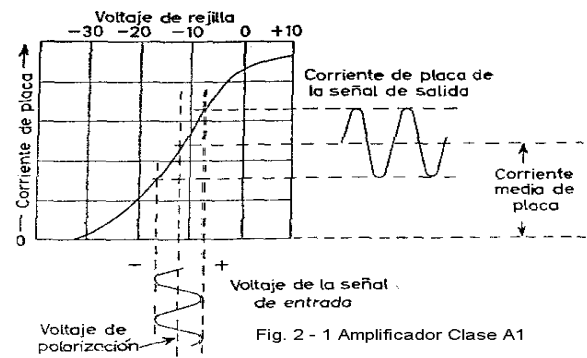
Las características y el tipo de señal de la salida de cualquier amplificador se pueden modificar casi radicalmente variando la relación entre el potencial máximo de la señal aplicada a la rejilla de control y la polarización de dicha rejilla.

Los tres métodos de hacer funcionar a un tubo y/o transistor como amplificador han recibido el nombre de clase A, clase B y clase C. Lo expresado más abajo para válvulas de vacío es aplicable exactamente a los transistores debiendo recordarse que cuando en válvulas decimos rejilla en el caso de transistor será base, cuando decimos en válvulas ánodo o placa en transistor será colector y cuando decimos en válvulas cátodo en transistor será emisor; en transistores tanto PNP como en transistores NPN. En los amplificadores clase A la forma de onda de la corriente de placa sigue la forma de onda del voltaje de la señal de entrada. En los amplificadores clase B se elimina casi por completo la oscilación negativa del voltaje de placa. En los amplificadores clase C se elimina toda la oscilación negativa y parte de la positiva del voltaje de placa.

Además de éstas tres clases originales de amplificadores, existen otros con características intermedias entre las clases A, B y C, pasaremos a examinar estos seis tipos a saber:

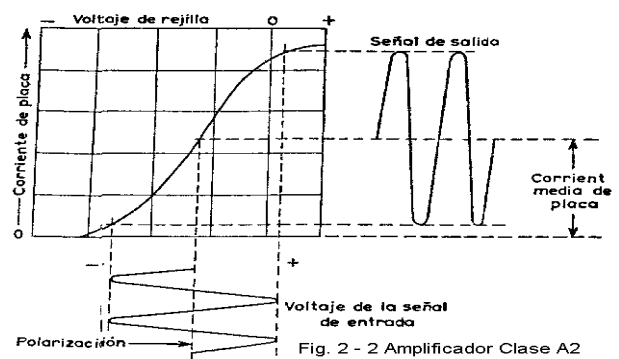
### TEMA 13-4.1.1.1 AMPLIFICADOR CLASE A1

En este tipo de amplificador en ninguna circunstancia habrá corriente en el circuito de rejilla del tubo amplificador, lo cual quiere decir que la rejilla de control no deberá hacerse positiva con respecto al cátodo en ningún momento. El método de funcionamiento de un amplificador en clase A1 es que el voltaje de polarización de rejilla se elige de modo que el valor medio de la corriente de placa esté en el punto medio entre los valores máximo superior e inferior de la corriente de placa. La distorsión armónica es escasa en los amplificadores de clase A1 formado por triodos, pero se hace mayor si usamos pentodos o sea que la mayor o menor distorsión se debe al tipo de tubo utilizado y no a la clase de amplificador. El amplificador clase A1 puede dar una ganancia muy grande, pero su potencia de salida es menor que cualquier otro tipo de amplificador suponiendo las mismas condiciones de funcionamiento. El rendimiento en potencia se encuentra dividiendo la potencia de entrada en la placa (en corriente alterna) por la potencia de entrada de placa (en corriente continua). Este tipo de amplificador puede aplicarse en audio tanto a tubos aislados o conectados en push-pull (paralelo) cuando se quiere una salida de mayor fidelidad y además es usado en los amplificadores de radiofrecuencia y de frecuencia intermedia de receptores.



### TEMA 13-4.1.1.2 AMPLIFICADOR CLASE A2

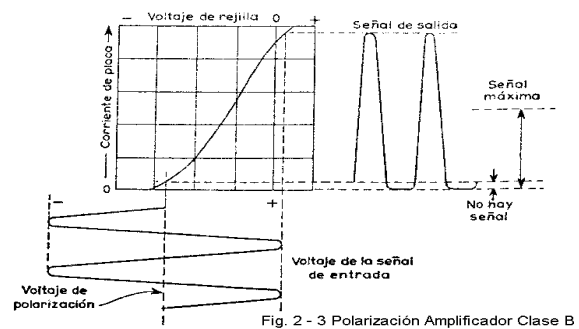
El voltaje de polarización de rejilla puede ser igual al usado en clase A1 o incluso algo más negativo y cuando se tenga la máxima intensidad de señal, el voltaje puede ser mayor que en el caso de clase A1 y como consecuencia la rejilla control se hará ligeramente positiva en los picos positivos del voltaje de señal (ésta es la diferencia fundamental entre las clases A1 y A2). La corriente de placa circula en todo momento o sea nunca se interrumpe. La distorsión armónica es mayor en este tipo de amplificador que en los de clase A1 cuando es una sola válvula, pero se reduce en los tubos conectados en push-pull que es la forma usual. La ganancia de voltaje es menor en este tipo de amplificador, pero la potencia de salida es considerablemente mayor.



### TEMA 13-4.1.1.3 AMPLIFICADOR CLASE B

En este tipo de amplificador el potencial de polarización de la rejilla control se hace tan negativo que apenas hay corriente de placa cuando no se aplica señal al tubo, es decir que este amplificador se polariza casi al punto de interrupción de la corriente de placa.

La alimentación de potencia de los amplificadores clase B debe tener una regulación de voltaje muy buena porque la corriente media de placa varía mucho con las variaciones de intensidad de la señal. En el funcionamiento en clase B hay una distorsión armónica grande y para su reducción es necesario utilizar la conexión en push-pull y es por ello por lo que este tipo de amplificador solo es usado en este tipo de sistema (push-pull) y la distorsión tiende a ser mayor con señales débiles que con las intensas. La potencia de salida es grande ya que rinden cinco a seis veces más que en clase A1 sin sobrecalentamientos, pero la ganancia de voltaje es relativamente baja.



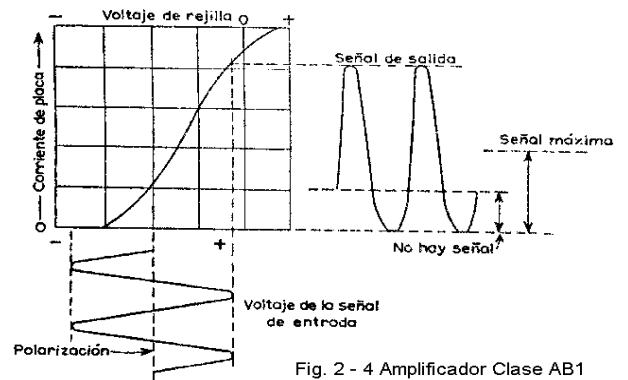
### TEMA 13-4.1.1.4 AMPLIFICADOR CLASE AB

Los amplificadores clase AB son aquellos que funcionan en forma intermedia entre los de clase A y los clase B y también se dividen en dos grupos a saber

#### TEMA 13-4.1.1.4.1 AMPLIFICADOR CLASE AB1

Es un tipo de amplificador en cuyos tubos no existe corriente de rejilla en ningún momento y su forma de funcionar es que la polarización de la rejilla control es más negativa que en el caso de funcionar como clase A, pero no tanto como si fuera clase B.

La forma de onda de la corriente de placa (ánodo) no sigue a la del voltaje de la señal de entrada. El funcionamiento es muy semejante a un amplificador clase A1 cuando las señales de entrada son débiles, pero cuando la señal de entrada es grande existe una interrupción de la corriente de placa y el funcionamiento se aproxima al de la clase B.

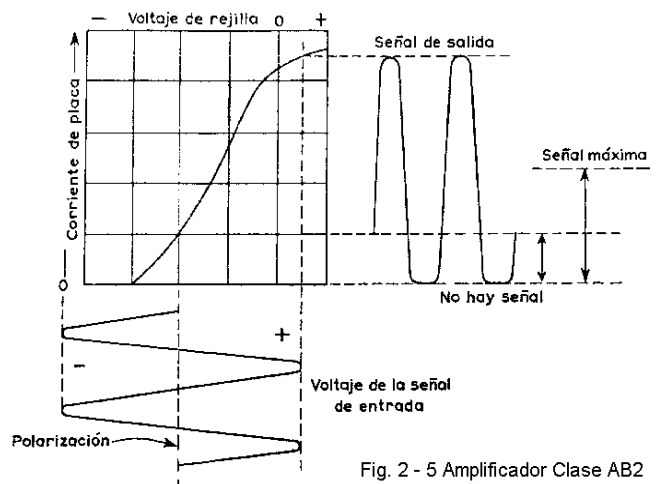


Los amplificadores clase AB1 son siempre del tipo push-pull y nunca del tipo de un solo tubo de potencia, ya que el sistema push-pull elimina por completo la distorsión armónica. El amplificador clase AB1 proporciona una ganancia de voltaje mayor que el de clase B, pero menor que el de clase A y el rendimiento en potencia tiene un valor intermedio al funcionamiento como clase A o clase B, el sufijo 1 indica que no circula corriente de placa durante ninguna parte del ciclo de la señal de entrada.

#### TEMA 13-4.1.1.4.2 AMPLIFICADOR CLASE AB2

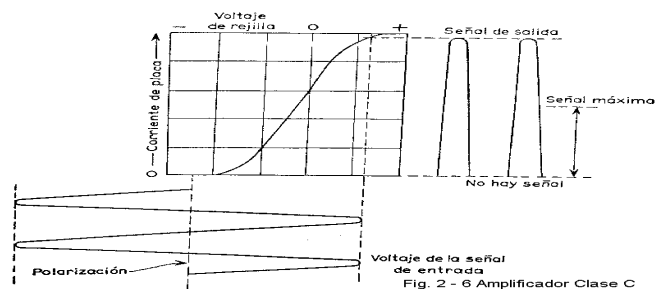
Con un amplificador funcionando en clase AB2 el potencial de rejilla puede llegar a ser ligeramente positivo; es decir que los picos positivos de la señal de entrada pueden tener una amplitud o sea un voltaje mayor que el potencial de polarización negativo, lo que hace que la rejilla adquiera un potencial neto positivo y esta condición es lo que lo distingue del clase AB1.

La forma de onda de la corriente de placa no sigue a la de la señal de entrada. Este amplificador es siempre en sistema push-pull con el fin de reducir la distorsión que siempre se produce en ellos. La ganancia de voltaje es algo menor que en clase AB1; pero son mayores la potencia de salida y el rendimiento en potencia.



#### TEMA 13-4.1.1.5 AMPLIFICADOR CLASE C

El amplificador clase C se encuentra solamente en los amplificadores de potencia que tengan circuitos de placa sintonizados o en circuitos de salida que funcionen en una banda de frecuencias relativamente estrechas y por tanto se los emplea como amplificadores de potencia de radiofrecuencia en los transmisores.

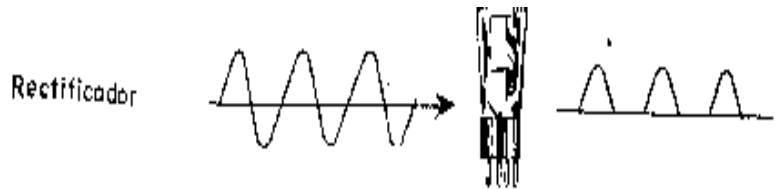


Tienen una gran distorsión armónica y casi no es corregible con la conexión push-pull, tienen una pequeña ganancia de voltaje, pero en cambio ofrecen gran potencia de salida y con alto rendimiento de potencia.

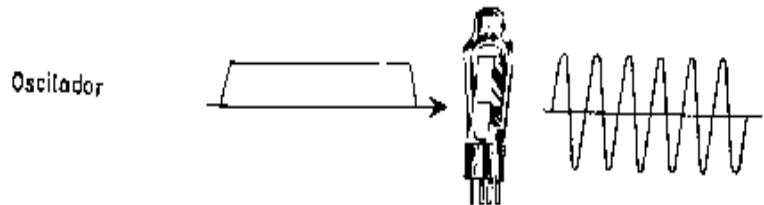
En la práctica debemos distinguir tres tipos generales de circuitos amplificadores que se clasifican según el retorno de los circuitos de entrada y salida. Los más comunes son los de excitación por rejilla puesto que el cátodo está efectivamente conectado a masa y actúa como retorno común de los circuitos de entrada y salida. Otro tipo es conocido como retorno por placa o seguidor catódico ya que el circuito de placa está unido a masa para las señales de entrada y salida y la potencia se toma entre cátodo y placa. El tercer tipo es denominado con retorno de rejilla o excitado por cátodo puesto que la rejilla está al potencial de masa de las señales de entrada y salida y la potencia se toma entre la rejilla y placa.

### TEMA 13-4.2 LOS TUBOS Y TRANSISTORES COMO AMPLIFICADORES

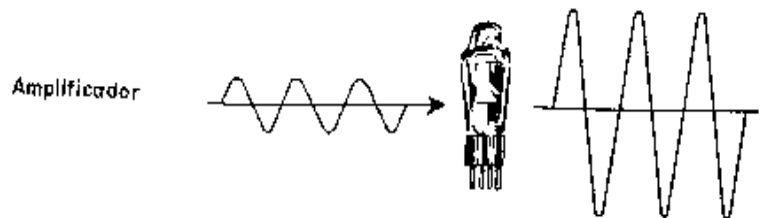
**RECTIFICADOR:** un rectificador es un tubo y/o transistor que se utiliza por su propiedad de permitir el flujo de electrones (corriente), en un solo sentido cuando se monta en un circuito que contenga una fuente de potencial alterno.



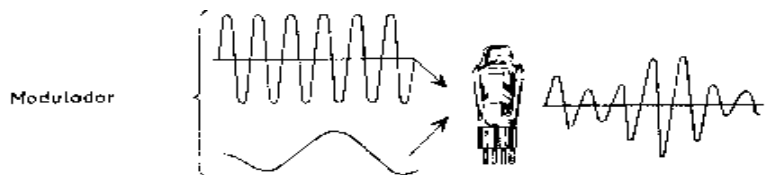
**OSCILADOR:** un tubo y/o transistor utilizado como oscilador produce en un circuito de salida potenciales y flujos de electrones alternos, cuando se le suministra potenciales y flujo de electrones continuos. Se puede ajustar para producir frecuencias alternas de cualquier número de ciclos.



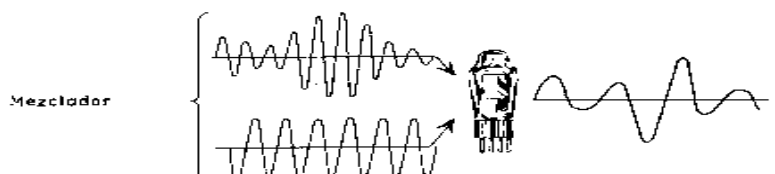
**AMPLIFICADOR:** cuando un tubo y/o transistor se utiliza como amplificador se aplican cambios de potencial relativamente pequeños entre la rejilla y el cátodo y se producirán cambios de potencial mucho mayores entre el cátodo y la placa, pero las frecuencias de entrada y salida serán iguales.



**MODULADOR:** un tubo y/o transistor modulador se emplea en los circuitos de los transeceptores haciendo a su entrada dos potenciales variables, uno varía con la radiofrecuencia y otro de acuerdo con la audiofrecuencia u otras frecuencias relativamente bajas que representan la señal a transmitir. Los dos potenciales de entrada se combinan a la salida, dando por resultado un potencial de RF que varía ya sea en amplitud o en frecuencia de acuerdo con la baja frecuencia de la señal.

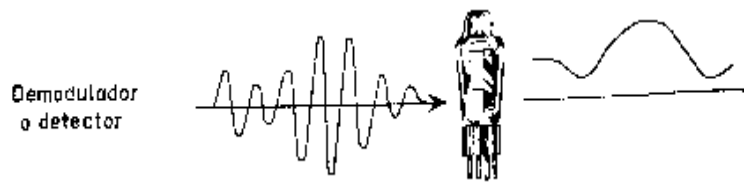


**MEZCLADOR:** un tubo y/o transistor mezclador es empleado en la parte de recepción y su entrada consiste en dos potenciales de los cuales uno llega desde la antena siendo un potencial de RF



que representa la señal de audio y el otro potencial aplicado es el proveniente del OFV (oscilador de frecuencia variable). La salida contiene una frecuencia mucho más baja que cualquiera de las frecuencias de entrada pero que conserva la modulación de la señal bien en las variaciones de amplitud, bien en las variaciones de frecuencia y por esta razón se la llama mezcladora y se la utiliza en FI (frecuencia intermedia).

**DEMODULADOR:** el demodulador (llamado también detector) es un tubo y/o transistor que a su entrada llega la frecuencia intermedia o bien la radiofrecuencia modulada y el demodulador separa la modulación, que es la señal de baja frecuencia de la frecuencia más alta ya sea intermedia o radiofrecuencia y por tanto hace aparecer a su salida la señal de audiofrecuencia que llegó a nuestro receptor.



### TEMA 13-4.3 CIRCUITOS PI EN RADIOFRECUENCIA

Es necesario que el circuito tanque de un amplificador de radiofrecuencia tenga un valor apropiado de su factor de calidad Q. Un amplificador de radiofrecuencia en clase C absorbe corriente de placa en forma de impulsos de muy corta duración y como el circuito tanque está formado por inductancia y capacidad es que tienden a convertir dichos impulsos en una onda senoidal de RF, pero cualquier distorsión de la forma de onda de la portadora da lugar a interferencias por armónicos en frecuencias más elevadas. El circuito tanque debe ser capaz de almacenar suficiente energía de forma que pueda entregar una corriente senoidal a la carga y esta capacidad de almacenamiento se relaciona con el Q efectivo del circuito tanque que es la relación entre la energía almacenada y  $2\pi$  veces la energía perdida por ciclo. En los amplificadores clase A o B la energía perdida por ciclo debe ser igual, por definición, a la energía entregada al circuito tanque. El problema de la radiación de armónicos ha llegado ya a su fase crítica con motivo de la mayor ocupación de las muy altas frecuencias y la televisión es la más susceptible de sufrir las interferencias por lo que hoy ya es necesario que el transmisor posea en su etapa de radiofrecuencia de un circuito tanque cuyo Q sea de valor 10 o mejor a fin de lograr una atenuación satisfactoria del segundo armónico y ello se logra con factores de mérito Q de 6 siempre que no haya desequilibrio en el acoplamiento entre transmisor y antena.

### TEMA 13-4.4 PICO ENVOLVENTE DE PORTADORA

La potencia de cresta de envolvente (PCE o PEP) es la potencia eficaz o de raíz cuadrada media generada en la cresta de la envolvente de modulación.

Corriente de placa (lectura del medidor):

$$I_b = \frac{2 \times i_{pm}}{\pi^2}$$

Entrada de placa (W):

$$P_{ent} = \frac{2 \times i_{mp} \times E_b}{\pi^2}$$

Salida de potencia media (W):

$$P_{sal} = \frac{i_{mp} \times e_p}{8}$$

Salida de potencia de cresta envolvente (W):

$$P_{sal} = \frac{i_{pm} \times e_p}{4}$$

Rendimiento de placa:

$$N_p = \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 \times \frac{e_p}{E_b}$$

Donde:  $i_{pm}$  = valor cresta corriente de placa

$e_p$  = valor cresta tensión placa

$E_b$  = tensión CC de placa

$N_p$  = rendimiento en %

Con una señal de prueba de dos tonos, se satisfacen aproximadamente las relaciones siguientes entre las lecturas de los instrumentos de medida obtenidas para la potencia de cresta de envolvente y la potencia media de funcionamiento en clase B o clase AB de un amplificador lineal:

Para calcular la potencia del pico envolvente de portadora se utiliza la fórmula:

$$PEP = \frac{\text{disipación}_{placa} \times 100}{100 - \% \text{rendimiento}_{placa}}$$

Por ejemplo, si un amplificador tiene un rendimiento del 66 % y su señal de portadora es de 125 W el pico envolvente de portadora será:

$$PEP = \frac{\text{disipación}_{placa} \times 100}{100 - \% \text{rendimiento}_{placa}} = \frac{125 \times 100}{100 - 66} = \frac{12\,500}{33} = 378,8 \text{ W}$$

## TEMA 13-4.5 DIFERENCIA ENTRE GRILLA A MASA Y CÁTODO A MASA

**AMPLIFICADORES CON GRILLA A MASA:** la popularidad de los amplificadores lineales con grilla a masa (cátodo excitado) para SSB es extraordinario pues suprime las voluminosas y costosas fuentes para la polarización de grilla pantalla permitiendo equipos más económicos y de menor peso. La señal de excitación se aplica entre grilla y cátodo estando la grilla al potencial de masa de RF sirviendo como pantalla entre cátodo y placa. Esta configuración proporciona buena linealidad con una mejora de 5 a 10 decibeles del amplificador con menor número de componentes en el circuito.

**AMPLIFICADORES CON CÁTODO A MASA:** Un aspecto desfavorable del funcionamiento de los amplificadores lineales con cátodo a masa es que deben ser neutralizados y ya sabemos que cuando aumenta la frecuencia de funcionamiento de un amplificador, resulta cada vez más difícil neutralizar el paso debido a la inductancia de los conductores de grilla y cátodo del tubo y de los conductores del condensador de neutralización. Dicho de otro modo, la anchura de banda de la neutralización disminuye cuando aumenta la carga capacitiva adicional indeseable en los circuitos tanque de grilla y placa.

## TEMA 13-4.6 AMPLIFICADORES OPERACIONALES

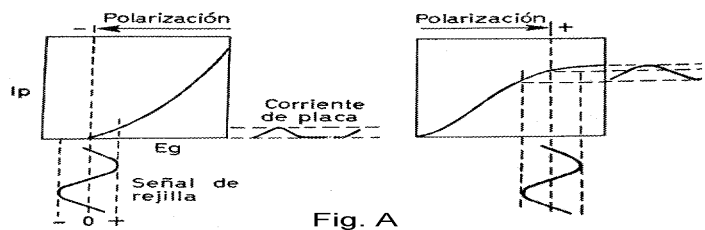
El amplificador operacional perfecto es un amplificador de alta ganancia acoplado en corriente continua que tiene dos entradas diferenciales de impedancia infinita, ganancia infinita, impedancia cero en la salida y está exento de desfasaje (el desfasaje es de 180 ° entre salida y entrada invertida y de 0 ° entre salida y entrada no invertida).



## TEMA 13-4.7

## POLARIZACIÓN DE CORTE EN AMPLIFICADORES DE RF

La polarización de una rejilla es la diferencia de potencial medido en voltios entre la rejilla de control y el cátodo de un tubo amplificador de radiofrecuencia. Si la rejilla es negativa con respecto al cátodo, la polarización es negativa (figura A izquierda) en cambio la polarización será positiva (figura A derecha) si la rejilla es positiva respecto del cátodo. Si la rejilla y el cátodo están al mismo potencial la polarización será nula.

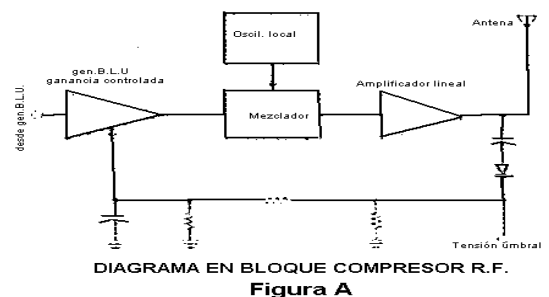


Si la rejilla tiene un potencial negativo suficiente para reducir la corriente de placa a cero se dice que está polarizada al corte de la corriente de placa. La polarización de corte en los amplificadores de potencia (lineales) de radiofrecuencia hace que la válvula trabaje en su parte de mayor deformación de la curva por lo que se produce saturación y deformación de la señal de salida.

## TEMA 13-4.8

## COMPRESORES DE RADIOFRECUENCIA

La compresión de radiofrecuencia, llamada también control automático de carga o ALC, es una operación muy parecida a los circuitos de FI de un receptor que tiene control automático de ganancia ya que la tensión de control se obtiene del circuito de salida del amplificador y se utiliza un umbral que no produzca reducción hasta que la señal de salida se acerque a la máxima capacidad del amplificador. En ese punto la ganancia del preamplificador supera el umbral y se produce un brusco descenso de la ganancia. En BLU se utilizan niveles de compresión de RF de hasta 15 dB para lograr un aumento de la inteligibilidad de la palabra de 1 dB.



## TEMA 13-5

## NEUTRALIZACIÓN

El objeto de la neutralización es eliminar la realimentación capacitiva de energía desde placa a rejilla (rejilla) y hay dos métodos para lograrlo. Es un término generalmente usado al referirse a los circuitos amplificadores de radiofrecuencia. En los amplificadores de radiofrecuencia formados con transistores se necesita la neutralización para asegurar la estabilidad del circuito al reducir su tendencia a la oscilación haciendo el proceso de sintonización menos crítico. La técnica general es la de usar retroalimentación degenerativa (fuera de fase) para compensar la energía retroalimentada por el acoplamiento entre electrodos y la intercambiabilidad de los transistores en caso de falla. La retroalimentación en los circuitos con transistores está determinada en algunos casos por una baja resistencia (menor de 10  $\Omega$ ) y un condensador para bloquear la corriente continua, pero en otros casos se utiliza una toma derivada del primario de un transformador y un condensador.

## TEMA 13-5.1

## MÉTODO DE NEUTRALIZACIÓN

El objeto de la neutralización es eliminar o neutralizar la realimentación capacitiva de energía y existen dos métodos para conseguirlo, el más generalizado consiste en utilizar un puente de capacidades y el segundo emplea una reactancia en paralelo de igual valor y signo opuesto. Entre los diversos métodos están:

- Neutralización por placa con condensador de estator dividido. Neutralización por rejilla.
- Neutralización para sistema push-pull.
- Neutralización para amplificadores de cátodo excitado.
- Neutralización para amplificadores con rejilla pantalla. Neutralización para amplificadores con tetrodos.
- El procedimiento para realizarlas puede ser activo o pasivo.

## TEMA 13-6 CIRCUITOS VOX

En muchos casos se utiliza el sistema VOX (conmutación transmisión-recepción por medio de la voz) y el principio de su funcionamiento se basa en el uso de un relé de control del transmisor que es excitado por la voz del operador y mantenido en recepción por un circuito ANTIVOX excitado por el sistema de audio del receptor. Este relé debe ser de conmutación rápida para que la acción de la voz se mantenga durante sílabas y entre palabras siendo su retardo al cambio de hasta medio segundo.

## TEMA 13-7 MANIPULACIÓN

El circuito de manipulación del transmisor debe proporcionar una manipulación rápida, sin cliques y sin rizados de la onda. La eliminación del cliqueo se consigue evitando que las interrupciones de potencia sean demasiado rápidas en el circuito manipulado, con lo que se redondean los caracteres de manipulación para limitar las bandas laterales a un valor que no cause interferencia en frecuencias adyacentes. Se debe considerar muy cuidadosamente cual etapa del transmisor ha de ser la manipulada pero una buena regla empírica es que siempre debe haber una etapa de separación entre la etapa manipulada y el oscilador y otra etapa de separación entre la manipulada y la antena ya que de esta manera la forma de onda de la señal manipulada puede ser más fácilmente controlada.

### TEMA 13-7.1 MANIPULACIÓN INTERCALADA

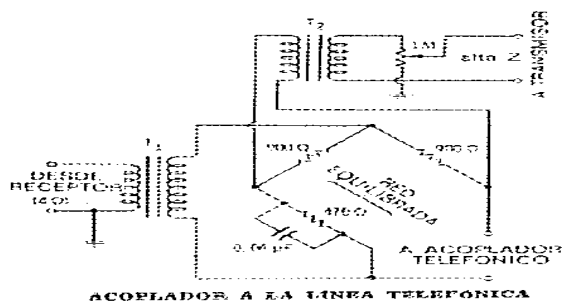
La manipulación intercalada (break-in) permite transmitir información en los dos sentidos entre dos estaciones a voluntad. Cada estación debe poder escuchar a la otra durante el período de manipulador arriba, mientras que el receptor queda mudo durante el período de manipulador abajo y así un operador puede cortar al otro en cualquier momento entre los puntos y las rayas de una letra cualquiera.

### TEMA 13-7.2 MANIPULADOR ELECTRÓNICO (YÁMBICO)

El manipulador electrónico básico utiliza una palanca sencilla o doble, movable en un plano horizontal y que tiene dos contactos laterales en forma muy parecida al manipulador mecánico y el movimiento de la paleta hacia la derecha produce una serie uniforme de puntos y el movimiento hacia la izquierda una serie uniforme de rayas. Un manipulador más elaborado utiliza una doble paleta, así como dobles contactos un juego para los puntos y otro para las rayas. En el manipulador yámbico el cierre de ambas paletas al mismo tiempo produce una serie de puntos y rayas lo que simplifica la emisión de letras tales como la C, Q, A, L, R, X y K. Este tipo de manipulador se puede modificar para enviar puntos sobre rayas o rayas sobre puntos cuando se cierra una paleta después de la otra lo que en telegrafía se denomina override.

## TEMA 13-8 LA EXTENSIÓN TELEFÓNICA

La extensión telefónica (en inglés, phone patch) es una interconexión eléctrica entre el transmisor del radioaficionado y la línea telefónica por medio de una unidad llamada acoplador microfónico que se fija al aparato telefónico juntamente con un dispositivo conmutador para conectar y desconectar el acoplador. Existe otro sistema que utilizan el circuito VOX y ANTIVOX del transmisor y el acoplamiento entre el equipo y la línea telefónica se efectúa a través de un circuito que se parece a una red en puente y que evita que la señal audio llegue directamente a los circuitos de audio del transmisor.



## TEMA 13-9

## MICRÓFONOS

La forma de onda de la voz humana (ver figura A) tiene una relación muy grande entre la amplitud de pico o cresta y la amplitud media y ellas deben ser captadas en su integridad por los micrófonos que se utilizan en los transmisores.

Existen cinco tipos básicos de micrófonos que pueden emplearse en las estaciones de radio y ellos son el dinámico o de bobina móvil, de cristal piezoeléctrico, de velocidad o cinta magnética, de condensador o electret y de carbón. De todos ellos

los más usados por los radioaficionados tanto sea de palma como de mesa son el de condensador (llamado también electret) y el dinámico (llamado también de bobina móvil).

El principio constructivo del micrófono dinámico es un diafragma que vibra por efecto de las ondas sonoras del aire y la cual lleva rígidamente unida una bobina de pocas vueltas suspendida entre los polos (entrehierro) de un fuerte imán. Cuando hay movimiento del diafragma (y su bobina solidaria) dentro del campo del imán se inducirán en la bobina FEM que alternan de sentido al alternarse el movimiento del diafragma. La frecuencia de la FEM es igual a la amplitud de la FEM y depende del espacio recorrido por la bobina en su movimiento. La bobina móvil del micrófono es de pequeña impedancia por lo que normalmente se conecta al primario de un transformador que eleva la impedancia a  $600 \Omega$  para poder atacar el amplificador de baja frecuencia del transceptor. El micrófono de condensador se basa en el hecho de la variación de la capacidad de un condensador cuando varía la distancia entre sus placas; cuando se separan se reduce la capacidad y cuando se juntan las placas la capacidad aumenta. El micrófono de capacidad consta de una placa fija y otra móvil que es el diafragma y que vibra al variar la presión del aire de las ondas sonoras que inciden sobre él y está separada de la placa fija por apenas dos centésimas de milímetro y su capacidad es por lo general de  $0,2 \text{ pF}$ . La placa fija está conectada por medio de una resistencia al positivo de un alto potencial continuo y el negativo al diafragma y al variar la capacidad como consecuencia de la variación del diafragma varía la corriente tomada de la fuente. Las variaciones del potencial de la resistencia de carga se aplican al primer paso amplificador del modulador. De los otros tipos de micrófonos no se explican sus características ya que su uso es casi nulo en las estaciones de radio.

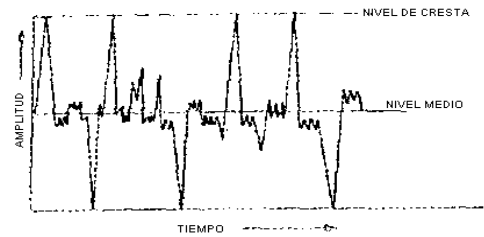


Figura A



## TEMA 14

## TONOS

### TEMA 14-1

### TONOS DTMF

Los tonos DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) son tonos multifrecuenciales utilizados en los transeptores de mano de FM y pueden emplearse para activar un sistema de enlace de un transeptor con la línea telefónica u otras aplicaciones como ser el envío de datos por múltiples estaciones periféricas dotadas de señalización multifrecuencia y cuya velocidad de transmisión es hasta 10 caracteres por segundo.

Sus características principales son que cada carácter se transmite por medio de dos frecuencias emitidas simultáneamente. Las frecuencias pertenecen a dos subconjuntos separados (A) y (B), compuestos por cuatro frecuencias cada uno. Por tanto, pueden transmitirse hasta 16 combinaciones. La atribución de los pares de frecuencias a las diferentes cifras es el siguiente:

DTMF	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

De lo expuesto anteriormente surge que si pulsamos el número 2 nuestro equipo emitirá dos frecuencias simultáneas que son 697 Hz y 1336 Hz, en cambio si pulsamos el 5 las frecuencias emitidas serán 770 Hz y 1336 Hz y lo que nuestro oído percibe es la combinación de ambas.

### TEMA 14-2

### SUBTONOS CTCSS

El CTCSS (Continuous Tone Controlled Squelch System) o sistema de tono subaudible continuo para control de silenciamiento es un sistema en que los transeptores de FM envían con la portadora un tono continuo subaudible a fin de acceder por apertura del squelch al receptor. Estos tonos permiten el uso de una frecuencia por varios radioaficionados y/o la apertura de una repetidora. El total de tonos y su frecuencia en Hz es la siguiente:

67,0	69,3	71,9	74,4	77,0	79,7	82,5	85,4	88,5	91,5
94,8	97,4	100,0	103,5	107,2	110,9	114,8	118,8	123,0	127,3
131,8	136,5	141,3	146,2	151,4	156,7	162,2	167,9	173,8	179,9
186,2	192,8	203,5	210,7	218,1	225,7	233,6	241,8	250,3	

Como dato anecdótico podemos decir que este sistema fue originalmente diseñado por las empresas japonesas fabricantes de equipos de comunicaciones para los VHF marinos debido a la gran congestión de tráfico radioeléctrico que se producía en la bahía del puerto de Mónaco.

## TEMA 14-3

## SUBTONOS DCS

El DCS (Digital-Coded Squelch o Código Digital de Squelch), también conocido como CDCSS (Continuous Digital-Coded Squelch System), fue designado como un reemplazo digital de los tonos CTCSS. Motorola se refiere en sus equipos al DCS como DPL (Digital Private Line o Línea Privada Digital) mientras que Icom lo denomina DTCS, pero el sistema es el mismo y es compatible entre distintos equipos de distintas marcas.

DCS agrega un flujo de bits subadobles a 134,4 bps al audio, que consiste básicamente en un número de tres dígitos. Los tonos DCS están estandarizados en 83 claves mostrados a continuación, aunque algunos fabricantes usan otros números extra.

Códigos DCS estándar							
0nn	1nn	2nn	3nn	4nn	5nn	6nn	7nn
023	114	205	306	411	503	606	703
025	115	223	311	412	506	612	712
026	116	226	315	413	516	624	723
031	125	243	331	423	532	627	731
032	131	244	343	431	546	631	732
043	132	245	346	432	565	632	734
047	134	251	351	445		654	743
051	143	261	364	464		662	754
054	152	263	365	465		664	
065	155	265	371	466			
071	156	271					
072	162						
073	165						
074	172						
	174						

## TEMA 15

## PACKET RADIO

El Packet es un sistema de transmisión de información electrónica utilizando como medio de propagación las ondas de radio y adaptado a los reglamentos y necesidades que marca la legislación vigente para los radioaficionados. Para ello se utiliza una adaptación del protocolo X.25. El protocolo X.25 es uno de los más populares estándares utilizados para la transmisión de datos en el mundo, desarrollado por la CCITT (Consultive Committee for International Telegraph and Telephone). Está basado en el modelo OSI (Open Systems Interconnection) de la ISO (International Standards Organization) que define un modelo para el intercambio de datos por niveles. El protocolo X.25 es un protocolo altamente confiable, que nos asegura el intercambio de información libre de errores basado en un modelo de niveles. ¿Qué es esto? La ISO definió un modelo, el OSI, que sirve de base para la creación de protocolos de transmisión de información.

El modelo define siete niveles que son:

1. Nivel físico.
2. Nivel de enlace.
3. Nivel de red.
4. Nivel de transporte.
5. Nivel de sesión.
6. Nivel de presentación.
7. Nivel de aplicación.

Cada nivel cumple una función específica recibiendo la información de su nivel inferior, cumpliendo su labor independientemente de la forma en que cumplen sus funciones los niveles adyacentes. Esto hace que un nivel pueda ser reemplazado por una implementación totalmente diferente que cumpla con la misma función global. El protocolo X.25 define los primeros tres niveles.

El nivel físico, nivel uno, es el encargado de la transmisión y recepción de datos a nivel de bit. Especifica las características eléctricas y físicas de las conexiones a la línea y cómo establecer y controlar estas conexiones. A él sólo concierne cómo cada bit es transmitido físicamente, por ejemplo, los cables, los conectores, los niveles de voltaje, los métodos de transmisión, los tonos de transmisión del módem, tanto telefónicos como, en nuestro caso, por enlaces de radio. El protocolo X.25 no especifica un standard único para este nivel, sólo recomienda uno, la especificación X.21, por lo que varios standard son utilizados (V.24, X.21, RS-232, RS-449, V.35, etc.). Mientras el nivel cumpla con su función todo está bien y podemos continuar con el nivel superior.

El nivel dos es el nivel de enlace. Este es el nivel que se encarga de que los datos transmitidos entre dos puntos lleguen a su destino libre de errores para poder ser utilizados por los niveles superiores. Este incluye métodos de control de congestión mientras se intercambian datos. Debido a que el nivel uno sólo se encarga de la transmisión de los bits de un punto a otro, sin importarle el contenido o la estructura de la información, el nivel uno no puede encargarse de la detección de errores. El nivel dos tiene la responsabilidad de detectar y rechazar datos erróneos. Para ello la CCITT definió, en el X.25, la utilización como base para este nivel el protocolo HDLC de la ISO (High level Data-Link Control), con ligeras modificaciones o normas, en el nivel dos. Dentro del standard X.25 se conoce como LAPB (Balanced Link Access Procedure) al protocolo utilizado que está basado en el HDLC. El nivel dos realiza esta tarea partiendo la información a transferir por el nivel uno en unidades individuales llamadas frames, cada uno con su propio campo de detección de error y campo de identificación. Y el nivel tres es el nivel de red. Este se encarga de que la información llegue al destinatario correcto. Esto es debido a que el protocolo X.25 es un protocolo de conmutación de paquetes. Algo así como una red telefónica para intercambiarse información entre dos puntos que pueden o no estar dentro de la misma red. El Packet Radio utiliza una adaptación del X.25 llamada AX.25 (Amateur X.25) basada en el LAPB. Por lo tanto, el AX.25 sólo contempla hasta el segundo nivel Standard OSI. El nivel uno no está definido estrictamente, como en el X.25 original, mientras que el nivel dos está definido sobre el LAPB, donde se hicieron modificaciones para adaptarlo a las necesidades que la reglamentación internacional de radioaficionados exige.

## TEMA 15-1

## MÓDEM Y TNC

El módem es un elemento que permite enlazar los transmisores y receptores de radioaficionados con las computadoras a fin de realizar el llamado Packet y consiste básicamente en un interfaz capaz de convertir una señal de onda cuadrada (señal digital) de la computadora en una onda senoidal (señal analógica) para ingresarla en el transmisor. La misma interfaz efectúa el trabajo inverso cuando la señal viene del transmisor a la computadora. El TNC posee en su interior un módem, pero además de cursar los datos se encarga de realizar funciones de control para el establecimiento de la conexión y de implementar el protocolo de comunicación que se encuentra normalizado por un comité internacional (CCITT) y que lo clasifica de acuerdo a la velocidad de transmisión. Vale aclarar que módem se deriva de la contracción de las palabras modulador demodulador y que TNC es abreviatura de Terminal Node Controller (controladora de nodo terminal). El principio de su funcionamiento es que los datos digitales de la computadora salen de ella de acuerdo a la norma RS-232C hacia la entrada del módem quien lo acepta y convierte los pulsos digitales en tonos audibles adecuados para su transmisión por radio. Cuando nuestro módem pasa a recepción demodula el tono de audio que nos llega y lo transforma nuevamente en señal digital para el acceso a la computadora.

### TEMA 15-1.1

### COMUNICACIÓN SERIE VÍA V.24/RS-232C: CONECTOR FÍSICO

Ante todo, debemos saber que el conector del puerto serie de nuestra computadora, por lo general, se basa en la norma V.24/RS-232C. Hay otras normas como la V.35, la RS-449, RS-422, G.703 y otras, que cubren algunas características que no podemos alcanzar con la RS-232. La V.24 fue definida por la EIA (Electronic Industries Alliance) y la RS-232 es la norma europea. Las dos tienen las mismas características. Hubo algunas revisiones en la RS-232 como la A, la B y finalmente la C que es la conocida y plenamente compatible con la V.24. La misma especifica un conector de 25 pines el cual contiene todas las señales necesarias para transmitir datos de un dispositivo a otro llevando la información en forma de trenes de bits uno tras otro (serie). Hay un hilo que lleva la información de A hacia B y otro de B hacia A, por lo tanto, la comunicación puede ser full-duplex. Es decir, podemos enviar datos al mismo tiempo que estamos recibiendo. Muchos se habrán preguntado por qué hay tantos pines si solo utilizo como máximo ocho o nueve y en muchos casos con solo tres, o dos en algún caso particular, mi aplicación funciona correctamente. Es cierto, las razones son varias. Una de ellas, menos conocida, es que la RS-232 puede transportar dos comunicaciones full-duplex simultáneamente. Todas las señales están duplicadas, se conocen como señales secundarias o canal secundario. No es muy utilizado ya que si tenemos un problema en un canal y necesitamos abrir la conexión para ver qué pasa, tendremos que cortar el otro canal que seguramente está trabajando. Además, hay dos señales para realizar pruebas en los equipos de transmisión conectados (módem, etc.) y además están las señales de reloj o sincronización. En nuestras aplicaciones de Packet Radio o cualquier uso que hagamos con nuestro puerto RS-232 común de la computadora nunca utilizaremos las señales sincronía de reloj (clock) por el solo motivo que no las implementa el puerto, pero en el mundo de las comunicaciones estas señales son ampliamente utilizadas y motivo de varios dolores de cabeza. La mayoría de las dificultades asociadas con la RS-232C provienen de que ésta no se adapta bien a las tareas para la cual normalmente la usamos, pero de la familia de la RS-232C existen dos categorías básicas que dependiendo del dispositivo a conectar pueden ser DTE (Equipo Terminal de datos) o DCE (Equipo de Comunicación de Datos), diferenciándose éstas por el conector (pin) por el cual transmiten y reciben la señal de comunicación.

NOMBRE DE LA SEÑAL	ABREVIATURA	DB 25 pin n.º	DB 9 pin n.º
Transmisión de datos	TXD	2	3
Recepción de datos	RXC	3	2
Petición de envíos	RTS	4	7
Dispuesto para enviar	CTS	5	8
Dispositivo de datos listo	DSR	6	6
Circuito común (masa)	GND	7	5
Portador de datos	DCD	8	1
Terminal de datos listo	DTR	20	4
Indicador de llamada	RI	22	9



Los DTE transmiten por el pin 2 y reciben por el pin 3, en cambio los DCE es a la inversa.

Todas las señales están siempre especificadas para el conector llamado DB25 macho y para la norma RS-232C pero algunas veces se utilizan conectores llamados DB9 pero para ambos las señales tienen el mismo nombre y se detallan en la tabla anterior.

La comunicación puede utilizar las señales de reloj y la llamaremos sincrónica. Esto significa que por otros hilos se transmite el clock (reloj) que marca la frecuencia con la que los datos son enviados de forma que el dispositivo del otro lado puede recuperarlos eficientemente. Debido a que no es el caso que tenemos en Packet Radio, no profundizaremos en esto.

## TEMA 15-1.2 EL PROTOCOLO AX.25

El protocolo AX.25 es utilizado para realizar comunicaciones de Packet entre estaciones de radioaficionados, es similar a las recomendaciones de la CCITT X.25. Los distintos niveles de este protocolo están conforme a las recomendaciones ISO 3309, 4335 y 6256 HDLC, éste está basado en las recomendaciones del protocolo X.25 con excepción del campo de dirección y el Unnumbered Información (UI) Frame. Este protocolo está definido para poder trabajar en comunicaciones punto a punto como multipunto.

**ESTRUCTURA DE LA TRAMA:** el nivel de link en una transmisión de radio es enviado en pequeños bloques de datos llamado trama, cada trama está compuesta por pequeños grupos llamados campos, en la tabla que sigue se muestran las típicas tramas.

Bandera	Dirección	Control	FCS	Bandera
01111110	112/560 bits	8 bits	16 bits	01111110

Bandera	Dirección	Control	PID	Info	FCS	Bandera
01111110	112/560 bits	8 bits	8 bit	N bits	16 bits	01111110

**CAMPO BANDERA:** este campo tiene largo de un octeto (8 bits), este está destinado a delimitar las tramas, este ocurre tanto al comienzo como al final, dos tramas pueden compartir dos campos, es decir el fin de una es el comienzo de la otra, este está compuesto de un 0 seguido por seis 1 y termina con un 0 (7E hex).

**CAMPO DE DIRECCIÓN:** este campo es usado tanto por la dirección de la fuente como del destinatario, está compuesto de la frecuencia de transmisión como de la recepción.

**CAMPO DE CONTROL:** el campo de control es usado para identificar qué tipo de trama ha pasado, como también varios controles y atributos del nivel 2, este tiene el largo de un octeto.

**CAMPO PID:** este campo es el Protocol Identifier y solo puede tener una I o UI y está compuesto de la siguiente manera:

**CAMPO DE INFORMACIÓN:** este campo es usado para datos del usuario, en este solo se permite tramas I (de Información), Tramas UI (Información no numeradas o fuera de secuencia) o tramas FRMR (de respuesta de paquetes enviados), las tramas I pueden tener hasta 256 octetos.

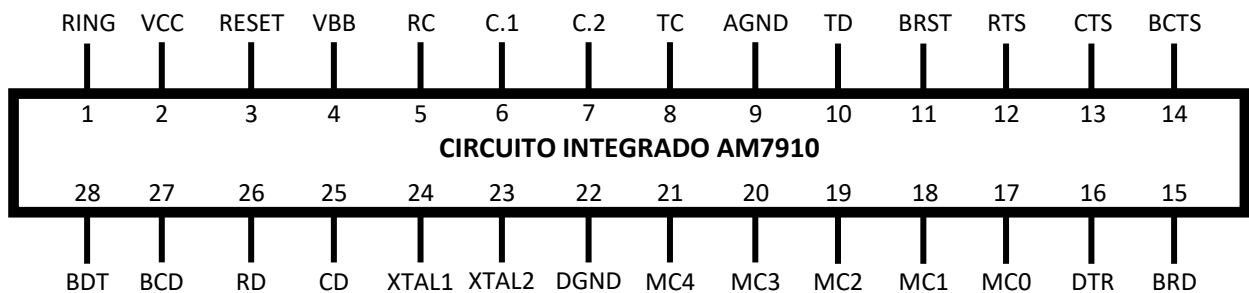
**FCS (FRAME CHECK SEQUENCE):** es usado para calcular tanto las tramas enviadas como recibidas, es para saber si la trama esta corrupta o no, este pequeño cálculo está basado de acuerdo con ISO 3309 (HDLC), es decir que es un algoritmo que calcula si una trama es correcta o no.

## TEMA 15-1.3

## EL MÓDEM AM7910

El AM7910 es un módem para la banda de voz y trabaja en FSK (Frequency Shift Keying) en modo asincrónico.

### DIAGRAMA DE CONEXIÓN:



Por medio de sus pines se puede seleccionar la velocidad del módem, estas pueden ser 300, 600 o 1200 bps, y es compatible con Bell y CCITT. Los estándares recomendados son del tipo 103, 113, 108, 202, V.21, V.23 y por medio de cinco entradas de control se puede controlar al módem.

Este integrado incluye la esencial RS-232/CCITT V.24 control de terminal con niveles lógicos TTL, la señal de clock puede ser generada por medio de un cristal (utilizando el oscilador interno del AM7910), de lo contrario se usa un generador externo. Todas las señales digitales de salida/entrada (excepto el clock) son señales de nivel lógico TTL. El integrado se alimenta con fuente de  $\pm 5$  V.

### CARACTERÍSTICAS:

- Completo FSK MÓDEM en una cápsula de 28 pines.
- Compatible con las normas Bell 103, 113, 108, 202 y con las especificaciones CCITT V.21/V.23. No requiere filtrado externo.
- Procesamiento de señales digitales completo, filtros para las señales digitales y conversores ADC/DAC incluidos en el chip.
- Capacidad de auto-respuesta. Modo "local/prueba".
- Full-duplex a 1200 bps sobre una línea de 4 conductores.

### DESCRIPCIÓN DEL LOS TERMINALES:

**RING:** cuando esta entrada está en "0" estando también DTR en "0" el 7910 envía una señal de respuesta a través de su salida TC para averiguar si está llamando otro módem.

**VCC:** entrada positiva:  $5\text{ V} \pm 5\%$ .

**RESET:** un impulso de puesta a "0" se aplica a esta entrada mediante una red RC.

**VBB:** entrada negativa:  $-5\text{ V} \pm 5\%$ .

**RC:** Receive Carrier, entrada analógica que el módem recibe de la línea telefónica.

**CAP1:** conexión a capacitores o resistencias externas (recomendado:  $2000\text{ pf} \pm 10\%$  y  $100\ \Omega \pm 10\%$ ).

**CAP2:** conexión a capacitores o resistencias externas (recomendado:  $2000\text{ pf} \pm 10\%$  y  $100\ \Omega \pm 10\%$ ).

**TC:** Transmitter Carrier, portadora no modulada emitida por el módem.

**AGND:** Masa de la señal analógica (TC & RC).

**TD:** Transmitter Data, los datos que deben transmitirse están presentes en esta entrada.

**BTRS:** Back Request To Send, no puede activarse al mismo tiempo las líneas RTS-BTRS.

**RTS:** Request To Send, petición de emisión permanece en "0" mientras dure la transmisión.

**CTS:** Clear To Send, el nivel lógico bajo indica que el módem está preparado para emitir.

**BCTS:** Back Clear To Send, igual función que CTS pero es para el retorno en el modo V23.

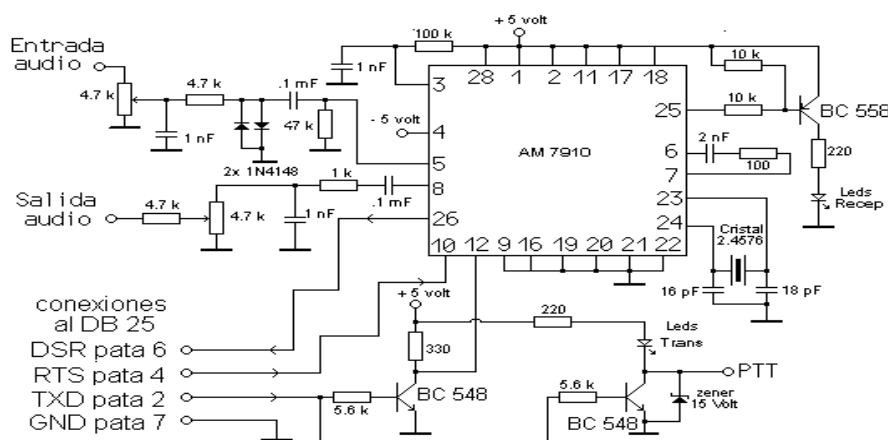
**BRD:** Back Recieve Data, los datos recibidos por el módem están en esta salida.

**DTR:** Data Terminal Ready, esta señal indica que el módem está preparado para trabajar.

**MC0:** ver tabla de verdad inferior.

**MC1:** ver tabla de verdad inferior.

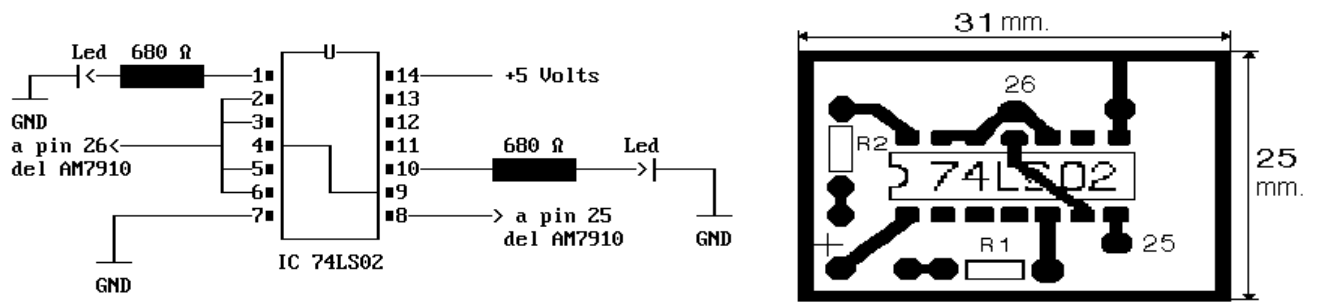
- MC2: ver tabla de verdad inferior.
- MC3: ver tabla de verdad inferior.
- MC4: ver tabla de verdad inferior.
- GND: Masa.
- XTA2: Donde se conecta un terminal del cristal.
- XTAL1: Clock del CI, la señal tiene una frecuencia de 2,4576 MHz.
- CD: Carrier Detect, con portadora de entrada al módem se indica nivel "0" en esa línea.
- RD: Recive Data, los datos recibidos por el módem están en esta salida.
- BCD: Back Carrier Detect, tiene la misma función de CD (en modo V23).
- BTD: Back Transmitted Data, este terminal debe estar a "1".



MC4	MC3	MC2	MC1	MC0	Descripción
0	0	0	0	0	Bell 103 originate 300 bps full duplex
0	0	0	0	1	Bell 103 answer 300 bps full duplex
0	0	0	1	0	Bell 202 1200 bps half duplex
0	0	0	1	1	Bell 202 w/equal. 1200 bps half duplex
0	0	1	0	0	CCITT V.21 originate 300 bps full duplex
0	0	1	0	1	CCITT V.21 answer 300 bps full duplex
0	0	1	1	0	CCITT V.23 mode 2 1200 bps half duplex
0	0	1	1	1	CCITT V.23 equal 1200 bps half duplex
0	1	0	0	0	CCITT V.23 equal 1600 bps half duplex
1	0	0	0	0	Bell 103 originate loopback
1	0	0	0	1	Bell 103 answer loopback
1	0	0	0	1	Bell 202 main loopback
1	0	0	1	0	Bell 202 equal loopback
1	0	1	0	0	CCITT V.21 originate loopback
1	0	1	0	1	CCITT V.21 originate answer loopback
1	0	1	1	0	CCITT V.23 mode 2 main loopback
1	0	1	1	1	CCITT V.23 mode2 equal loopback
1	1	0	0	0	CCITT V.23 mode 1 main loopback
1	1	0	0	1	CCITT V.23 mode 1 back loopback

## TEMA 15-1.4 INDICADOR DE SINTONÍA PARA MÓDEM AM7910

Como indica el diagrama las conexiones son muy sencillas y no necesita ninguna clase de ajuste, los ledes se iluminarán cuando exista una señal de baja frecuencia capaz de ser demodulada por el módem. Para sintonizar en forma correcta las señales de Packet en HF, debemos sintonizar cuidadosamente el OFV del transceptor de forma que en la recepción de los paquetes ambos ledes se iluminen en forma alterna (prácticamente imperceptible) de esta forma nos dará la sensación de un rápido parpadeo, y se obtenga en ambos ledes un nivel de brillo similar. El armado no necesita muchas explicaciones, se puede montar en una pequeña plaqueta de circuito impreso, y montarlo al lado del AM7910 con 4 pequeños puentes hacia la plaqueta principal, reemplazando el led de DCD y agregando otro, que podemos montar al lado del existente ya está listo para funcionar.



## TEMA 15-1.5 TERMINAL PARA EL TNC-2 Y COMPUTADORAS

Permite la recepción en HF de las imágenes con la PC.

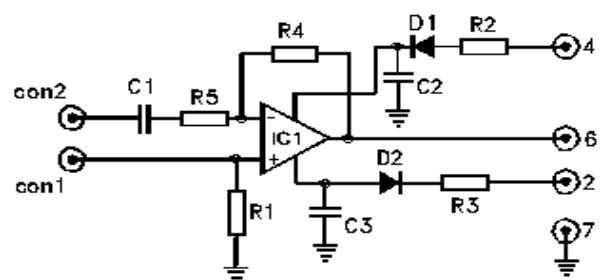
En las bandas de HF y en diversas frecuencias se transmite mucha información en modo FAX, desde fotografías hasta vistas del METEOSAT, pasando por mapas del tiempo. Es cierto que muchos de estos últimos debidamente interpretados se pueden ver por televisión cuando transmiten información meteorológica. Pero no deja de ser importante y a la vez interesante hacerlo con la estación propia y con un accesorio construido por uno mismo. En cuanto a su interpretación, en poco tiempo se acostumbrarán a determinar los frentes fríos y calientes, y a los centros de baja y alta presión con los que se permite predecir las condiciones meteorológicas. Hay diversos programas que permiten la recepción e incluso transmisión de imágenes por FAX. Pero todos ellos necesitan un accesorio, la interfaz, y es precisamente a su construcción a lo que nos referimos aquí.

**DE ANALÓGICAS A DIGITALES:** la finalidad del accesorio es la conversión de las señales analógicas a digitales, es decir de baja frecuencia y diversa tonalidad que podemos escuchar en HF, y que no son más que señales codificadas, a señales digitales que resulten comprensibles para la computadora. Esta última, por medio de su puerto de comunicaciones RS-232, permite la recepción de pulsos de tensión comprendidos entre +12 y -12 V. Esos pulsos se convertirán mediante el programa correspondiente en las imágenes que aparecerán en el monitor y luego podrán ser impresas.

**DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO:** como se puede observar en el diagrama esquemático, el circuito consta de un integrado que es un amplificador operacional muy común (LM741 o un UA741) con un funcionamiento simple.

El integrado se alimenta a través del propio conector RS-232 de 25 espigas. De éstas la tensión positiva se toma de la "4" con una resistencia, un diodo y un capacitor. Éstos limitan, aseguran y filtran respectivamente. Lo mismo ocurre con la tensión negativa a partir de la espiga "2" del conector. La resistencia R2 de 1 MΩ, pone a masa la espiga "3" mientras que la resistencia "4" de 1 MΩ produce una cierta realimentación. Como se puede observar, la salida de la espiga "6" se lleva al conector DB25 en su espiga "6". La señal de dos tonos muy aguda que se escucha en el receptor cuando se sintoniza una estación que transmite señales de FA, se convierte en otra cuadrada comprendida entre +12 y -12 V. Pasa luego a la computadora ingresando por el puerto serie, un conector DB25 para ser tratada por el programa.

**EL MONTAJE Y EL CONEXIONADO:** para hacer lo anterior es necesario disponer además de los componentes que se indican en la lista de materiales, de un soldador de punta fina (aproximadamente 30 W), alicates de corte, etc. No hará falta hacer ajustes, de manera que puede prescindirse de otros elementos sofisticados. En la figura se visualiza el diagrama. Pueden ponerse en el orden que desee. No obstante, se recomienda poner un zócalo para 8 espigas destinado al circuito integrado. Pero puede también soldárselo a la plaqueta, vale decir, sin zócalo. Obsérvese que el circuito integrado tiene una muesca y que lo mismo ocurre con el zócalo. Ambas deben coincidir con lo mostrado en la figura. En cuanto a los diodos, éstos pueden ser de un tipo distinto al 1N914 que se indica, pero deben



ser de silicio para aplicación general. Los capacitores de 100 nF deben de tener un tamaño que se adapte a la plaqueta de circuito impreso, pero el valor puede ser algo distinto como por ejemplo 68 nF y también de 47 nF. En cuanto a las resistencias, se las indica como de un cuarto de W, pero puede usarse también las de medio W con tal que sus conectores entren por los orificios de la plaqueta de circuito impreso. En la figura, se ven dos terminales indicados como CON1 y CON2. Para llegar a ellos, debe usarse un cable del tipo audio preferiblemente con malla (blindado). La malla se conectará al terminal indicado como CON1 y el conductor central o vivo al CON2. Este cable es el que irá al equipo de HF, a su salida de BF (si la tiene) y si no a la toma de salida del altavoz externo para tomar el audio. En el primer caso se tiene la ventaja de poder escuchar la señal al tiempo que se sintoniza para su toma por el módem y el programa. Debe prestarse atención al montaje del conector DB25. Obsérvese que solamente coinciden con el circuito impreso la serie de 13 espigas que deben ser todas soldadas para una mejor sujeción de la plaqueta. Está previsto que ésta encaje entre las dos hileras de espigas del conector. Se debe prestar también atención al conector DB25, que es del tipo hembra, y para que pueda conectarse viene el correspondiente de la computadora. Si se desea conectarlo a otra salida serie que tenga un total de 9 espigas, deberá utilizarse un convertidor (adaptador) de DB25 a DB9 fácil de conseguir.

**LA PUESTA EN MARCHA:** comenzar por inspeccionar y reparar bien soldaduras y conexiones. Muchas veces este y muchos otros accesorios hechos por los radioaficionados fallan precisamente por soldaduras defectuosas. Cuando se tenga la seguridad de que todo está perfectamente controlado, se localizará con el receptor de HF alguna estación de FA. Obtendremos de esta manera las señales para probar la construcción.

Se sintoniza la estación, que transmite en forma permanente mapas meteorológicos en 5785 y en 9382,5 MHz. Ésas son frecuencias centrales, pero como deben sintonizarse en BLS o USB se debe desplazar 1 a 2 kHz más arriba. Si la sintonía se hiciera en la banda lateral inferior (BLI o LSB), los mapas se verían en blanco y negro. La estación mencionada transmite cerca de las 03:00 UTC un cuadro en FA de todas las transmisiones siguientes que realizará. Cuando el equipo de radioaficionado tenga una salida especial de BF, es interesante usarla. Pero de resultar negativo, como se dijo anteriormente, puede usarse la salida del altavoz externo. El volumen debe ser muy reducido. Procurar sintonizar primero y visualizar después de introducir el jack en su sitio. Con un poco de práctica todo saldrá bien.

#### **LISTA DE MATERIALES**

- Un TNC y el software
- IC1: integrado LM741 o UA741 y zócalo
- D1 y D2: diodos 1N914 o similares
- R1 y R4: resistencias de 1 M $\Omega$
- R2 y R3: resistencias de 560  $\Omega$
- R5: resistencia de 1500  $\Omega$
- C1: capacitor cerámico de 1 nF
- C2 y C3: capacitor cerámico de 100 nF



## TEMA 16

## MODOS DE EMISIÓN

Para poder realizar una transmisión radioeléctrica se utilizan ondas cuya frecuencia permita su propagación con la mínima potencia posible. Para radiar un mensaje es necesario disponer de una onda eléctrica que la represente y esto se logra con un micrófono que convierte las señales de presión sonora en variaciones de corriente y estas señales ocupan un cierto ancho de banda que normalmente se recorta mediante filtros ya que la señal moduladora utilizada por los radioaficionados abarca un ancho entre 50 Hz y 5 kHz. La modulación consiste en producir con una señal de baja frecuencia (moduladora) alteraciones en una onda de alta frecuencia (portadora) que puede ser transmitida por la antena.

Los modos de emisión utilizados por los radioaficionados son:

- Modulación de amplitud
- Modulación de frecuencia
- Modulación de fase

### TEMA 16-1

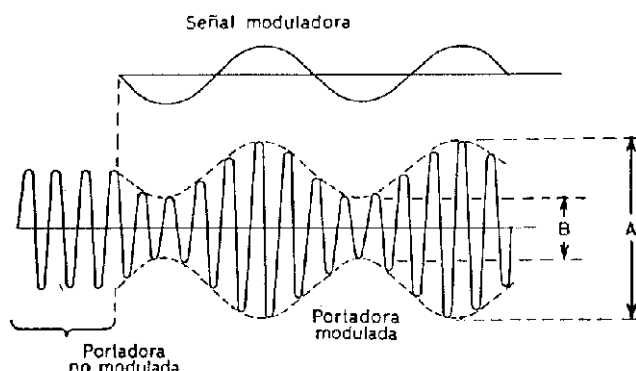
### CLASIFICACIÓN

Existen diferentes formas de modular una portadora según se actúe sobre uno u otro parámetro de esta.

#### TEMA 16-1.1

#### MODULACIÓN DE AMPLITUD

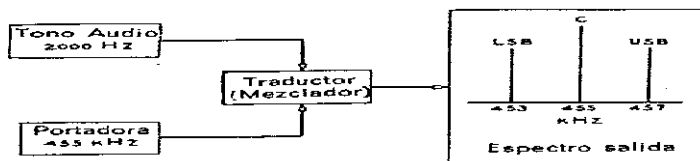
Una modulación es en amplitud cuando la portadora se modifica de acuerdo con la amplitud de la información a transmitir. La modulación en amplitud presenta el inconveniente de que más del 50 % de la potencia transmitida se emplea para generar la portadora y solo el resto para las bandas laterales que son las que realmente llevan la información. La señal de amplitud modulada tiene un rendimiento muy bajo que en potencia no supera el 17 % y además requiere un ancho de banda para enviar la información por lo menos el doble de la frecuencia máxima que tiene dicha información. Como se aprecia en la figura en el sistema de amplitud modulada en cualquier instante hay tres frecuencias en uso que son: la portadora sin modulación, la misma frecuencia más la moduladora instantánea y la portadora menos la moduladora instantánea. El porcentaje de modulación se puede calcular a partir de los voltajes máximo y mínimo de la portadora modulada (indicados como A y B) como:  $\text{Porcentaje de modulación} = 100 \times (A - B) / (A + B)$ .



#### TEMA 16-1.2

#### MODULACIÓN DE AMPLITUD PORTADORA SUPRIMIDA

La transmisión en banda lateral única es un sistema de transferencia de energía en el que se ha suprimido la portadora y una de las bandas laterales, transmitiendo la banda restante que contiene totalmente la información. El ancho de banda en un sistema de amplitud modulada para radioaficionados es de 6 kHz y las bandas laterales son espejos una de otra y cualquiera de ellas puede elegirse para recuperar la información contenida. De esta manera si transmitimos una sola banda lateral, el sistema requerirá un ancho de banda igual al de la información y no el doble como en AM por lo que se permitirán el doble de transmisiones dentro de una misma banda. Supongamos que modulamos una señal de portadora de 3600 kHz con una señal moduladora de audio entre 0,3 y 3 kHz por lo



#### EL ESPECTRO DEL TRANSLATOR

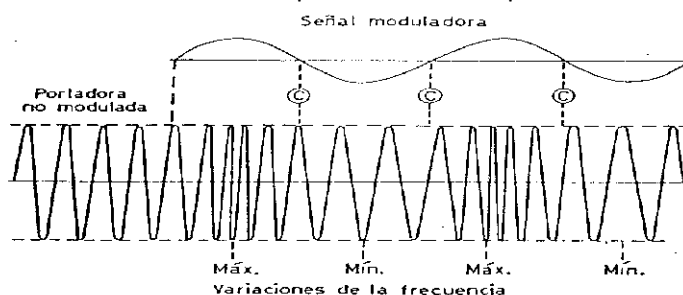
La señal de BLU es una audiofrecuencia elevada (mezclada, o trasladada) a la frecuencia de radio deseada. Una señal portadora de 455 kHz sobre la que se imparte un tono de audio de 2 kHz en el paso traductor posee dos bandas laterales, separadas de la frecuencia portadora por la frecuencia del tono. La portadora ha sido generada por el oscilador separado, y las dos señales adyacentes (bandas laterales) son un producto del proceso de mezcla que tiene lugar entre la señal audio y la portadora. El espectro de salida representado es de doble banda lateral, con portadora. Para producir una señal BLU es necesario eliminar la portadora y una banda lateral.

que si transmitimos esta señal en AM la banda ocupada será desde 3597 a 3603 kHz y rendimiento de 17 W para portadora de 100 W. Si transmitimos las dos bandas laterales y suprimimos solamente la portadora (sistema DBL) el ancho de banda será igual al caso anterior pero el rendimiento es del 100%. Por último, si transmitimos en banda lateral única (sistema BLU) el espectro de banda ocupado será, en banda lateral inferior desde 3597 a 3600 kHz y en banda lateral superior desde 3600 a 3603 kHz con un rendimiento del 100%. La relación señal-ruido es muy superior en BLU por el hecho de tener un menor ancho de banda y un mayor rendimiento. Con la señal de BLU, en caso de pobres condiciones atmosféricas o poca propagación, casi no se producen alteraciones o desvanecimiento por no existir desfasajes en las señales como en AM. En la República Argentina la transmisión en banda lateral única debe hacerse tanto en 80, como en 40 metros por la banda lateral inferior (designada por su nombre en inglés LSB), mientras que en las bandas de 20, 15 y 10 metros por la banda lateral superior (designada por su nombre en inglés USB).

### TEMA 16-1.3 MODULACIÓN DE FRECUENCIA

La modulación de frecuencia consiste en variar la frecuencia de la onda portadora siguiendo las variaciones de amplitud de una señal moduladora y por ello la frecuencia de la onda modulada aumenta o disminuye alrededor de la frecuencia de la portadora. La portadora no modulada es de frecuencia y amplitud constante, la moduladora presentada en este caso como una onda senoidal puede tener cualquier forma.

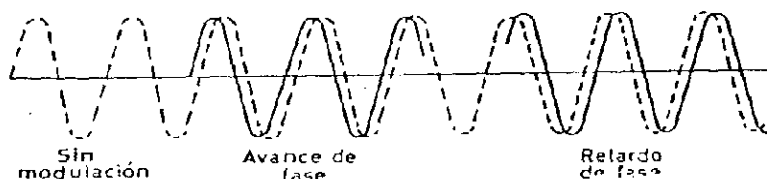
La frecuencia de la portadora no modulada suele llamarse frecuencia central y en los momentos del paso por cero de la onda moduladora la frecuencia modulada pasa por su valor central como lo ilustran los puntos indicados con (C) en la figura.



### TEMA 16-1.4 MODULACIÓN DE FASE

La modulación de fase se utiliza en RTTY y consiste básicamente en el adelanto o atraso de la fase de la señal modulada con respecto a la fase de la portadora sin modulación. La idea elemental se explica en la figura en donde la portadora sin modular se indica con línea de trazos y la señal modulada en fase (en atraso o en adelanto) por las líneas llenas.

La variación de la fase respecto de la portadora sin modular se mide en grados de un ciclo y se le da el nombre de desviación de fase.





## TEMA 17

## PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS

### TEMA 17-1

### PROPAGACIÓN

El camino que siguen las ondas desde la antena emisora hasta la receptora puede ser muy diferente, dependiendo de la frecuencia, de la distancia y otros factores. Pueden distinguirse tres tipos de propagación la terrestre o directa, la troposférica y la ionosférica. Luego de una explosión solar que lanza al espacio grandes cantidades de materia al espacio tenemos un aumento en el nivel de radiación de ondas electromagnéticas en diversas bandas como así también del ruido en las bandas de UHF y microondas. En la banda de 10 metros se nota una súbita alteración con el aumento de su alcance.

#### TEMA 17-1.1

#### PROPAGACIÓN EN VHF

La mayoría de los radioaficionados que operan en VHF quedan sorprendidos cuando se producen condiciones excelentes de propagación, hecho que a todos nos satisface ya que podemos hacer contactos con gran cantidad de estaciones y utilizar repetidoras lejanas. Para conocer cuando y como se producirán condiciones excelentes de propagación se tratará de explicar de la forma más simple pero aun así deberemos usar algo de matemáticas. Las ondas de radio a medida que aumenta su frecuencia se van pareciendo a las ondas luminosas y ambas son afectadas por dos tipos de densidades en su marcha. La densidad física dada por el aire, agua, etc. y la densidad electrónica, que en ciertos aspectos actúa en forma inversa a la física y que producen las alteraciones al curso de las ondas de radio, la densidad física que encontramos a bajas alturas afecta a las ondas de VHF, UHF y superiores, mientras que la densidad electrónica afecta a las ondas de HF.

Cuando una onda de radio en VHF pasa de un medio físico poco denso a otro más denso tienden a seguir su camino con un ángulo más cerrado que si pasaran de un medio denso a otro poco denso, pero esta última situación es la que debemos aprovechar para obtener una buena refracción y hasta a veces reflexión de nuestra onda de VHF. Ahora bien, para saber la densidad física debemos tener en cuenta que las características del aire, humedad y temperaturas son variables y por ende su propiedad física, lo que hace casi imposible poder predecir las condiciones de propagación, pero debemos admitir que el índice de refracción en el espacio es 1, mientras que a nivel del mar y en condiciones normales de presión, etc., es un poco mayor (del orden de 1,0001 a 1,0005), muy poca diferencia si vemos los decimales, pero muy importante para conocer que índice de refracción tenemos y para conocerlo debemos eliminar el número entero y al decimal multiplicarlo por un millón.

$$R = (I_R - 1) \times 1\,000\,000$$

Donde: R = grado de refracción

$I_R$  = índice de refracción

Para conocer R debemos calcular primero  $I_R$ , en caso de no tenerlo nos servimos de los datos meteorológicos que obtenemos por medio de la radio, televisión, etc., y necesitamos aplicar las siguientes fórmulas en el siguiente orden:

$$T = C + 273$$

$$X = \frac{77,6}{T}$$

$$B = H \times 0,763$$

$$Y = \frac{(A + 4810) \times B}{T}$$

$$R = X \times Y$$

Donde: C = temperatura en °C

A = presión atmosférica en milibares

H = humedad ambiente

Como interpretar los resultados:

R ≤ 100	propagación regular
100 < R ≤ 400	propagación normal
400 < R ≤ 500	propagación buena
R > 500	propagación excelente, condiciones para DX

La reflectividad, y esto conviene aclararlo muy bien, es la que se produce por dispersión troposférica, y funciona como una guía de ondas, algunas veces corta y otras veces larga.

En cambio, las condiciones de propagación por frente de tormenta permiten contactos no tan lejanos y tienen la particularidad de formarse por la actividad eléctrica de ellas, permite rebotes o reflexión hacia atrás de donde se ha emitido la onda radioeléctrica y también por debajo del frente de tormenta, pero no es una guía de ondas como se forma por dispersión troposférica.

## TEMA 17-1.2 DATOS DE PROPAGACIÓN EN DISTINTAS BANDAS

La propagación varía con las distintas frecuencias y además con la ionización de la atmósfera, la altura de las capas o nubes de Heaviside, y las horas del día y la noche y por ello a continuación se da una idea de las condiciones promedio para cada banda en nuestra zona sin que esto represente la respuesta real en todos los casos.

**BANDA DE 160 METROS:** durante las horas diurnas es utilizable solo para distancias muy cortas. Durante la noche es posible realizar contactos en distancias entre 1500 y 2000 km y en los casos de mínima actividad solar se logran grandes distancias. Es una banda con mucho nivel de ruido lo que dificulta los comunicados. Los máximos rendimientos se logran desde la puesta del sol hasta 30 minutos después a la noche y en la mañana desde 30 minutos antes y hasta su salida.

**BANDA DE 80 METROS:** es una banda cuyo mayor rendimiento es durante las horas nocturnas, pero durante el día la reflexión en la capa E permite comunicados hasta una distancia de 800 a 1000 km. Durante los períodos de máxima actividad solar posee un elevado nivel de ruido y sus máximos rendimientos se logran durante una hora antes de la salida y otra hora luego de la puesta del sol.

**BANDA DE 40 METROS:** durante las horas diurnas la reflexión en la capa E permite comunicados hasta 2000 km, pero durante la noche su alcance es muy grande y podemos decir que toda estación que se encuentre en la zona noche puede contactar con otra en igual situación. Posee un elevado nivel de ruido durante los períodos de máxima actividad solar y su máximo rendimiento se encuentra durante una hora antes y después de la puesta del sol.

**BANDA DE 20 METROS:** es una banda que suele permanecer abierta durante las 24 horas y permite la comunicación a gran distancia por lo que es la banda ideal para las comunicaciones a todo el mundo. En los períodos de máxima actividad solar, la elevada ionización de las capas D y E produce fuertes atenuaciones y durante el verano permite comunicados a muy corta distancia, pero lo normal es que su zona de silencio sea de hasta 500 km. Debe tenerse presente para esta banda que su mejor rendimiento es desde las 19 horas hasta las 9 horas del día siguiente por tener menos ionización las capas D y E, de esta manera, la señal se refleja en la capa F lo que eleva su distancia de comunicación.

**BANDA DE 15 METROS:** es una banda claramente diurna y solo en los períodos de máxima actividad solar permanece abierta en las primeras horas de la noche. En los períodos de mínima actividad solar puede permanecer cerrada todo el día e incluso varios días y debe tenerse presente que su distancia de salto es de 1000 km como mínimo.

**BANDA DE 10 METROS:** es una banda exclusivamente diurna y muy afectada por los ciclos solares ya que durante su máxima actividad permite comunicados a grandes distancias con suma facilidad; en cambio durante la mínima actividad suele permanecer cerrada completamente durante semanas. En condiciones normales de reflexión su distancia de salto es muy grande y puede escucharse perfectamente estaciones situadas a 4000 km de distancia y no poder escuchar otras más próximas. Es una banda que casi roza la máxima frecuencia de reflexión por lo que exige el uso de antenas de muy bajo ángulo de radiación para lograr un máximo de rendimiento.

**BANDA DE 6 METROS:** en esta banda se encuentran todos los tipos de propagación tanto las de HF como las de VHF y durante los ciclos de máxima actividad solar se logran comunicados de alcance mundial y es muy común el alcance transecuatorial por reflexión en la capa F. Además, es una banda que permite la comunicación por reflexión meteorítica con una duración muy larga.

**BANDA DE 2 METROS:** es una banda de propagación troposférica por lo que su señal no refleja en las capas ionosféricas, salvo en casos de auroras o alteraciones elevadas del campo magnético frecuentes en verano que permiten enlaces hasta 3000 km. Además, permite comunicados por reflexión meteorítica de hasta 2000 km, pero solo por 20 o 30 segundos. Es una banda donde sus mejores resultados se logran durante el verano.

**BANDA DE 70 CENTÍMETROS:** en condiciones normales su alcance es ligeramente inferior a la banda de 2 metros, pero al ser más elevada su frecuencia no aparecen ruidos producidos por el ingenio del hombre y por tanto sus señales son muy limpias. Su propagación es troposférica y algo mejor que la banda de 2 metros

### **TEMA 17-1.3 PROPAGACIÓN EN FME**

Si bien para los fines comerciales todo tipo de enlace radial que se realice en frecuencias superiores a los 30 MHz está considerado sólo para uso de orden local, esto en la práctica no resulta del todo cierto a nivel del radioaficionado. Lo que ocurre en estas frecuencias es que el alcance visual es el único seguro las 24 horas. Se considera alcance visual a la distancia máxima que pueden estar los dos puntos de contacto mientras se vean las antenas entre sí. El alcance visual está muy condicionado por las particularidades del terreno y del propio sitio donde está ubicada la estación.

Es por esto por lo que ya sea para sortear algún obstáculo o para lograr la mayor distancia posible se colocan las antenas lo más alto posible. De todas formas, siempre se eligen lugares altos, ya que esto, además de una mayor distancia, permite que dentro del área de cobertura el campo recibido sea lo suficientemente intenso como para lograr una buena recepción. Más aún, si existen estaciones móviles que al estar al ras del suelo tienen que recibir la señal junto a un alto nivel de ruido y con variaciones muy bruscas de intensidad debido a la cantidad de obstáculos que al interponerse entre ambas antenas provocan que la señal sea recibida a través de múltiples rebotes o reflexiones. Estos mismos obstáculos provocan absorción de la señal por lo que en zonas con alta edificación la multiplicidad de causas que empobrecen la recepción requieren de altos niveles de campo recibido para que sea efectiva una buena comunicación. La banda de 6 metros es atractiva desde el punto de vista de la posibilidad de realizar, en ciertas ocasiones comunicaciones a muy larga distancia y con reducidas potencias. Lo que ocurre es que debido a la intensidad de radiación recibida del sol se produce la ionización esporádica de la capa E que es capaz de reflejar, debido a su altura y concentración de iones, frecuencias de hasta 150 MHz. No hay forma cierta de predecirlo y hay que estar atento. Esto se da sobre todo en primavera y verano y puede extenderse más aún si el sol está en su pico máximo de actividad. Es aún incierto el origen exacto de la ionización esporádica de la capa E pero se cree que se debería en gran parte por el bombardeo constante de las radiaciones visibles y subvisibles a que está sometida la atmósfera. Este efecto es mucho más probable que ocurra en las primeras horas de la mañana y durante las primeras horas de la noche. Debido a lo

impredecible de este efecto es que muchos aficionados en todo el mundo han colocado balizas que emiten durante las 24 horas en frecuencias fijas. De esta forma se puede barrer la banda en esos días en que las condiciones de mucho calor hacen sospechar que la banda está abierta y nunca se sabe hacia que lugar del planeta. Estas balizas pueden ser sólo una onda portadora. Algunas se identifican en código Morse en A1A y otras con alguna identificación modulada.

Lo más importante es la paciencia y contar con los elementos adecuados para esta banda.

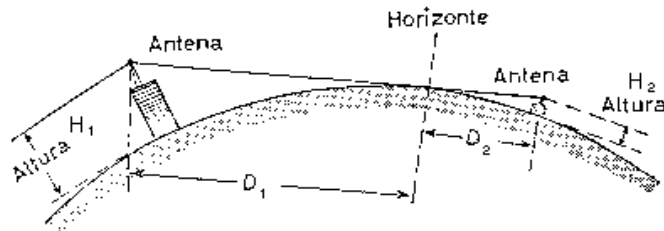
En la banda de 2 metros este efecto es poco usual y las comunicaciones a mayor distancia que la visual logradas en estas frecuencias se debe a otro efecto que es válido también para frecuencias tan altas como los 10 GHz y es el responsable de que se puedan hacer contactos a más de 1000 km en frecuencias en que lo normal en terreno plano son contactos hasta 80 km, como mucho. La explicación es la siguiente. Bajo condiciones normales de propagación, el índice de refracción de la atmósfera disminuye a medida que aumenta la altura. De esta forma las ondas de radio viajan a una velocidad algo menor al ras del suelo que a grandes altitudes. Esta diferencia en la velocidad hace que el haz de radio comience a tomar un pequeño radio de giro y se curve. La relación entre el radio de giro del haz y el radio de la tierra para valores promedios es de 1,33. Esto nos dice que, si consideramos a la tierra como plana, el haz de radio se estaría curvando normalmente hacia arriba. Es por eso por lo que nuestro alcance siempre estará limitado por la altura de las antenas. Este valor de 1,33 puede variar tanto como las condiciones atmosféricas y toma valores tan bajos como 0,6 y tan altos como 5. Si el índice de refracción baja lo suficiente, el haz es curvado hacia abajo de manera que toma el mismo radio de giro que el radio de la tierra. De esta forma el haz de radio viaja siguiendo la curvatura terrestre y podríamos imaginar como si la tierra fuese plana. Es así como se consiguen comunicaciones algo más distantes limitadas por la atenuación propia del espacio o del terreno y por las mismas condiciones climáticas. Si el índice de refracción de la atmósfera decrece aún más, nos encontramos ante la situación que el haz de radio es obligado a chocar con la tierra y se refleja en ella volviendo a ser irradiado nuevamente y vuelto a curvar hacia abajo y otra vez se reflejará en la tierra. De esta manera el haz de radio parecer estar atrapado en un tubo que está limitado por la superficie terrestre y por la máxima altura que pueda tomar el haz de radio para esas determinadas condiciones en particular. Se pueden lograr comunicaciones a muchos miles de kilómetros cuando se dan este tipo de condiciones y pueden verse afectadas las frecuencias desde 50 MHz hasta 10 GHz. Se da este efecto muy a menudo en zonas templadas y costeras, cuando por la noche la superficie terrestre se enfría rápidamente luego de un día de mucho calor. El aire caliente que sube mantiene las capas superiores a mayor temperatura y provoca el descenso del tan mentado índice de refracción. Cuando este índice se eleva, el haz es curvado hacia arriba empeorando las comunicaciones aún dentro del margen establecido como alcance visual, o acortándolo sensiblemente. Este cambio en el índice de refracción de la atmósfera que ayuda enormemente a las comunicaciones en VHF y UHF de radioaficionados, es para el uso comercial un serio dolor de cabeza. Los enlaces de microondas a través de grandes distancias se hacen colocando repetidores cada 40 o 60 km. Es en las horas de la noche o en las primeras de la mañana que los cambios de temperatura y humedad provocan que el haz se desvíe y por lo tanto el enlace se corte. Para evitar este problema se suelen utilizar dos recursos llamados diversidad de espacio y diversidad de frecuencia. El primero consiste en cambiar automáticamente por otra antena que se halle más abajo o más arriba en la misma torre. En ciertas ocasiones la antena inferior recibe una intensidad de campo mayor que la que está en la punta de la torre. El segundo consiste en conmutar por otro equipo en otra frecuencia. Usualmente para la región de los 7000 a los 9000 MHz, un cambio entre 100 y 200 MHz es suficiente. Existen formas de propagación a través de la reflexión en meteoritos, pero no son de utilidad para los radioaficionados ya que pasan inadvertidas debido a las bajas potencias utilizadas. Por último, queda por destacar el uso de las comunicaciones con elevadas potencias en toda la región de VHF, UHF y microondas con el fin de cubrir distancias con comunicación segura del orden de los 300 km. A esto se le llama propagación por dispersión o en inglés "scattering". Se utiliza a nivel comercial y se requiere de antenas de alta ganancia. Se suelen colocar las estaciones en dos puntos entre los cuales la colocación de una repetidora es muy inaccesible o imposible de atender. Algún ejemplo lo constituye el cruce del enlace por una zona desértica o lagos de gran extensión en combinación con terrenos inaccesibles. La utilización de la diversidad tanto de espacio como de frecuencia en forma combinada es en estos casos obligatoria por distancia a cubrir.

## TEMA 17-1.4

## ALCANCE TEÓRICO DE LA ONDA TERRESTRE

Las ondas de frecuencias muy altas y ultra altas (VHF, UHF, SHF) no se reflejan en la ionosfera y por lo tanto solamente se pueden recibir, en puntos que estén en una línea recta, sin obstrucciones, o en una "línea de mira" de la antena transmisora. La distancia máxima teórica a la que se logra una buena comunicación es la suma de las distancias  $D_1$  y  $D_2$  (ver figura). Suponiendo que la superficie de la tierra tuviera curvatura uniforme y que no hubiera objeto alguno que interceptara las ondas esta distancia se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$D_1 + D_2 = 4 \times (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2})$$



En la práctica esto no es totalmente real y las distancias aumentan, en algunos casos a más del doble, pero para los cálculos debe utilizarse la fórmula citada porque asegura una comunicación bajo cualquier condición atmosférica.

## TEMA 17.1.5

## PROPAGACIÓN DE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS

Si un circuito oscilante es acoplado a una antena obtenemos un circuito oscilante abierto con un espacio en su centro al que llamamos espacio de chispa de un condensador y entonces las oscilaciones que se producen serán de carácter amortiguado. En este caso se consigue la dispersión al exterior del campo magnético creado en el conductor a-b y del campo eléctrico producido entre las armaduras del condensador A-B. Como varían la polaridad y la dirección de las corrientes, se producen en el espacio un campo magnético y otro eléctrico variables, que componen en conjunto el campo electromagnético y cuya velocidad es 300 000 km/s.

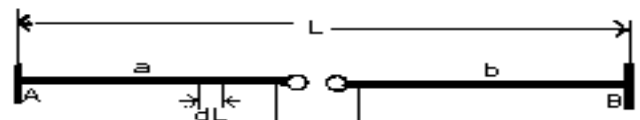


Fig. 1

La representación más sencilla del campo magnético se verifica mediante las líneas de fuerza, en forma de círculos en cuyo centro se encuentra el conductor que crea el campo. En el punto A de la figura 2 que se encuentra a una distancia  $r$  del conductor recorrido por la corriente, la intensidad del campo magnético por ella creado es  $B$ . Entre los valores instantáneos alcanzados en ese punto y los que en el mismo instante alcanzan en el conductor existe una diferencia de fase temporal  $t = r/v$  que es el tiempo que tarda el campo en transponer la distancia  $r$  a la velocidad  $v$ .

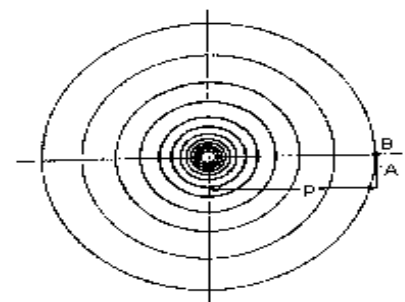


Fig. 2

Si la distancia es igual a un cuarto de periodo el campo alcanzará su valor máximo en A cuando en el conductor sea cero. A una distancia de medio periodo la diferencia de fase será de  $180^\circ$  y a los  $360^\circ$  volverán a estar en fase. A partir de este punto se repite la distribución del campo de forma idéntica. Si representamos por líneas de distinto grosor el valor de la intensidad de campo en cada punto en un momento dado y por flechas la dirección de este, obtendremos un diagrama como el de la figura 3. La distancia entre dos máximos del mismo sentido se denomina longitud de onda y se representa por la letra griega lambda ( $\lambda$ ) y esa longitud es la necesaria para que el desfase del campo sea el correspondiente a  $T$ .

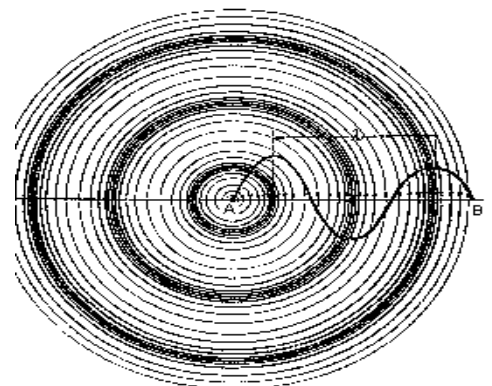
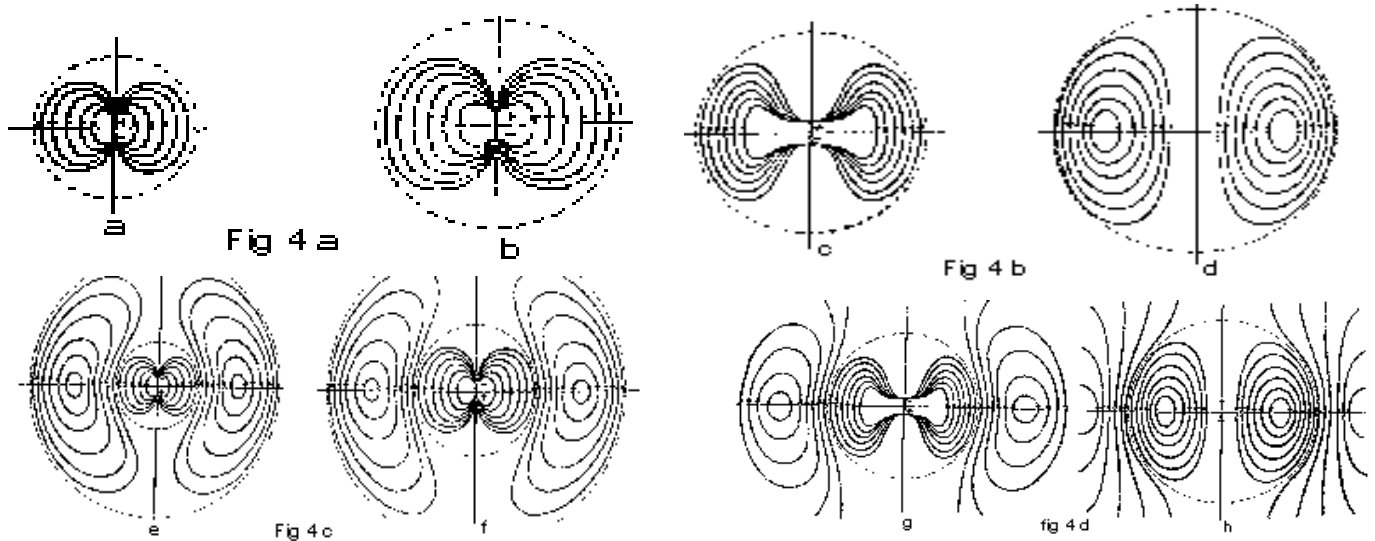


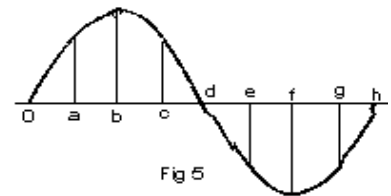
Fig. 3

Como la velocidad de propagación es 300 000 km/s la longitud de onda será  $\lambda = T \times v$  y como  $f = \frac{1}{T}$  la frecuencia y la longitud de onda vendrán relacionadas por la fórmula  $\lambda = \frac{300\,000}{f}$  y  $f = \frac{300\,000}{\lambda}$  (tomando  $\lambda$  en metros y f en kHz). Teniendo presente que la frecuencia de resonancia  $f_r$  de un circuito guarda relación directa con los valores de la inductancia y la capacitancia, podemos decir que la onda de resonancia u onda propia de un dipolo es  $\lambda = \frac{300\,000}{f_r} \times 2\pi \times \sqrt{L \times C}$  en la cual L viene dada en henrios y C en faradios.

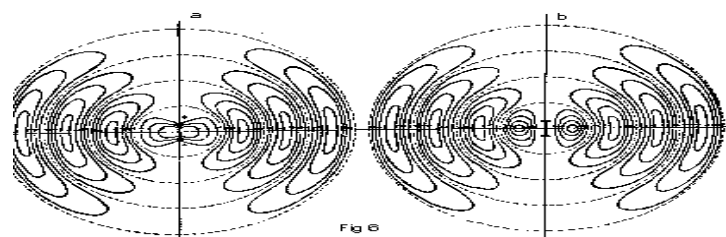
A semejanza del campo magnético podemos representar el campo eléctrico y su propagación por las líneas de fuerza, en las figuras 4 (a-b-c-d) puede estudiarse la distribución de las líneas de fuerza de un campo eléctrico en los diversos momentos de un periodo completo.



En la figura 5 se presenta la senoide que da los valores respectivos de la intensidad de campo junto al dipolo. En el momento cero la tensión y el campo producido son nulos, en el momento "a" o sea un octavo de ciclo, la intensidad del campo alcanza un valor igual al máximo dividido la raíz cuadrada de 2 y entonces la distribución del campo es la representada en la figura 4a esquema a, tras otro octavo de periodo la intensidad de campo llega a su máximo y su diagrama es el de la figura 4a esquema b y así sucesivamente para los restantes 1/8 de periodo. Si seguimos dibujando las líneas de fuerza por varios períodos, obtendremos figuras semejantes a las representadas en las 6a y 6b.



La figura 6a representa la distribución del campo en los momentos de tensión máxima en el dipolo y la figura 6b la distribución en los momentos de tensión nula en dicho elemento. A medida que las ondas se alejan del origen, se acercan más a la forma de arco de círculo, de manera que el campo se extiende en forma esférica en todas direcciones.



## TEMA 17-1.6 ¿QUÉ ES LA DISPERSIÓN METEORÍTICA?

Parado bajo un cielo claro por la noche, frecuentemente es posible ver las huellas de un meteoro (lo que el lenguaje popular llama estrellas fugaces). No sólo son interesantes para ver, sino que ofrecen una fascinante forma de propagación de radio para los aficionados. Cuando los meteoros ingresan a la atmósfera terrestre, la temperatura que genera el roce es tan alta que entran en combustión, dejando un trazo que es visible y que puede reflejar ondas de radio. A pesar de que el área reflectiva es muy pequeña y de corta duración, puede ser utilizada para realizar comunicaciones en frecuencias de 144 MHz (y a veces más altas) a distancias de más de 2000 km.

Es sorprendente saber que cada día entran a la atmósfera terrestre millones de meteoros, muchos de los cuales son muy pequeños, generalmente no mayores que un grano de arena, pero algunos de ellos son lo suficientemente grandes para producir un rastro visible y si su tamaño es el de una pequeña piedra, producir una cola visible por varios segundos. El meteorito ingresa a la atmósfera a una velocidad de entre 10 y 75 km/s y se quema a una altura entre 80 y 120 km. La cola que produce es larga, alrededor de 40 km, y tan delgada que su ancho es de solo 5 metros. La cola se forma porque la fricción de aire hace que el meteorito se caliente hasta tal temperatura que se forma una cola de iones positivos y electrones negativos. Estos son los electrones libres que hacen que las ondas de radio sean reflejadas en la misma forma que por la ionosfera. Como la densidad de electrones es muy alta, esto supone que puedan ser reflejadas las frecuencias dentro de la porción de VHF del espectro radioeléctrico.

**LLUVIA DE METEOROS:** muchos de los meteoros que entran en la atmósfera provienen de escombros espaciales, los que en gran número provienen del Sol. Sin embargo, en ciertos momentos del año el número de meteoros que ingresa a la atmósfera aumenta, como resultado de las lluvias de meteoros. Esto ocurre en momentos específicos del año y es el resultado del paso de la Tierra a través de una concentración de escombros orbitando por el Sol, lo que se cree han sido dejados por la cola de algún otro cometa. De hecho, muchas de las lluvias de meteoros han sido relacionadas con cometas determinados. Cuando observamos los meteoros de una lluvia en particular, se parecía que todos ellos parecen originarios de un punto en particular del cielo. Esto es llamado radiante y es el resultado del hecho que todos ellos ingresan en la atmósfera terrestre en paralelo unos con otros. El radiante es utilizado para dar nombre a la lluvia, por ejemplo, la lluvia Perseidas proviene de un punto en el cielo cercano a Perseus.

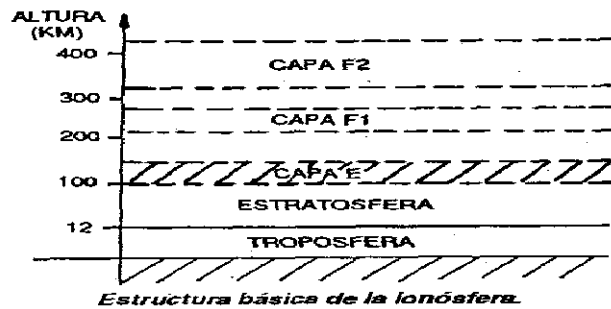
**ACTIVIDAD DE AFICIONADOS:** mucha de la actividad de los aficionados tiene lugar en la banda de 2 metros, aunque algunos contactos se pueden realizar fácilmente en 28 o 50 MHz. Algunos contactos se han realizado también en 70 cm, pero esto justo en el límite y para lograrlos se requiere alta potencia, receptores con bajo nivel de ruido y antenas direccionales. Los contactos en 50 MHz se pueden realizar con potencia relativamente baja porque la reflexión en esa frecuencia es buena. En 144 MHz, donde se requiere niveles más altos de ionización, la reflexión es más corta y se requiere mayor grado de potencia. Lo común es alrededor de 100 W en la antena, junto con una ganancia de antena sobre los 10 dB agregando a ello un receptor de bajo ruido, el cual es esencial porque las áreas bajas de reflexión implican que las señales a recibir son muy bajas. En vista de la naturaleza intermitente de los pasos, se requieren procedimientos especiales. Si bien se puede utilizar SSB, en general se emplea CW de alta velocidad, a un nivel de 80 palabras por minuto, utilizando computadoras para codificar-decodificar las señales, las que previamente son grabadas en cinta para permitir su lectura acelerando o disminuyendo la velocidad. Frecuentemente los contactos son previamente convenidos, para lo cual hay una net muy popular en 20 metros en 14,345 MHz. Para estos contactos se utilizan generalmente frecuencias entre 144,130 y 144,150 MHz y para SSB entre 144,150-144,190 y 144,410-144,450 MHz. Para los contactos no convenidos las llamadas se efectúan habitualmente en 144,100 MHz en CW con contactos a realizar entre 144,101 y 144,126 MHz y en SSB 144,195-144,205 y 144,395-144,405 MHz. No hay canales establecidos para llamar, en un intento de ampliar más allá de una pequeña porción cuando se produce la lluvia. Cuando no hay lluvias los llamados se efectúan en 144,2 y 144,4 MHz. La dispersión meteórica ofrece a quien se interese en ampliar sus conocimientos de propagación y operación, un nuevo y excitante desafío. Usando este modo es posible realizar contactos a larga distancia en VHF en condiciones pobres para otros modos de propagación.

**TABLA DE LAS MAYORES LLUVIAS DE METEOROS:**

NOMBRE	COMIENZA	MAXIMO	FINALIZA
QUADRANTIDS	1 enero	3 enero	6 enero
APRIL LYRIDS	19 abril	21 abril	24 abril
ETA AQUARIDS	1 mayo	4 mayo	7 mayo
JUNE LYRIDS	10 junio	15 junio	21 junio
OPHIUCHIDS	17 junio	20 junio	26 junio
DELTA AQUARIDS	15 julio	27 Julio	15 agosto
ALPHA CAPRICORNIDS	15 julio	2 agosto	25 agosto
PERSEIDAS	25 julio	12 agosto	18 agosto
TAURIDS	20 octubre	4 noviembre	25 noviembre
LEONIDS	15 noviembre	17 noviembre	19 noviembre
URSIDS	17 diciembre	22 diciembre	24 diciembre

**TEMA 17-2 CAPAS ATMOSFÉRICAS**

Debemos tener presente que las emisiones de nuestros equipos viajan por el espacio en todas direcciones por lo tanto mucha de la energía radiada se perdería en el espacio si no contáramos con las capas atmosféricas que al encontrarse fuertemente ionizadas por acción del sol las hacen rebotar de nuevo hacia la tierra. Estas capas se encuentran a una altura comprendidas entre los 100 y 300 kilómetros y reciben el nombre de capas de Heaviside. A su vez se las subdivide en capa F1, F2 y E.



La altura virtual de las distintas capas es:

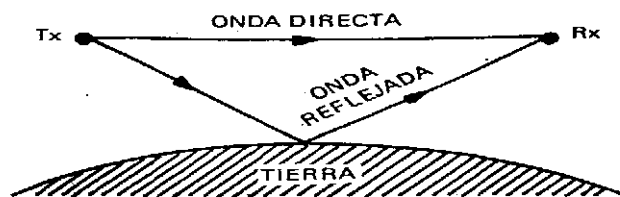
Capa E: su máxima ionización se encuentra a 110 km de altura.

Capa F: durante la noche se encuentra a una altura de 280 km, pero durante el día se divide en dos subcapas, capa F1 con altura de 225 km y capa F2 con altura virtual de 320 km. Además, debe tenerse en cuenta que la capa F varía su altura promedio tanto en verano donde se encuentra a unos 400 km y en invierno donde desciende por debajo de los 270 km. Las capas atmosféricas se ven también influenciadas por las explosiones solares y es por ello por lo que existen cambios notables durante el ciclo que cada 11 años hay de manchas solares.

**TEMA 17-3 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS**

En toda onda emitida las líneas eléctricas van perpendiculares a la tierra y las ondas magnéticas paralelas y en algunos casos toman cualquier inclinación con respecto a tierra, pero se mantienen perpendiculares entre sí. El plano que contiene a las líneas de ambos campos (eléctrico y magnético) se lo llama frente de onda. En el espacio libre las ondas viajan a una velocidad aproximada de 300 000 km/s, pero si consideramos otro medio veremos una marcada diferencia sobre la velocidad; siendo cada vez menor hasta en los dieléctricos donde su velocidad es inversamente proporcional a la constante dieléctrica del material en cuestión. De acuerdo con la altura a la que las ondas llegan en su recorrido, pueden clasificarse en tres grandes grupos:

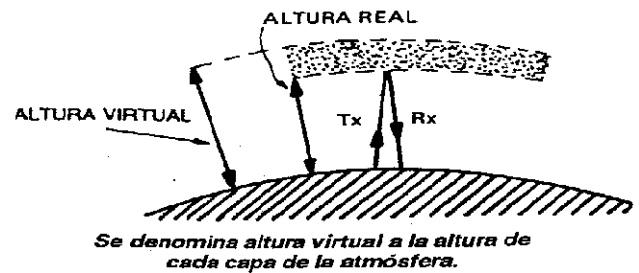
Propagación terrestre: es afectada por el relieve de la tierra y además puede tener una onda directa y otra reflejada por la superficie terrestre.



*La onda de espacio es la componente de la directa y la reflejada en el suelo.*



Propagación troposférica: en este caso las variaciones de temperatura y humedad de la troposfera producen una curvatura en la onda que la devuelve a la tierra siendo recibida la emisión en lugares donde no llegarían como señal directa ni como propagación ionosférica.



Propagación ionosférica: al dejar la antena la onda viaja hacia arriba alejándose de la tierra en un ángulo que la haría perderse en el espacio si no fuera que su recorrido resulta curvado por las capas o nubes de Heaviside y devueltas a la tierra.



### TEMA 17-3.1 ECUACIONES DE MAXWELL

Maxwell propuso una serie de ecuaciones que resumían las diversas leyes descubiertas por Faraday, Ampere, Ohm y otros y se relacionan con el comportamiento del campo eléctrico y magnético unificado y que constituyen las bases actuales de la teoría electromagnética. Las ecuaciones de Maxwell representan el intercambio de energía entre los campos eléctricos y magnéticos, cambio que es automantenido, con la energía radiante desde el punto de origen. Las ecuaciones expresan la naturaleza continua de los campos y definen cómo un cambio en un campo provoca cambios en el otro. Estas hipótesis son la base de que las dos interactúan y propagan la energía de un lugar a otro brindando además el puente necesario entre flujo electrónico y campo electromagnético alrededor de un conductor.

La primera ecuación establece que, en ausencia de cargas eléctricas, las líneas de fuerza no pueden ser creadas ni destruidas.

$$\text{div}E = 0$$

La segunda ecuación enuncia el mismo principio para las líneas de fuerza y, además, que las cargas magnéticas no existen.

$$\text{div}H = 0$$

La tercera ecuación enuncia que un campo magnético cambiante produce un campo eléctrico y que la relación entre las unidades estáticas y las unidades electromagnéticas es una constante relacionada con la velocidad de la luz.

$$\text{rotac}E = \frac{1}{c} \times \frac{\Delta H}{\Delta T}$$

La cuarta ecuación enuncia que un campo eléctrico cambiante produce un campo magnético en virtud de la suma de las corrientes de conducción y de desplazamiento y que la velocidad de cambio del campo eléctrico tiene propiedades que están relacionadas con la corriente de desplazamiento.

$$\text{rotac}H = \frac{1}{c} \times \frac{\Delta E}{\Delta T}$$

Donde: E = intensidad del campo eléctrico  
H = intensidad del campo magnético  
div = divergencia

rotac = rotación

$\Delta$  = diferenciación parcial con respecto al tiempo T

Con estas ecuaciones Maxwell demostró que una carga eléctrica que es acelerada o desacelerada es acompañada por un campo magnético pulsante y, en el transcurso del tiempo, es propagada a través del medio circundante. Durante la aceleración y la desaceleración, la energía del campo magnético no fluye simplemente hacia afuera y hacia adentro nuevamente, sino que esta energía es permanentemente cedida a la carga y su campo y adopta una forma de onda de energía que se desplaza radialmente hacia afuera desde la fuente y cuyas componentes eléctrica y magnética son de forma idénticas y mutuamente perpendiculares. Además, que éstas se debilitan cuando la onda se desplaza hacia afuera a causa de que ambas son inversamente proporcionales al radio de la onda desde el punto de origen.

## TEMA 17-4 DESVANECIMIENTO

Debemos aclarar que el desvanecimiento se lo conoce por su nombre en inglés "fading".

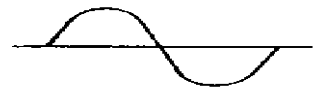
Como dos o más partes de una onda pueden seguir recorridos diferentes al dirigirse al punto de recepción, en este caso las diferencia entre las longitudes de los recorridos determinarán diferencias de fase entre las componentes de la onda que llega a la antena receptora. La intensidad de campo total será la suma de las componentes y puede ser mayor o menor que una sola de ellas.

Como los recorridos cambian de tiempo en tiempo, se produce una variación en la intensidad de las señales que se llama desvanecimiento. Su origen es por la combinación de ondas que llegan mediante uno o varios saltos, o de la combinación de una onda de tierra con una ionosférica y/o troposférica. El desvanecimiento puede ser rápido o lento según sean condiciones rápidamente variables o lentas en la ionosfera. El desvanecimiento es más notable en las transmisiones de amplitud modulada.

## TEMA 17-5 LONGITUD DE ONDA

Las ondas de radiofrecuencia viajan en el espacio a una velocidad de 300 000 km/s y tienen diversas formas, pero siempre nacen en cero, tienen un máximo positivo, decrecen hasta cero, crecen hasta un máximo negativo y regresan a cero. A la suma de todas estas variaciones se la llama ciclo o período y la cantidad de ciclos que una onda efectúa en un segundo se la denomina frecuencia.

Cuando más larga es la duración de un ciclo menor será la frecuencia y mayor la distancia ocupada por cada onda. La longitud de onda y la frecuencia están vinculadas por la siguiente fórmula:



$$L = \frac{300\,000}{f}$$

Donde: L = longitud de onda en metros

f = frecuencia en kHz

## TEMA 17-6 FENÓMENOS QUE AFECTAN A LAS COMUNICACIONES

Son diversos los fenómenos naturales y artificiales que afectan a las comunicaciones y entre ellos podemos citar el desvanecimiento, la atenuación, refracción, difracción, reflexión y otros, algunos de los cuales se detallan a continuación.

### TEMA 17-6.1 ATENUACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE

Es la atenuación entre dos antenas (transmisora y receptora) a una distancia dada en un medio homogéneo y donde la señal no se ve afectada por algún medio externo. La densidad de potencia de transmisión:

$$P_t \left[ W/m^2 \right] = \frac{P_e}{4\pi \times d^2}$$

Donde:  $P_e$  = potencia de emisión de antena en vatios  
 $d$  = distancia entre antenas en metros.

La potencia de recepción será:

$$P_r[W] = P_t \times s$$

Donde:  $P_t$  = potencia de transmisión  
 $s$  = superficie de la antena en metros cuadrados

Debe tenerse presente que en el espacio la atenuación se duplica cada vez que se duplica la frecuencia. Asimismo, duplicar la distancia implica atenuar 3 dB la ganancia. De lo expuesto surge que si se quiere aumentar la potencia recibida se debe aumentar la potencia transmitida, o mejorar la ganancia de la antena receptora, o variar la frecuencia a valores más bajos. Si hablamos de propagación en presencia de la tierra ya intervienen otros factores como la refracción, difracción, absorción y reflexión.

### **TEMA 17-6.2 REFRACCIÓN**

Es un fenómeno que aparece debido a que el haz no se desplaza en un medio homogéneo, sino que atraviesa distintas capas de aire con condiciones desiguales de temperatura, presión, humedad y dependen de la altura pero normalmente se presentan a muy baja altura. Se produce en estos casos una desviación del haz de señal pero no una disminución de la energía, ahora bien, si la desviación es hacia el espacio se considera negativa ya que la mayoría de la señal se pierde, en cambio si la desviación es hacia la tierra se considera positiva y se logra en estos casos aumentar la distancia cubierta con nuestra señal.

### **TEMA 17-6.3 DIFRACCIÓN**

La señal podemos considerarla un haz de ondas y sale en forma directa de la antena transmisora, pero se abre al propagarse y luego cada vez que pasa un obstáculo una parte pasa y otra parte es absorbida por dicho obstáculo.

### **TEMA 17-6.4 ABSORCIÓN**

En toda transmisión existe absorción de parte de la señal por el medio ambiente, pero puede considerarse casi nulo para las bandas de HF, muy pequeño para las bandas de VHF y UHF y solo es importante considerarlo para frecuencias superiores a los 10 GHz en donde las gotas de lluvia son importantes en la absorción de la señal.

### **TEMA 17-6.5 REFLEXIÓN**

La reflexión se produce cuando los rayos de una señal salen en un cierto ángulo de la antena transmisora y una parte se refleja en algún lado y también llega a la antena receptora. En estos casos esto es muy importante ya que según donde se ubique la onda reflejada puede tener una fase distinta a la onda directa de tal forma que puede sumar (aumentando la señal) o restar (disminuyendo la señal) recibida. La reflexión se presenta fácilmente en zonas con muchos ríos o lagos donde el agua hace de espejo.

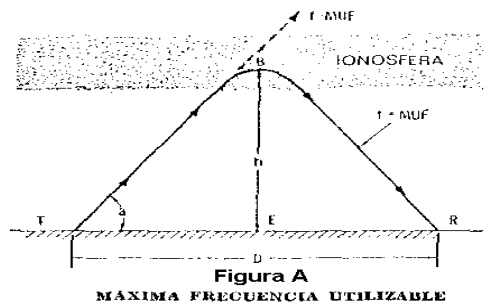
### **TEMA 17-6.6 FRECUENCIA CRÍTICA**

La frecuencia crítica de la capa ionosférica es la frecuencia más elevada que se refleja cuando la onda choca con la capa de incidencia vertical. Las frecuencias más altas que la crítica atraviesan la capa. La frecuencia crítica de la capa más intensamente ionizada puede ser tan baja como 2 MHz durante la noche y tan alta como 15 MHz al mediodía. La frecuencia crítica y la altura de las capas se miden por técnicas de impulsos. El impulso y su eco son observados en una pantalla de rayos catódicos. La frecuencia crítica es de interés para conocer los

saltos necesarios para cubrir una distancia determinada. Cuanto más alta es la frecuencia crítica mayor será la ionización de las capas y más alta será la máxima frecuencia utilizable.

### TEMA 17-6.7 FRECUENCIA MÁXIMA UTILIZABLE (MUF)

La MUF es la máxima frecuencia que puede utilizarse satisfactoriamente para realizar una comunicación en las bandas de radio, para una distancia dada, sin llegar a la frecuencia crítica. Aclarando que la frecuencia crítica es aquella por encima de la cual las ondas incidentes en las capas reflectoras de la atmósfera la atraviesan y no retornan a la superficie terrestre. Generalmente los enlaces se realizan mediante una onda incidente en forma oblicua con las capas ionosféricas y a la cual en algunos casos se suma la onda terrestre y en otros se resta. Por lo expresado el rango de frecuencias varía en concordancia a la longitud del trayecto y la MUF se hace más baja cuando más corto es dicho trayecto y más estrecho es el rango de frecuencias permitido. Además, la MUF es sumamente influenciada por los ciclos de manchas solares que la estrechan aún más en los períodos de menor actividad solar.



### TEMA 17-6.8 FRECUENCIA ÓPTIMA DE TRÁFICO (FOT)

El límite superior recomendado de frecuencia para la máxima fiabilidad de comunicación se llama frecuencia óptima de trabajo y se elige algo inferior a la MUF para prever irregularidades ionosféricas y turbulencias, así como desviaciones de los valores medios de la MUF y comúnmente se calcula un 15% por debajo de la misma.

### TEMA 17-6.9 FRECUENCIA MÁS BAJA UTILIZABLE (LUF)

La frecuencia más baja utilizable es aquella en que se puede lograr la comunicación de modo satisfactorio, por un camino en particular y a una determinada hora. La LUF depende principalmente del ruido atmosférico y de los estáticos en el lugar de recepción para una determinada relación señal/ruido. En frecuencias inferiores a la LUF la recepción resulta imposible por la pérdida de nivel de ruido existente.

La LUF se puede controlar en cierto grado mediante el ajuste de la potencia efectiva radiada y del ancho de banda del circuito. En general la LUF se puede rebajar 2 MHz por cada 10 dB de aumento de la potencia radiada.

### TEMA 17-6.10 MANCHAS SOLARES

Las primeras observaciones de la actividad de las manchas solares fueron hechas por los chinos hace más de 2000 años y siglos después Marconi consiguió la primera comunicación por radio a través del océano sin saber que ello se debía a las manchas solares. Posteriores experimentos realizados por Heaviside, Appleton y otros probaron la existencia de una región electrificada en la atmósfera debida a la radiación ultravioleta del sol y que la misma aumentaba en relación directa con las manchas solares. El número de grupos de manchas y las manchas solares individuales visibles en la superficie del sol varían entre amplios límites en un período de tiempo. Estas manchas y su número siguen un ciclo de aproximadamente 11 años, aumentando gradualmente desde muy pocas hasta una cantidad máxima, y luego disminuyendo nuevamente a una cantidad mínima. Los registros de los ciclos solares se iniciaron en 1750 y continúan hasta la actualidad. No han existido hasta la fecha dos ciclos iguales o muy semejantes de manchas solares, pero se ha establecido ciclos repetitivos en sus características básicas como por ejemplo duración, altura del máximo, tiempos de ascenso y descenso, etc.

La investigación para determinar leyes empíricas que predigan la evolución de las manchas solares está todavía en sus comienzos, aunque ya existe una tabla básica y un cálculo más o menos exacto de las manchas a través de los números relativos de Wolf o números R creados hace algunos años por Rudolf Wolf. La implicancia de estos estudios es que la M.U.F. será considerablemente más baja y que además las comunicaciones a larga distancia DX tendrán períodos más cortos y con menor niveles de señal en las frecuencias más altas, aunque habrá una mejora en las bandas de 160, 80 y 40 metros.

Las variaciones diurnas estacionales dependen del comportamiento más o menos previsible de la radiación solar ionizante, sin embargo, de tiempo en tiempo el comportamiento normal es alterado por disturbios de corta duración por radiaciones anormales del sol. Estas perturbaciones dan lugar a condiciones de anulación de la propagación o a un completo fallo en las comunicaciones en HF y en otros casos a condiciones de gran propagación. Además de las manchas existen las fulguraciones solares que son ráfagas de energía electromagnética generadoras de ruido de radio que abarcan un amplio margen de frecuencias y que pueden ser recibidas como un sonido sibilante en un receptor sensible. Las fulguraciones solares producen disturbios ionosféricos repentinos unos 11 minutos después de producirse en las zonas del mundo que están a pleno día y la señal vuelve a la normalidad al cabo de 30 a 40 minutos. Las fulguraciones están originadas por la radiación corpuscular del sol que al mismo tiempo emite radiaciones ultravioletas y rayos X. Estas emisiones se desplazan a menor velocidad que la luz y llegan a la tierra con retardo originando tormentas ionosféricas de larga duración que perturban las comunicaciones de corta y larga distancia.

## TEMA 17-6.11 RUIDOS Y SUS FUENTES GENERADORAS

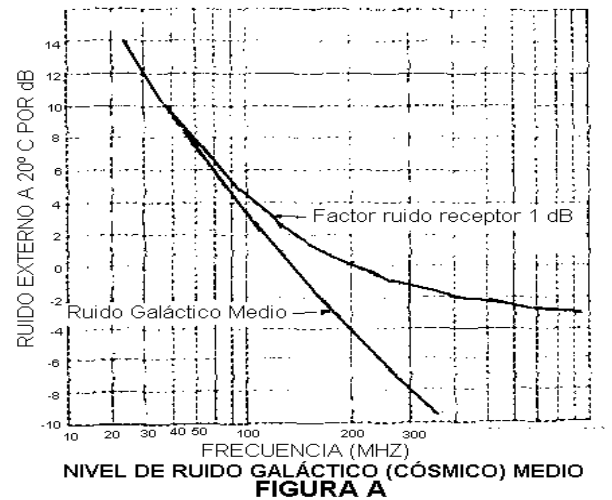
El ruido externo recibido por las antenas e inyectado juntamente con las señales deseables en el receptor puede estar compuesto por ruido atmosférico, ruido galáctico y ruido artificial. El ruido atmosférico es debido principalmente a las descargas atmosféricas que se propagan en todas direcciones por reflexión ionosférica. Este ruido varía inversamente con la frecuencia, siendo mayor en las frecuencias bajas. También varía en intensidad con la hora del día, la estación del año y el lugar geográfico.

El ruido galáctico está originado por disturbios o perturbaciones que se producen fuera de la atmósfera terrestre y sus fuentes principales son el sol y un gran número de estrellas radio distribuidas en el plano galáctico.

Este ruido es de poca importancia a frecuencias menores a 20 MHz por ser superado por el ruido atmosférico, pero es de gran importancia en las frecuencias de la región de UHF.

El ruido artificial es el generado por el hombre y sus maquinarias ya que puede provenir de electrodomésticos, encendido de automóviles, motores, y radiación de las componentes de alta frecuencia desde las líneas de distribución eléctrica.

Este ruido se propaga por transmisión directa, por radiación, por inducción y algunas veces por reflexión ionosférica, pero tiende a disminuir a medida que aumenta la frecuencia de las bandas utilizadas por los radioaficionados.



NIVEL DE RUIDO GALÁCTICO (CÓSMICO) MEDIO  
FIGURA A



## TEMA 18

## ANTENAS

Existen distintos fenómenos o características que definen a una antena; tal como un elemento irradiante. Características como polarización, ganancia, directividad, ángulo de irradiación son fundamentales para estudiar cual será la adecuada a nuestras necesidades. La mayoría de los equipos ven reducidos sus rendimientos por la incorrecta elección de la antena o la mala adaptación entre ésta y el transmisor. La función de la antena es generar un campo electromagnético y para ello se necesitan cargas eléctricas en movimiento. Los electrones generados por el transmisor (portadora) al estar en movimiento generan un campo eléctrico y un campo magnético que van asociados dando origen a la onda electromagnética que se alejará del conductor (antena). La antena es el elemento de un sistema de transmisión capaz de radiar energía hacia el espacio por medio de ondas electromagnéticas que transportan la mayor parte de la potencia entregada por el transmisor. Pero la antena cuando pasa a ser receptora capta una mínima parte de la energía transmitida pero que provoca una circulación de corriente que será la señal de entrada al receptor. Debemos considerar que una antena es un adaptador de impedancias entre la línea de transmisión que le suministra la energía y el espacio.

### TEMA 18-1

### PARÁMETROS DE UNA ANTENA

Una distribución de corrientes sobre un conductor produce alrededor del mismo un campo electromagnético que dan origen a la onda electromagnética que se alejará del conductor. El movimiento de los electrones dependerá del impulso dado por el transmisor, pero siendo una señal de radiofrecuencia alterna este electrón se moverá hacia adelante y hacia atrás siguiendo el ciclo de la onda. Si la longitud del irradiante (antena) es infinita los electrones siempre encontrarán espacio para moverse, pero si nuestra antena no posee la longitud adecuada existirá interferencia entre los electrones en movimiento. Si la longitud de la antena es un número entero de veces de la mitad de la longitud de la señal que da origen al movimiento de electrones no habrá interferencias (el electrón se mueve medio ciclo hacia adelante y medio ciclo hacia atrás). Si no se cumple esta condición ocurre que los electrones se interfieren entre ellos y como vienen en distintas fases se anularán o disminuirá el campo electromagnético generado. Por lo tanto, en principio, la longitud debe ser un número entero de media longitud de onda. Una condición importantísima que debe reunir una antena además de ser resonante es que su impedancia coincida con la del transmisor y la línea de transmisión ya que para que exista máxima transferencia de energía debe haber adaptación de impedancia.

### TEMA 18-1.1

### COMO CALCULAR LOS ELEMENTOS DE UNA ANTENA

Como sabemos en el aire las ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de la luz o sea a 300 000 km/s, pero en un medio metálico (hilo, cable, tubo) esa velocidad se ve reducida por dos elementos, la conductividad del metal utilizado y el diámetro de dicho conductor, por lo que a continuación se entrega una forma sencilla de calcular un dipolo.

Partamos de la base que todas las antenas son variantes de un dipolo de media onda alimentado en el centro ya que allí se encuentra el punto de mayor intensidad y por tanto de menor impedancia (entre 40 y 80  $\Omega$ ) pues si lo alimentamos en otro punto su impedancia variará (llegando a que en su extremo será 8000  $\Omega$ ).

La fórmula para calcular la longitud de onda en el espacio es  $L = 300 / f$  (con la frecuencia dada en MHz).

Ahora bien, como la señal viaja por un medio metálico esta velocidad será menor y para establecer este acortamiento recurrimos a la fórmula:

$$A = \frac{L/2}{D} \times 100$$

Donde: D = diámetro del cable, hilo o tubo usado como irradiante para nuestra antena en mm

Al valor de A lo trasladamos a la tabla que se da a continuación y extraemos un nuevo valor llamado K, debiéndose aclarar que si no encontramos el valor exacto de A debemos tomar el más cercano hacia arriba o hacia abajo.

A	10	12	15	20	30	50	80	100	200	1000	2000	6000	10 000
K	0,92	0,925	0,93	0,935	0,924	0,945	0,95	0,955	0,96	0,965	0,97	0,975	0,98

Con el valor K aplicamos la fórmula y obtenemos el largo físico total de nuestro dipolo:

$$T[m] = \frac{L}{2} \times K$$

Para aclarar más los conceptos anteriores veamos en la práctica un cálculo de dipolo para la banda de 80 metros con centro de resonancia en 3600 kHz y dos diámetros de conductor:

### Diámetro de 1 mm

$$L = 300/3,6 = 83,33$$

$$A = \frac{83,33/2}{1} \times 100 = 4166,67$$

Usamos el valor de K 0,975 correspondiente a 6000 por ser el más cercano

$$T = \frac{83,33}{2} \times 0,975 = 40,62 \text{ m}$$

### Diámetro de 10 mm

$$L = 300/3,6 = 83,33$$

$$A = \frac{83,33/2}{1} \times 100 = 416,67$$

Usamos el valor de K 0,96 correspondiente a 200 por ser el más cercano

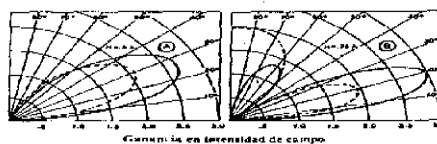
$$T = \frac{83,33}{2} \times 0,96 = 40 \text{ m}$$

De estos ejemplos surge claramente que cuando mayor es el diámetro del conductor que usamos como irradiante nuestra antena se acorta físicamente. Pero disminuye su Q y por tanto se ensancha su, valga la redundancia, ancho de banda.

## TEMA 18-1.2 DIAGRAMA DE IRRADIACIÓN

Es la representación gráfica de las propiedades de radiación de una antena en función de las coordenadas espaciales a una distancia relativamente alejada de la antena.

Normalmente el fabricante suministra el diagrama de radiación horizontal y cuando utilizamos la antena como receptora nos indica la dirección en que captará la máxima señal.



CURVAS DE RADIACION VERTICAL

Se representan las curvas de variación en el plano vertical de una antena directiva con parte superior plana y de una sola sección horizontal con separación de un cuarto de onda (curvas continuas) y de una antena horizontal en media onda (curvas de trazos), cuando ambas antenas se encuentran a 0,5 longitud de onda (A) y a 0,25 longitud de onda (B) por encima de la tierra.

## TEMA 18.1.3 POTENCIA RADIADA

En todo circuito oscilante se producen pérdidas que exigen que se comunique al circuito cierta cantidad de energía si se desea que las oscilaciones se mantengan con carácter de continuas o con amplitud constante. En los circuitos oscilantes abiertos (dipolos) suceden las cosas de manera distinta ya que el campo electromagnético se propaga alejándose del dipolo, sin volver a actuar para nada sobre los mismos, pero resulta que en la propagación de estos campos se pierde una parte de dicha energía que no puede provenir más que de la corriente alimentadora del circuito que la produce. La cantidad de energía cedida a los campos magnéticos y eléctricos se designa en este caso como radiación. Esta pérdida de energía en forma de radiación es la que fomentamos en radio, y la cantidad de energía radiada en relación con la comunicada al circuito es la que denominamos potencia radiada. Tenemos que distinguir entonces dos formas de potencia cuando hablamos de



antenas y que son la potencia radiada ( $P_r$ ) y la convertida en calor ( $P_c$ ). Pero la potencia  $P$  comunicada al circuito será entonces  $P = P_r + P_c$  y la relación  $n = P_r/P$  se denomina rendimiento del circuito oscilante abierto (o sea, nuestra antena). La potencia transformada en calor  $P_d$  puede calcularse por la fórmula  $P_d = i^2 \times R$ . De la misma manera que la resistencia natural no se reduce a la resistencia óhmica pura, sino que alcanza a todas aquellas partes que generan pérdidas en forma de calor, la resistencia de radiación no es una resistencia en el sentido estricto de la palabra, sino un número que al ser multiplicado por el cuadrado de la intensidad nos da el valor de la potencia radiada. El valor de potencia radiada se puede calcular de la siguiente forma:

$$\beta_{max[v/m]} = 60\pi \times \frac{L}{\lambda} \times \frac{1}{r} \times I_{max} \times \sin \delta$$

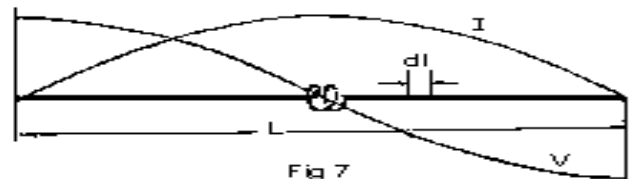
Donde:  $L$  = longitud total del dipolo

$\lambda$  = longitud de onda

$r$  = distancia al centro del dipolo

$\delta$  = ángulo formado por el eje del dipolo con la línea que une su centro con el punto considerado

Debemos aclarar que esta fórmula sería totalmente cierta si en toda la longitud del dipolo fluyera la misma corriente, pero ello no ocurre así ya que nosotros le aplicamos la corriente en un punto medio del dipolo y por tanto los alambres constituyen las armaduras del condensador, de manera que cada elemento longitudinal ( $dl$ ) sirve como conductor hacia el resto del hilo. La capacidad  $C$  y la autoinducción  $L$  se encuentran por lo tanto distribuidas de una manera regular a lo largo del dipolo y en esta disposición no es posible que toda la cantidad de electricidad recorra toda la longitud del conductor, sino que por cada fracción del mismo pasará una cantidad tanto más pequeña cuanto menor sea el trozo del conductor restante hacia el extremo y por tanto la carga de ambos conductores no es constante a todo lo largo, sino que es máxima en el centro del dipolo y cero en sus extremos (ver figura 7) y como consecuencia, tampoco las tensiones se reparten en forma regular siendo máxima en los extremos y cero en el centro. De aquí que la actuación de este elemento, para los efectos de la radiación, no corresponda a su longitud total  $L$ , sino a una parte ( $dl$ ) de dicha longitud.



## TEMA 18-1.4 RESISTENCIA DE RADIACIÓN

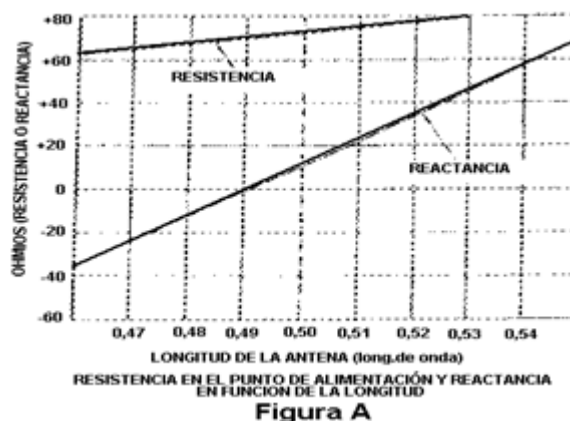
Sustituyendo algunos valores y siendo  $I$  el valor eficaz de la intensidad y  $P_{rad}$  el de la potencia radiada eficaz se tiene:

$$P_{radiada\ máxima} = 80 \times \pi^2 \times \left(\frac{dl}{\lambda}\right)^2 \times i_{max}^2 = R_r \times i^2$$

por lo que en definitiva la resistencia de radiación la obtenemos dividiendo en la fórmula de la potencia radiada el total de dicha formula por la intensidad al cuadrado tendremos:

$$R_{radiación} = 80 \times \pi \times \left(\frac{dl}{\lambda}\right)^2$$

Un término más generalmente empleado es el de la impedancia de antena que, además de implicar la resistencia de radiación, implica la presencia de reactancia en el circuito de antena. La reactancia de una antena aumenta cuando sale de resonancia y también cuando disminuye la relación longitud/radio de la antena. Una antena gruesa presenta menos reactancia que las delgadas y la reactancia se hace cero cuando la antena es ligeramente más corta que media longitud de onda (ver figura A) o mejor expresado cuando es algo menor que cualquier múltiplo de  $\frac{1}{4}$  de longitud de onda y debemos tener presente que la reactancia de antena aumenta rápidamente fuera de la resonancia.



## TEMA 18-1.5 POLARIZACIÓN

Podemos definir como polarización de una antena a la dirección que tiene el campo eléctrico de la onda electromagnética asociada a la misma. Se dice entonces que si el campo eléctrico es horizontal la antena es de polarización horizontal y si el campo eléctrico es vertical la polarización será vertical. En las bandas de HF (3,5 a 30 MHz) como las comunicaciones se realizan por reflexión en la ionosfera no tiene sentido hablar de polarización ya que esta se pierde al haber reflexión. En las bandas de VHF (144 a 148 MHz) y UHF (430 a 440 MHz) las comunicaciones son por rayo directo (propagación terrestre) y por tanto las antenas deben poseer la misma polarización para evitar pérdidas considerables. La polarización de una onda es la línea trazada, en función del tiempo, por la extremidad del vector de campo eléctrico en un punto fijo del espacio. Existen tres tipos de polarización: circular, elíptica y lineal, siendo esta última la más utilizada y en VHF la polarización lineal vertical. El ángulo de radiación es el ángulo vertical por encima del horizonte en que la antena emite o recibe la máxima intensidad de campo electromagnético y por tanto podemos definirlo como que es aquel en que la intensidad de campo es máxima. Casi ninguna antena posee su ángulo de radiación en dirección horizontal ya que generalmente se les da un cierto ángulo hacia arriba.

## TEMA 18-1.6 GANANCIA

Es la relación que existe entre la intensidad de irradiación de una antena en prueba y un dipolo media onda para la misma frecuencia. En los casos de antenas direccionales la ganancia se expresa como la relación entre la intensidad de radiación en la dirección máxima y la intensidad que produciría la misma antena si repartiese su radiación por igual en todas las direcciones (omnidireccional). La ganancia de una antena siempre viene referida a otra por lo tanto se debe conocer cual es la antena patrón para saber realmente la ganancia.

## TEMA 18-1.7 DIRECTIVIDAD

Se denomina directividad a la dirección en un plano horizontal en que se produce el máximo de radiación de una antena. Existen antenas que irradian de la misma manera en todas direcciones mientras que otras poseen una o varias direcciones en que la radiación se ve favorecida. La directividad de una antena se especifica por medio de diagramas polares. Al elegir la antena se debe tener en cuenta varios factores como ser zona de cobertura que necesitamos, y si ella es en una o en varias direcciones. En el caso de ser una sola dirección se utilizan antenas con mucha directividad o sea que concentran la potencia en una determinada dirección o lo que es igual a una potencia aparente radiada que es igual al producto de la potencia por la directividad sirva como ejemplo que un transmisor que genere 5 W conectado a una antena con ganancia directiva 10 aparenta estar radiando 50 vatios.

## TEMA 18-1.8 TENSIÓN Y CORRIENTE EN UNA ANTENA

Hay casos en que es necesario conocer la tensión y la corriente que circulará por una antena con el fin de establecer qué tipo de aisladores son necesarios en la misma y en estos casos si conocemos la potencia a

aplicar, ya sea desde el transceptor o desde un amplificador lineal, y además conocemos la impedancia de nuestra antena podremos fácilmente establecer dichos parámetros conociendo que  $P[W] = E[V] \times I[A]$ . Para establecer la tensión que soportará nuestra antena tenemos que  $E = P/I$ , como desconocemos la corriente recurrimos a la ley de Ohm según la cual  $I[A] = E[V]/Z[\Omega]$ , siendo Z la impedancia de nuestra antena y reemplazando en la fórmula anterior el valor de la intensidad por el de esta última fórmula tenemos que:

$$E = \frac{P}{E/Z} = \frac{P \times Z}{E} \Rightarrow E^2 = P \times Z \Rightarrow E = \sqrt{P \times Z}$$

Ahora bien, si lo que queremos establecer es la intensidad de la corriente que circulará por nuestra antena conociendo los valores de potencia a aplicar y la impedancia del sistema de antena, la estableceremos por  $I = P/E$ , como desconocemos la tensión recurrimos a la ley de Ohm según la cual  $E[V] = I[A] \times Z[\Omega]$ , siendo Z la impedancia de nuestra antena y reemplazando en la fórmula anterior el valor de la intensidad por el de esta última fórmula tenemos que:

$$I = \frac{P}{I \times Z} \Rightarrow I^2 = \frac{P}{Z} \Rightarrow I = \sqrt{P/Z}$$

Para clarificar más aún este concepto veamos un ejemplo práctico estableciendo que la potencia sea de 100 W y la impedancia del sistema de antena es de 52  $\Omega$  tendremos que la tensión será  $E = \sqrt{P \times Z} = \sqrt{100 \times 52} = 72,11 V$  y la intensidad será  $I = \sqrt{P/Z} = \sqrt{100/52} = 1,39 A$ . Por lo visto en este ejemplo surge que nuestro sistema de antena será alimentado con una tensión de aproximadamente 72,11 voltios y circulará una corriente de aproximadamente 1,39 amperios.

## TEMA 18-2 TIPOS DE ANTENAS

En radio existen infinidad de tipos de antenas ya que sobre tres o cuatro conceptos básicos los radioaficionados modificamos y experimentamos para lograr en algunos casos mayor distancia, en otros mejor calidad de audio, en otros poder disminuir potencia de transmisión por lo que se explica la gran variedad de antenas en uso aunque todas se basan en algún sistema de los que se describen a continuación.

### TEMA 18-2.1 ANTENA ISOTRÓPICA

Debemos aclarar ante todo que un radiador isotrópico es una antena ideal, donde la radiación se efectúa desde un punto en forma omnidireccional. Hecha esta aclaración podemos estudiar los comportamientos de una antena ideal isotrópica.

Si suponemos un radiador puntual colocado en el centro de una superficie esférica (ver figura 8), el flujo total de energía radiada por el mismo en la unidad de tiempo pasa a través de esta superficie. Según la ley de Poynting, el flujo de energía que atraviesa un elemento plano ( $dF$ ), perpendicularmente a la superficie de dicho elemento será  $dP = (10/4\pi)\varphi\beta dF$  y si la superficie considerada es una zona esférica de anchura  $d\delta$ , su área será  $dF = 2\pi \times r^2 \times \sin \delta \times d\delta$  y el flujo de energía que atraviesa será  $dP = \frac{10}{4\pi} \times \varphi \times \beta \times (2\pi \times r^2) \times \sin \delta \times d\delta$ , sustituyendo en ésta fórmula los valores de  $\varphi$  y  $\beta$  e integrando el valor para toda la superficie esférica (desde  $\delta = 0$  hasta  $\delta = \pi$ ), obtendremos la potencia total radiada.

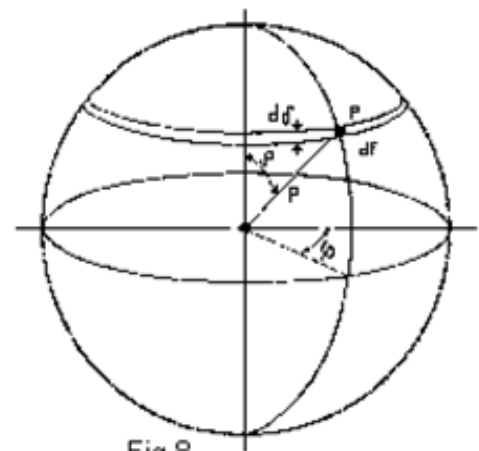


Fig.8

### TEMA 18-2.2 ANTENA FANTASMA

Es una buena práctica probar y ajustar los transmisores sin utilizar la antena de transmisión sino una antena fantasma. Esta consiste en una carga resistiva pura de un valor de 50  $\Omega$ , y por tal razón las lámparas de iluminación no son aconsejables ya que en radiofrecuencia por encima de 2000 kHz tienen una reactancia

considerable y su resistencia varía según la corriente que la atraviesa. Se puede hacer una adecuada carga de radiofrecuencia para valores de potencia de hasta 100 W, disponiendo en paralelo doce resistores de 600  $\Omega$  y que disipen cada uno como mínimo 10 W, esta antena fantasma provee una carga al transmisor de 50 ohm y una ROE de 1,05/1 que puede considerarse como ideal.

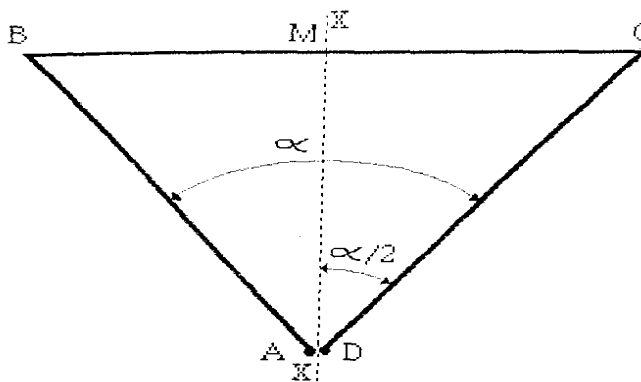
### TEMA 18-2.3 DIPOLOS EXTENDIDOS

La antena dipolo es la más empleada en los sistemas de HF y consiste en un hilo conductor, cortado al centro para colocar la línea de transmisión, cuya longitud total debe ser igual a media longitud de onda de la señal con que se está operando. En la medida que aumenta la frecuencia menor será la longitud del dipolo. El material empleado generalmente para la construcción de este tipo de antenas es el cobre y como se produce el denominado "efecto de puntas" para lograr la resonancia a la frecuencia de trabajo se debe acortar un poco la longitud del dipolo. Para conseguir la condición de resonancia a la frecuencia deseada se debe acortar un 5% la longitud total del dipolo y por tanto para efectuar el cálculo utilizamos la fórmula:  $L [m] = 142,5 / F [MHz]$ . Cuando hay adaptación entre transceptor, cable y antena la tensión en el dipolo es máxima en los extremos y mínima o casi nula en el centro por lo que deben colocarse muy buenos aisladores en los extremos para evitar pérdidas por la elevada tensión presente en las mismas. En cuanto a la corriente, por estar desfasada 90°, su distribución es tal que en el centro es máxima para decrecer en las puntas hasta hacerse nula. Otro aspecto importante de una antena dipolo extendida es su impedancia de aproximadamente 73  $\Omega$  pero que varía por el espaciamiento entre la antena y tierra ya que el valor especificado está dado cuando el dipolo se instala a una longitud de onda del suelo. Una antena dipolo situada entre 1/4 y 1/2 de longitud de onda del suelo posee una impedancia de 100  $\Omega$ . En banda de 80 metros (3,5 a 3,75 MHz) resulta muy dificultoso elevar el dipolo a una longitud de onda por lo que se aconseja que su altura con respecto al suelo sea 1/5 de longitud (aproximadamente 20 metros) donde su impedancia será de 50  $\Omega$  lo que permite alimentarla directamente con cable coaxial normal de 52  $\Omega$ .



### TEMA 18-2.4 ANTENA DELTA

Las antenas tipo delta permiten experiencias en las bandas de 10 y 15 metros ya que una parte interesante es su corto espacio longitudinal si bien su altura de montaje debe ser tal que el vértice inferior del triángulo debe encontrarse como mínimo a media longitud de onda de la tierra ya que de otra manera se ve afectado su ángulo de irradiación y su impedancia. La longitud total A-D es igual a una longitud de onda a la frecuencia central de diseño, la forma de la antena es un triángulo isósceles y este tipo de antena es una configuración intermedia entre un dipolo plegado y una línea de media onda. La impedancia de la antena delta se encuentra entre un cortocircuito y el valor de cuatro veces la impedancia de un dipolo simple o sea 288  $\Omega$ . Para el cálculo de la longitud del irradiante de esta antena de usarse la fórmula  $305 / F$ , con F en MHz y el resultado en metros. Para alimentar la antena con un coaxial de 50  $\Omega$  el ángulo  $\alpha$  debe ser menor de 20° pero con ello la irradiación resulta menor por lo que si usamos un balún relación 4:1 se puede dar al ángulo  $\alpha$  un valor de 90° y se logra un ajuste del ROE de 1,1:1.



A-D = L = Longitud total de la antena  
 B-C = H = Longitud parte horizontal  
 R = Impedancia en el punto de alimentación

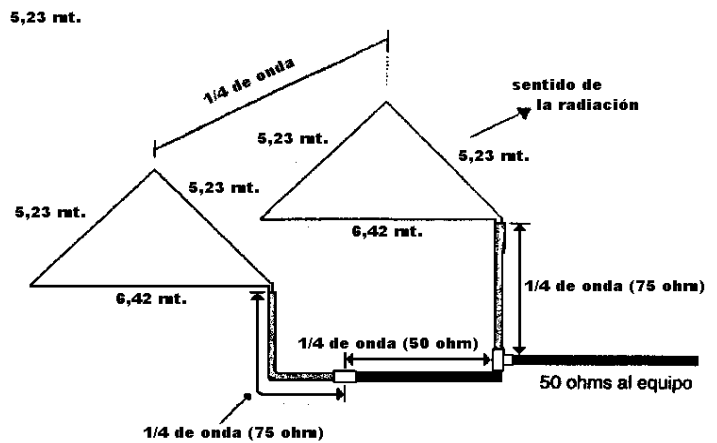
A-B = G = Longitud lado inclinado  
 F = frecuencia de resonancia en kHz.  
 $\alpha = Z =$  Ángulo del vértice

F	Z	Z/2	Sen(Z/2)	R	L	G	H
29.100	20	10	0,17	50	10,14	4,33	1,48
29.100	30	15	0,26	75	10,14	4,02	2,1
29.100	70	35	0,57	150	10,14	3,23	3,68
29.100	90	45	0,707	205	10,14	2,97	4,2
29.100	140	70	0,94	285	10,14	2,61	4,92

### TEMA 18-2.4.1 ANTENA DELTA ENFASADA PARA 17 METROS

Una variante para aumentar la ganancia es el enfasado de las antenas en lugar de que funcionen en forma parásita una de ellas. La densidad y altura de las capas ionosféricas en el hemisferio sur son de menor magnitud y por tanto la propagación es inferior con respecto al hemisferio norte, esta antena de dos deltas enfasadas reduce mucho este problema.

Comience por colocar un alambre entre el extremo superior de dos torres de 24 metros, colocándole dos aisladores para evitar que resuene en la banda de 17 metros. La separación de las deltas es de 1/4 de longitud de onda (4,15



m o sea 90° eléctricos) y cada una está alimentada por un extremo para tener polarización vertical y su impedancia de 100 Ω adaptada con una línea de 1/4 de onda de coaxial de 75 Ω. El enfasado se realiza con una línea de 1/4 de longitud de onda de coaxial de 50 Ω, según se observa en el dibujo, para producir otros 90° de desfasaje en la alimentación de una de las deltas. Es importante que las longitudes de 1/4 de onda verdaderamente lo sean, dado que de no ser así el valor de la ROE no llegará a 1:1. Para ello se podrán medir las líneas con un medidor por mínima o con un puente de ruido a partir de la conocida ecuación  $75/\text{MHz} * 0,66$ , la longitud dependerá, fundamentalmente, de las características del dieléctrico del coaxial pudiendo variar en el orden del 20 % del valor obtenido por la ecuación, por lo tanto será conveniente cortar el cable más largo y luego medirlo con el instrumento.

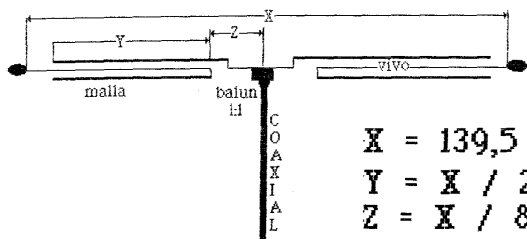
En un caso la longitud de las líneas de 75 Ω resultó de 3,27 m (RG11) cada una y la de 50 Ω de 2,52 metros (RG-213). La antena objeto de este tema fue comparada con otra de alambre largo (con mejor ganancia que un dipolo en la dirección del alambre) resultando en todos los casos una mejora en la ganancia de unos 6 dB, comparable a una Yagi monobanda de tres elementos. La antena está calculada para 18,140 MH., el Q es suficientemente bajo para cubrir toda la banda con ROE de 1:1.

## TEMA 18-2.5 ANTENAS BANDA ANCHA (BAZOOKA) PARA HF

Este tipo de antenas puede utilizarse en cualquiera de las bandas y su gran ventaja es la de permitir un gran desplazamiento hacia ambos lados del punto de resonancia con un aumento muy pequeño del ROE y un gran rendimiento tanto en transmisión como en recepción.

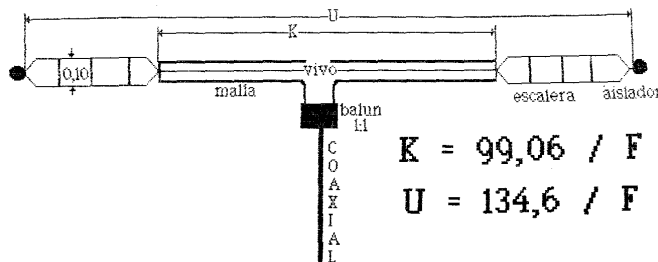
Para la fabricación de estas antenas se utiliza cualquier coaxial pero siempre debe ser de 50  $\Omega$  y deben respetarse al máximo las medidas físicas que den las fórmulas.

### DIPOLO EXTENDIDO IMPEDANCIA 50 OHM

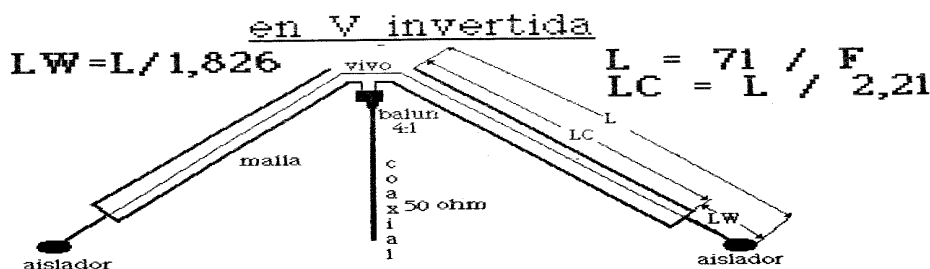


$$\begin{aligned} X &= 139,5 / F \\ Y &= X / 2,81 \\ Z &= X / 8,73 \end{aligned}$$

### CON ESCALERA IMPEDANCIA 50 OHM



$$\begin{aligned} K &= 99,06 / F \\ U &= 134,6 / F \end{aligned}$$



## TEMA 18-2.6 DIPOLOS V INVERTIDA

Se las denomina así por parecer una V sustentadas por su vértice. Los dipolos V invertida cumplen las mismas funciones que los dipolos extendidos, pero permiten su instalación en espacios más reducidos. Su rendimiento es menor que los dipolos extendidos y debe tratarse en lo posible de que sus extremos se encuentren ubicados como mínimo a 2 metros de altura sobre el nivel de techo y el ángulo de abertura de la V debe estar comprendido entre 80° y 120° dependiendo de la frecuencia o banda en que la haremos funcionar. La impedancia característica de estas antenas es de 75  $\Omega$  pero puede, variando el ángulo de abertura, lograrse impedancias del orden de 52  $\Omega$ .

## TEMA 18-2.7 ANTENAS INCLINADAS

Es un dipolo montado en un ángulo variable entre 40° y 60° con respecto a la tierra y con su polo positivo en la parte superior, hacia la punta del mástil, pero separado de este tanto como sea posible.

Su impedancia característica es de 300  $\Omega$  por lo que debe intercalarse un balún adaptador 4:1 entre su centro y la línea coaxial de alimentación.

## TEMA 18-2.8 ANTENAS MULTIBANDAS

Los dipolos y las antenas verticales solo pueden emitir o recibir en la frecuencia para las cuales han sido diseñadas. Sin embargo, los radioaficionados tenemos asignadas varias frecuencias en distintas bandas que no guardan relación armónica entre sí luego de la redistribución del espectro radioeléctrico internacional realizado en 1979 por la ITU. Esto llevó a los radioaficionados a tener en algunos casos hasta nueve antenas y sus correspondientes cables de bajada. Una solución de compromiso consiste en armar una antena multibanda a partir de tantos dipolos como sean necesarios conectados en paralelo sobre una misma línea de transmisión. Una de las recomendaciones es que los extremos de los dipolos deben estar bien separados entre sí (mínimo 2 metros) para disminuir la interacción. El principal inconveniente de este sistema multibanda es su ajuste que debe realizarse empíricamente y su bajo coeficiente de rendimiento (aproximadamente un 63 %).

## TEMA 18-2.8.1

## ANTENA MONOPOLO PLEGADO

Antes de entrar en el tema, conviene hacer algunas aclaraciones. En primer lugar, esta es una antena que no es una novedad ni mucho menos. De todos modos, esta nota presenta algunas variantes sobre los modelos tradicionales y es el fruto de la experimentación práctica. Las antenas compactas para bajas frecuencias se caracterizan por su baja resistencia de entrada, alta reactancia, alto Q y baja eficiencia en la irradiación. Además de este triste panorama, las antenas compactas requieren ser ajustadas para compensar la reactancia y convertir la resistencia de entrada en un valor compatible con el transmisor. Desafortunadamente, en la mayoría de los casos, el sistema de adaptación introduce inevitablemente pérdidas adicionales; como resultado, el rendimiento de las antenas compactas para baja frecuencia deja mucho que desear.

**ANTENA LATIGO PARA BAJA FRECUENCIA:** el tamaño requerido de una antena eficiente representa un problema para aquellos aficionados que no disponen de un espacio suficiente y que están rodeados por líneas eléctricas, telefónicas, de vídeo, etc. En muchos casos, la única dirección posible para una antena de 80 o 160 metros es derecho hacia arriba. La operación móvil presenta similares problemas, con el agravante de que su altura está limitada a algo así como 2,5 metros. Estas antenas látigo no se destacan por su eficiencia. La resistencia de entrada de una simple antena de látigo baja rápidamente en la medida que su largo es acortado por debajo de un cuarto de longitud de onda (figura 1). Un látigo ordinario de un cuarto de onda tiene una resistencia de entrada cercana a los 32  $\Omega$  con una reactancia mínima.

A un largo de 0,2 longitud de onda, la resistencia de entrada baja a cerca de 20  $\Omega$  y la reactancia sube a 200  $\Omega$ . Cuando el largo es reducido a 0,1 de longitud de onda (cerca de 8 metros) la resistencia de entrada es de solo 4  $\Omega$  y la reactancia disparada a cerca de 600  $\Omega$ . Peor todavía, el látigo móvil de 2,5 metros tiene una resistencia de entrada de menos de 0,4  $\Omega$  en 40 metros y menos de 0,1 ohm en 80 metros. En cada caso, la reactancia es extremadamente alta, de 1000  $\Omega$ , y como la resistencia de entrada es extremadamente baja, una considerable cantidad de corriente puede circular hacia la antena, pero poca es la potencia que se disipa como radiación. Con el objeto de conseguir esto, la reactancia debe ser eliminada agregando reactancia positiva (inductiva) equivalente, en la forma de una bobina de carga regulable, que permita ajustar el sistema de antena hasta su resonancia.

La bobina de carga o sistema de ajuste agrega las pérdidas de la bobina a la de la antena. Unido a una bobina de alto "Q" (digamos 300 o similar), la resistencia de RF de la bobina es de 20 a 200 veces la resistencia de entrada de un látigo corto y, como resultado, la mayor parte de la potencia del transmisor calienta la bobina en vez de incrementar la señal en el receptor del correspondiente.

Es común una eficiencia del 0,5 al 2% en un sistema de antena de instalación móvil, pero en una antena látigo cargada puede esperarse una eficiencia del 5 al 10%. La antena mini monopolo plegado fue desarrollada en un intento de obtener una porción de la transformación de impedancia dentro de la antena misma, eliminando las habituales altas pérdidas de los sistemas de ajuste.

Se trata simplemente de la mitad de un dipolo plegado de  $\frac{1}{2}$  onda, trabajando contra un sistema de tierra como se muestra en la figura 2.

Los mini monopolos plegados de menos de un cuarto de onda de altura han sido probados en las regiones de baja frecuencia de 1,8 a 7 MHz con la intención de desarrollar un sistema de antena de relativa eficiencia y de un tamaño razonable. La impedancia de entrada de un mini monopolo plegado ha sido medida en un modelo de VHF y se muestra en la figura 3. Tanto los componentes resistivos como reactivos de la impedancia de entrada varían agudamente cuando se modifica la relación altura-longitud de onda.

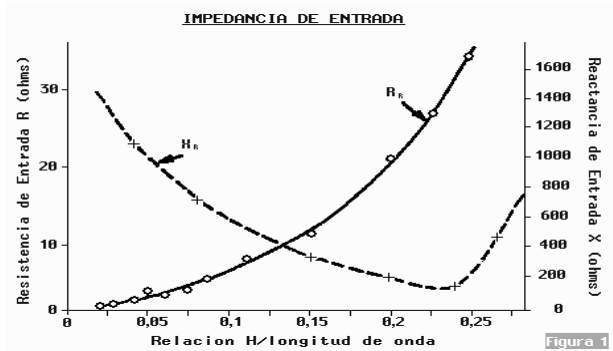


Figura 1

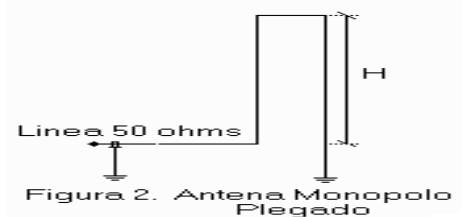
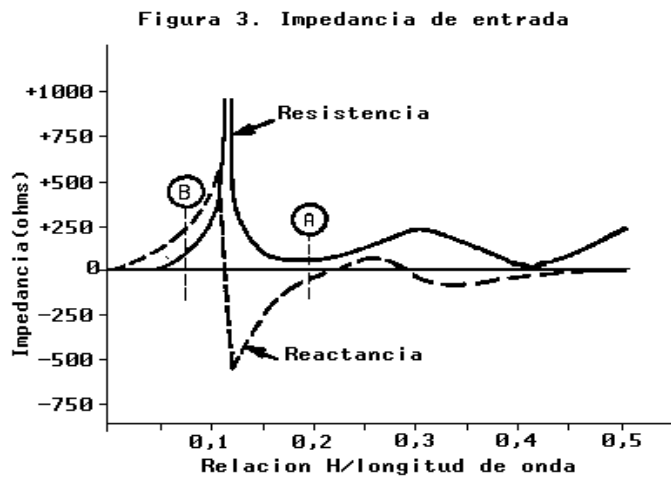


Figura 2. Antena Monopolo Plegado

Las curvas muestran varias combinaciones interesantes de entrada que existen a alturas discretas. En un mini monopolo plegado de una altura de 0,19 longitud de onda (figura 3, punto a) la resistencia de entrada es alrededor de  $50 \Omega$ , con una reactancia de  $50 \Omega$ . Estos valores son razonables para alimentar directamente con línea de  $50 \Omega$  sin sistema de adaptación, y la ROE estar cerca de 1.5:1, lo que no está nada mal para una antena sencilla. En la frecuencia central de 3,8 MHz el monopolo requiere una altura de cerca de 16 metros. Todavía es posible construir un mini monopolo plegado más compacto, de 0,075 longitud de onda de altura (figura 3, punto B).



La resistencia de entrada de esta antena es de aproximadamente  $50 \Omega$  con una reactancia de  $+150 \Omega$ . La reactancia positiva puede ser eliminada fácilmente con el agregado de un condensador variable en serie. Afortunadamente, el condensador variable tiene mucha menos pérdida resistiva que la mejor bobina de carga o el mejor sistema de ajuste. Para un centro de frecuencia de 3,8 MHz, el mini monopolo de 0,075 longitud de onda mide sólo cerca de 6,25 metros de altura. Esta versión de monopolo es interesante para trabajar en la banda de 160 metros. Para la porción inferior (1,8 a 1,85 MHz) la altura de la antena es de 13,50 metros.

**MINI MONOPOLO DE 0,19 LONGITUD DE ONDA:** esta antena cuyas dimensiones para 40, 80 y 160 metros se muestran en la figura 4, presenta una razonable adaptación para una línea de  $50 \Omega$  se puede adaptar con precisión la línea de transmisión con un medidor de ROE y el agregado de una pequeña bobina de carga ajustable. En tanto que una altura de 30 a 35 metros es imposible para la banda de 160 metros, se puede apreciar en la figura 3 que la antena puede ser más corta que las dimensiones dadas en la figura 4, hasta 0,15 longitud de onda, sin afectar apreciablemente los resultados. Sólo es necesario agregar inductancia a la bobina de sintonía (L) para compensar la altura restringida. Se sugiere una altura mínima de 24 metros para operar en la banda de 160 metros y la mitad para 80 metros.

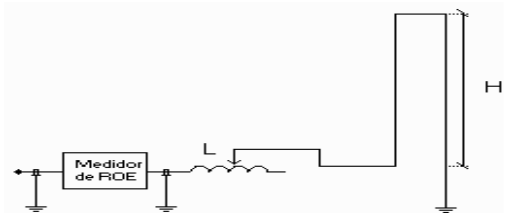


Figura 4. H = 0,19 Longitud de onda

**MINI MONOPOLO DE 0,075 LONGITUD DE ONDA:** esta es una antena muy interesante, cuyas dimensiones se ofrecen en la figura 5. El gráfico de la figura 3 muestra que esta antena presenta un componente inductivo en los terminales de entrada, el que puede ser eliminado con una capacitancia en serie.

Para 160 metros la altura mayor es de 13 metros o menos y para 80 metros de sólo 6 metros o menos. Debido a que su altura para 40 metros es de sólo 3 metros, es posible su uso para operaciones móviles.

El capacitor en serie puede ser del tipo de transmisión con un moderado nivel de potencia, porque el voltaje es alto.

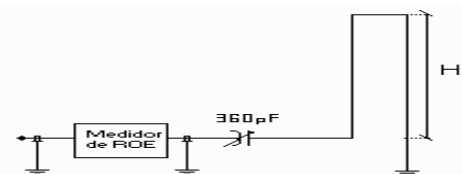


Figura 5. H = 0,075 Longitud de onda

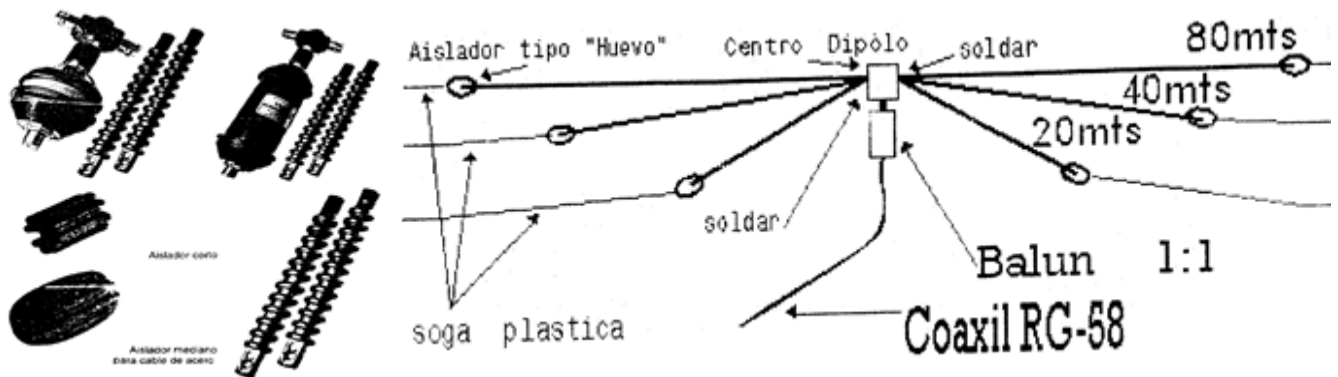
**CONSTRUCCION DE LA MINI MONOPOLO:** como con cualquier otra antena, se debe tener cuidado en la construcción del mini monopolo, ya que de lo contrario se pueden perder sus ventajas. Las versiones de 160 y 80 metros pueden ser construidas en tubo de aluminio. Los tubos paralelos deben ser unidos en el extremo superior con un vínculo de baja resistencia (una cinta de aluminio de 2,5 cm es lo mejor). El espaciado entre los tubos no es crítico, pero debe estar en el orden de los 40 centímetros porque un espaciado muy cercano puede inhibir la operación de la antena y si la separación es de pocos centímetros puede producir resultados erráticos. Es imprescindible realizar conexiones de baja resistencia entre las secciones de la antena y se recomienda el uso de algún protector antióxido. Se requiere también una buena tierra. En ambas versiones se pueden utilizar múltiples barras de tierra o un sistema simple de contraantena que puede ser hecho de dos o más cables aislados (el cable eléctrico común es satisfactorio) de un cuarto de onda corriendo cercanos a la tierra, pero no sobre



ella. La antena es sintonizada ajustando el capacitor en serie o el inductor para lograr la mínima ROE en la línea de transmisión.

## TEMA 18-2.8.2 ANTENA TRIPLE DIPOLO EN MOÑO

Esta antena está diseñada para 80, 40 y 20 metros y los motivos que llevan a seleccionarla para este libro, entre otras cosas, es su fácil construcción, su economía en el armado y su simpleza en el uso debido a su única bajada de  $52 \Omega$  de impedancia lo que permite cambiar de banda en el transceptor sin cambiar de antena. Todos los manuales informan que el cálculo de este tipo de antena se efectúa con la fórmula  $L = 142,5 / F$  siendo L el largo del irradiante de media onda y F la frecuencia de resonancia en MHz.



Sólo en la banda de 80 metros el cálculo es correcto ya que en 40 y 20 metros la antena queda corta y éste problema hizo que teniendo como parámetro la frecuencia en donde hay una ROE 1:1 se recalcularon los largos de los irradiantes para las bandas de 40 y 20 metros y luego de prolongar los dipolos con error la antena funcionó en las frecuencias elegidas.

Las fórmulas para utilizar para el cálculo son las siguientes:

80 metros	$L = 142,50 / F$
40 metros	$L = 150,66 / F$
20 metros	$L = 154,21 / F$

Como puede observarse la constante varía entre las tres bandas y al ser cada vez más grande se alarga cada dipolo. El dipolo de 80 metros es el que soporta mecánicamente al conjunto y para tensarlo es conveniente utilizar alambre galvanizado, para los otros dipolos se debe utilizar soga de plástico y deben quedar lo suficientemente flojas como para permitir que los dipolos formen el ángulo que se muestra en la figura. Para evitar que con el viento los dipolos se enreden entre sí es conveniente colocar a pocos centímetros del centro de antena unos aisladores de acrílico como separadores de los dipolos. Debe tenerse en cuenta que esta antena resuena perfectamente en las tres bandas donde fue calculada, pero además funciona aceptablemente en la banda de 15 metros (múltiplo de 40 metros) y con el agregado de un sintonizador que permita bajar la ROE funciona con excelentes resultados para DX en la banda de 10 metros (múltiplo de 20 metros).

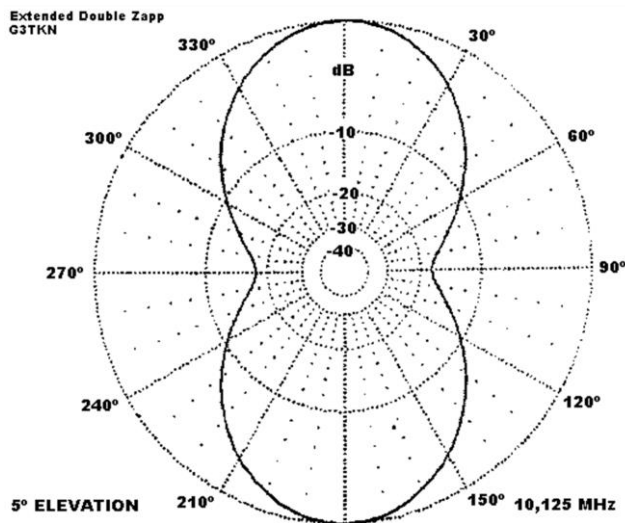
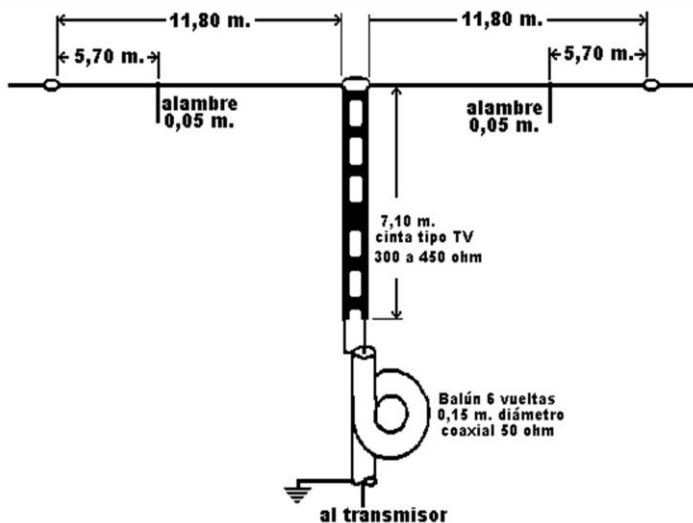
Los materiales necesarios son: un centro de antena, un balún relación 1:1, seis aisladores de porcelana tipo huevo, setenta y cinco metros de cable de cobre desnudo, alambre galvanizado en cantidad necesaria, soga plástica en cantidad necesaria, veintisiete metros de cable coaxial y dos conectores para coaxial.

### TEMA 18-2.8.3

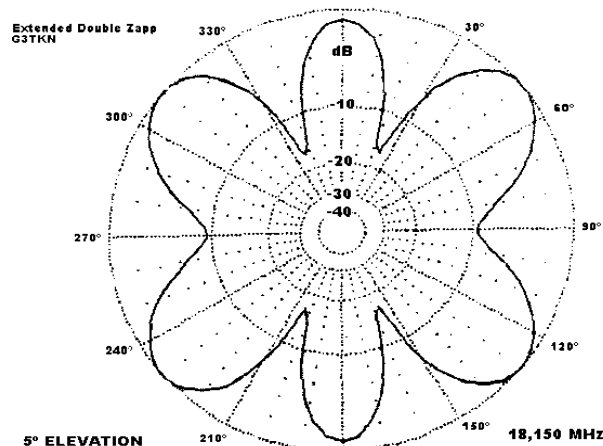
### ANTENA TRIBANDA PARA 12, 17 Y 30 METROS

En este texto y figuras se describe una barata y fácil forma de operar las 3 bandas nuevas y si la instalamos lo suficientemente desplazado del suelo, no necesita un sintonizador de antena. El diseño original es de V.C. Lear, G3TKN y está descrito en el diagrama. Básicamente es un dipolo con bajada abierta. El largo de la mitad del dipolo más una mitad de la línea abierta de bajada es igual al 5/8 de onda de 10,15 MHz, muy cerca de 7/4 de onda para 24,95 MHz y razonablemente cerca de 5/4 de onda de 18,10 MHz.

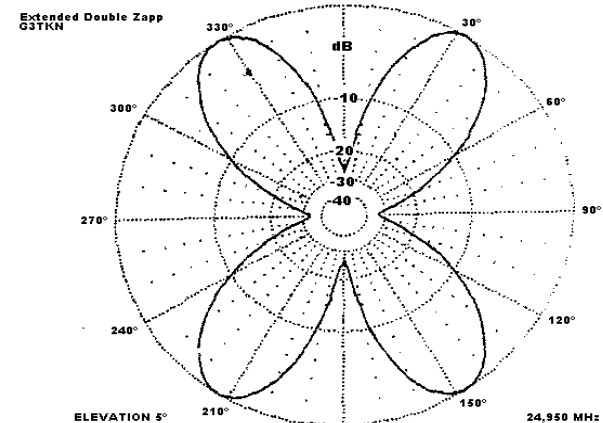
En 10 MHz la antena opera como 2 medias ondas en fase proveyendo el siguiente patrón de radiación y su ganancia es de 0,75 dB por sobre el dipolo.



En 18 MHz la antena es de cerca de 3 medias ondas, alimentadas al centro con 0,5 dB de ganancia sobre el dipolo y el stub actúa como un transformador con relación 1 a 1 el patrón que es el que se muestra.



En cuanto a 24 MHz, cada brazo de antena es próximo a 1 longitud de onda y los alambres de carga darán la resonancia en la banda. Los alambres están ubicados en puntos de alta impedancia para 24 MHz coincidiendo con puntos de baja impedancia para las otras dos bandas como resultado se minimiza el efecto para las otras 2 bandas. El patrón de radiación es el siguiente, en el cual su ganancia es de 1,7 dB en cada lóbulo.



La línea de bajada puede ser constituida en caso de utilizar cable de 450 Ω o 300 Ω. Para estos dos últimos cables el factor de velocidad es 0,9 y en caso de querer constituirla debe ser con una separación entre 5 y 10 cm y 7,65 metros de largo. Por último, cabe señalar que mucho depende la instalación en particular, y se recomienda instalarla lo más libre de objetos en su cercanía para obtener la mejor SWR.

## TEMA 18-2.9

## ANTENAS VERTICALES

La antena vertical es un dipolo común en posición vertical con una de sus ramas bajo tierra, pero se construye solo la rama que queda por encima de la superficie y de esta manera la imagen virtual que da la radiación recompone el dipolo total, pero la tierra debe ser muy efectiva con el objeto que la rama saliente y su imagen virtual se comporten como un dipolo real. Cuando se desea instalar una antena vertical en un mástil o torre, siendo imposible asegurarse una tierra perfecta deben colocarse una serie de conductores que se denominan radiales y se comportan como una tierra virtual (plano de tierra artificial). La longitud de una antena vertical es exactamente la mitad de un dipolo real por lo que la fórmula para su cálculo es  $L = 71,25/F$ , donde L es el largo en metros y F la frecuencia en MHz.

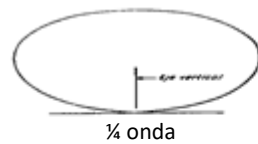
En la fórmula anterior ya hemos considerado el efecto de punta acortando el 5% la longitud del irradiante para lograr la condición de resonancia. En las antenas verticales la impedancia es aproximadamente de  $36 \Omega$  pero si se inclinan hacia abajo los radiales la impedancia aumenta a tal punto que con una inclinación de los planos de tierra (radiales) de  $30^\circ$  por debajo de la horizontal se consigue una impedancia de  $50 \Omega$ . La longitud física (L) de los radiales (cuando se instalan 3 o más de ellos) se calcula por  $L = 72/F$  con L en metros y F en MHz.

En los automóviles la carrocería hace de plano de tierra (principalmente en VHF) y por tanto no son necesarios los radiales. Las antenas verticales irradian igual en todas direcciones (omnidireccionales) con un ángulo de  $30^\circ$  lo que las hace muy ventajosas para algunas bandas.

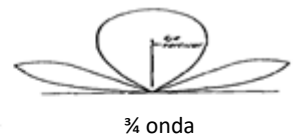
### TEMA 18-2.9.1

### TEORÍA SOBRE ANTENAS VERTICALES

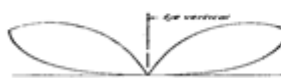
El rendimiento de una antena cualquiera está determinado por la relación existente entre la potencia con que se la alimenta y la que irradia en una determinada dirección y esa dirección está dada no solamente por el lugar hacia donde apunta la antena, sino también por el ángulo vertical de irradiación sobre la horizontal que tiene la onda emitida y esto último resulta muy importante debido a que casi todos los QSO que



1/4 onda



3/8 onda

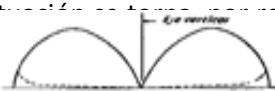


1/2 onda

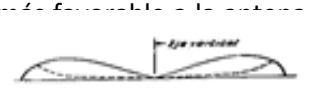


onda completa

se efectúan en frecuencias entre 160 metros y 10 metros son realizados mediante la onda ionosférica y así, por ejemplo, las ondas provenientes de Europa y de América del Norte o Central arriban, en la banda de 40 metros con ángulos que varían entre  $10^\circ$  y  $35^\circ$ , en la banda de 20 metros los ángulos van entre  $6^\circ$  y  $17^\circ$  y en la banda de 10 metros el ángulo es casi siempre de  $9^\circ$ . Ahora bien, para que una antena horizontal exhiba el ángulo más bajo debe tener una altura sobre el plano de tierra comprendido entre  $1/2 \lambda$  y  $1 \lambda$  lo que resulta en muchos casos impracticable y por tal razón son convenientes las antenas verticales. Observemos ahora los diagramas de irradiación en el plano vertical de antenas horizontales ubicadas a distintas alturas sobre el suelo. Comparativamente una antena vertical cuyo irradiante tenga altura entre  $1/4 \lambda$  y  $5/8 \lambda$  configurará un sistema irradiante eficiente con un bajo ángulo de irradiación vertical. Ahora los mismos diagramas para antenas verticales ubicadas a las mismas alturas que las horizontales vistas en los diagramas anteriores. En la banda de 80 metros, la antena vertical resulta superior solo para comunicados que superen los 1300 km. En la banda de 40 metros, si la antena horizontal está ubicada a 20 metros o más de altura no habrá diferencia con respecto a la vertical, pero si la altura de instalación es menor entonces la vertical será superior si el comunicado se realiza a más de 750 km. En la banda de 20 metros, la si



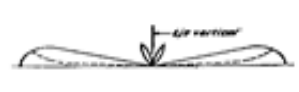
(a) 1/4 onda



3/8 onda



1/2 onda



onda completa

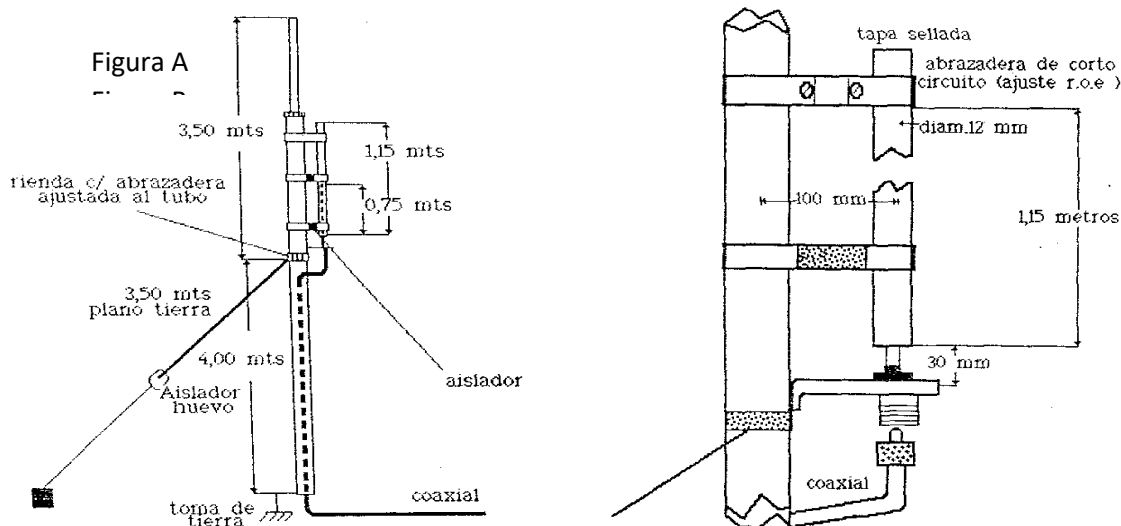
horizontal en distancias medias y cortas, pero c  
funcionará mejor salvo que la horizontal esté ubic  
último, en las bandas de 15 metros y 10 metros  
existen, pero si la horizontal se encuentra por e  
desempeño será superior. La mayor ventaja de u  
instalación, pero un irradiante de este tipo funcio  
cercanos (edificios, árboles, otras antenas, etc.)  
radiada y deformando el diagrama de campo irrac

(b)

En las antenas verticales asume capital importancia para su correcto funcionamiento el sistema de tierra ya que las antenas verticales funcionan de acuerdo con el sistema Marconi, esto es, que se las alimenta contra tierra en forma directa en un punto de baja impedancia y debido a la reflexión de la tierra aparenta ser de  $1/2 \lambda$ , siempre y cuando esta tierra sea de baja resistencia.

## TEMA 18-2.9.2 ANTENA VERTICAL PARA BANDA DE 15 METROS

Se trata básicamente de un dipolo vertical modificado para lograr una alimentación balanceada mediante una funda de cuarto de onda de tipo cónico formada por cuatro radiales de cobre o hierro y esta disposición permite poner íntegramente la antena a tierra. Su alimentación puede realizarse mediante una línea coaxial de  $50 \Omega$  y la adaptación de impedancia se logra mediante un gamma match y la anulación de la reactancia inductiva mediante la reactancia capacitiva que forma el trozo de coaxial alojado en su interior (al que previamente se le retiró la vaina exterior y la malla). Así se logra una relación ondas estacionarias muy baja sobre un ancho de banda que excede la autorizada para 15 metros. Otra ventaja de esta antena es su puesta a tierra con lo que se protege el transceptor de cualquier efecto de electricidad estática o tormentas eléctricas, además el tramo de coaxial de adaptación aísla completamente la antena del coaxial de alimentación al transceptor. La antena se construye básicamente con un tramo de tubo de aluminio de 25 mm de diámetro como mínimo y una pared de 1,5 mm como base de la antena y un tramo adicional telescópico que permite completar la longitud. La unión de los tubos se realiza por encastramiento y es conveniente colocar una abrazadera que permita una buena conexión eléctrica y mecánica entre ellos. Las dimensiones no son críticas ya que un pequeño desplazamiento del cortocircuito de unión entre el gamma y la antena permite lograr la mínima ROE dentro de la banda, pero con las dimensiones especificadas se logra una relación 1,25:1 en las puntas de banda. Los radiales se pueden construir con cable de cobre (7 x 0,80 mm) o con alambre de hierro galvanizado de 2 mm de diámetro y una abrazadera permite la conexión de éstos a la antena y en los extremos se colocan aisladores tipo huevo que realizan la aislación de los radiales de tierra y asimismo permiten el soporte mecánico de la antena bajo cualquier condición de viento. Las dimensiones mecánicas están especificadas en la figura A y los detalles del gamma y la conexión del coaxial en la figura B. Es conveniente practicar una perforación al tubo de soporte tanto en su base como en la parte media con el fin de que el coaxial de alimentación corra por dentro del tubo soporte de la antena ya que esto permite la formación de una especie de balún que evita cualquier corriente espuria fuera de la malla del coaxial. Debe tenerse precaución con la humedad por lo que la parte superior del gamma debe sellarse perfectamente. También es conveniente colocar una conexión de tierra en la parte inferior del tubo de soporte que oficia de descarga estática, pero no es necesaria para el buen funcionamiento de esta antena.



### DATOS ACLARATORIOS DE LA ANTENA VERTICAL PARA 15 METROS:

- Ajustada en este diseño para 21.200 kHz con ROE = 1,12:1
- Longitud caño del gamma 1,15 metros
- Longitud coaxial modificado dentro del gamma 0,75 metros
- Separación entre gamma e irradiante 0,10 metros

## TEMA 18-2.9.3 SENCILLA ANTENA PARA VHF-UHF

El diseño propuesto es una J bibanda la que mejorará mucho la señal en las dos bandas respecto a la antena de fábrica de un handy, es simple y que tiene las siguientes características:

- Un R.O.E. de 1,7:1 o mejor aún en 2 metros y menos de 1,9:1 en banda de 70 cm.
- Fácil instalación ya que puede ubicarse en cuestión de segundos o almacenarla en un espacio no mayor que el de un libro.
- Esta antena se construye en 30 minutos usando cable plano de TV y cable coaxial y el ROE fue medido en la línea de alimentación lado equipo y la impedancia es de 50 Ω.

La antena J es polarizada verticalmente con dos elementos el irradiante y el stub de adaptación y a pesar de que el irradiante y el stub son tres cuartos y un cuarto de la longitud de onda, esta antena opera como si fuera media onda con alimentación en su extremo.

Las longitudes de los dos elementos se calculan por las siguientes fórmulas:

$$L_{3/4} = \frac{22480 \times V}{F} \qquad L_{1/4} = \frac{7484 \times V}{F}$$

Donde:  $L_{3/4}$  es la longitud radiante de tres cuartos de onda en cm

$L_{1/4}$  es longitud stub de un cuarto de onda en cm

V = el factor de velocidad en el cable plano de TV

F = la frecuencia de diseño en MHz

El cable de cobre tiene un factor de velocidad aproximado de 0.93, mientras el cable plano de TV tiene un factor de velocidad de 0.81 a 0.85 dependiendo del fabricante. Si no está seguro del cable por usar, tome 0.85 como factor de velocidad. No es problema si resulta demasiado alto. Lo podrá compensar ajustando la antena (es mejor para la antena ser demasiado larga y no demasiado corta). Por ejemplo, usando un cable de TV con un factor de velocidad de 0,83, para 146 MHz las longitudes son aproximadamente 1278 mm para el irradiante de tres cuartos de onda y 425,5 mm para el stub de un cuarto de onda.

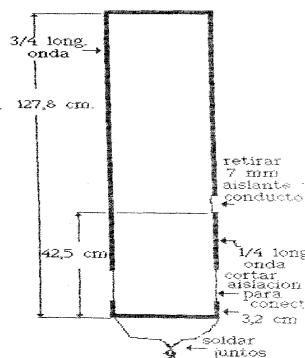


Figura 1

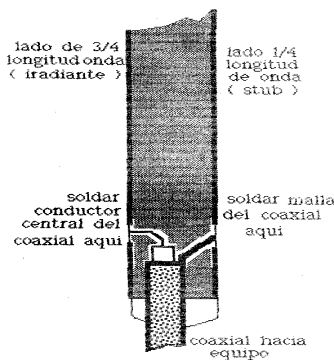


Figura 2

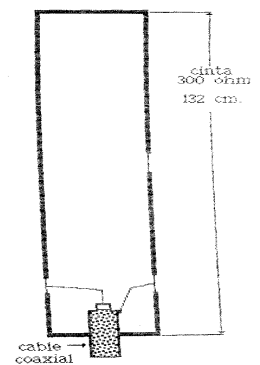


Figura 3

**CONSTRUCCIÓN:** comience con aproximadamente 1,5 metros de cable plano de TV de 300 Ω y con 1,8 metros de cable coaxial de 50 Ω (ver figura 2) con un conector apropiado. Inicie pelando aproximadamente 13 mm de la aislación en un extremo del cable plano de TV (figura 1). Suelde los dos cables expuestos entre sí, ésta es la parte inferior de la antena, a continuación, mida 32 mm desde los cables soldados juntos y remueva la aislación del cable plano para exponer de 3 a 6,5 mm de cable en ambos lados. Tenga cuidado de no marcar o cortar estos cables. Ellos son su punto de conexión para la línea coaxial de alimentación. Ahora está listo para medir y cortar los elementos de la antena.

En un lado del cable plano mida 1278 mm desde el centro de la zona de cable expuesto y corte el cable plano (ambos conductores). Este lado del cable plano es el irradiante de la antena J. En el conductor opuesto del cable plano mida 425,5 mm desde el centro de la zona de cable expuesto y a partir de allí remueva cuidadosamente 7 mm del conductor (remover conductor y aislante). Este es el stub de adaptación de un cuarto

de onda. Dedíquese ahora al cable coaxial y pele el extremo sin conector. Separe y exponga el conductor central de la malla de blindaje. Conecte el coaxial al cable plano soldando el conductor central al elemento más largo de la antena J y la malla al más corto de los dos elementos. Suéldelos en la zona donde previamente removió la aislación dejando expuestos ambos conductores (ver figura 3). Aplique generosamente sellador siliconado resistente a la intemperie en el coaxial expuesto para prevenir que la humedad se introduzca en la línea. Ahora fije con cinta el coaxial al cable plano para aliviar los esfuerzos mecánicos en los puntos de soldadura. El spaghetti termocontraible es adecuado para esta aplicación.

**AJUSTE:** cuelgue su antena J verticalmente haciendo un pequeño agujero en la parte superior del plástico separador y atando un nylon de pescar o similar teniendo cuidado de mantener la antena separada de estructuras metálicas que podrían desintonizarla. Usando un medidor de ROE de cierta precisión vaya cortando la longitud de los elementos hasta obtener una relación de 1:1 o lo más cercano que logre siempre cortando tramos muy pequeños por vez. Recuerde cortar en una relación 3 a 1 para mantener las proporciones de tres cuartos de onda a un cuarto de onda. Si corta 2 mm del stub de un cuarto de onda deberá cortar 6 mm del irradiante de tres cuartos de onda. Debemos aclarar que este diseño puede producir acoplamiento de RF a la línea coaxial de alimentación y para evitar esto, pueden colocarse cuentas de ferrita al coaxial en el punto de alimentación. Otra alternativa es usar 3 a 5 vueltas de coaxial (25 a 50 mm de diámetro) para crear un choque de RF. La figura 4 muestra las mediciones de ROE en 2 metros. Como puede ver, la antena demostró un ROE bastante baja en casi toda la banda de 2 metros. En ningún punto excedió de 1,7:1 y se obtuvo resultados levemente superiores, pero usables en la banda de 70 cm.

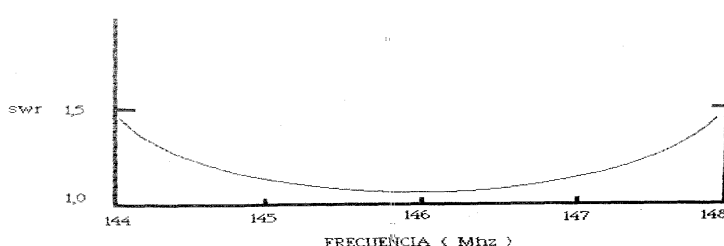
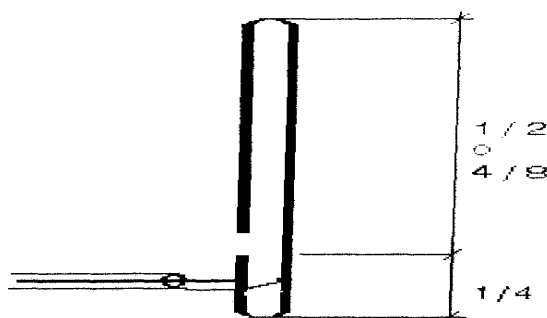


Figura 4

**RESUMEN:** esta antena nunca reemplazará a una direccional o a una vertical de tamaño completo ubicada a 10 metros, pero esta ofrece relativamente buen rendimiento para un mínimo de materiales, tiempo, y esfuerzo. Un encapsulado permanente resistente a la intemperie puede obtenerse montando la antena dentro de un tubo de PVC con tapa en la punta superior. El tubo de PVC puede montarse en el tope de un mástil o similar. Puede perforar un pequeño agujero en el lado para pasar el coaxial, solo asegúrese de sellarlo luego. El PVC protegerá la antena. Si vive en una zona donde no puede colocar antenas externas cuélguela en el altillo.

## TEMA 18-2.9.4 LA ANTENA J-POLE

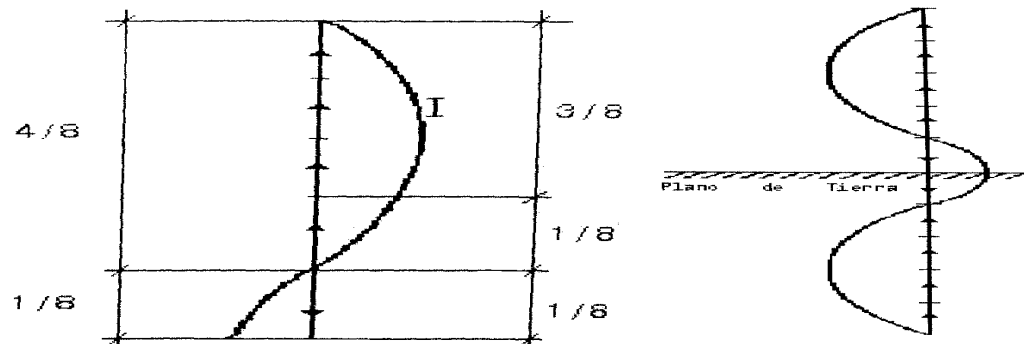
La antena tipo J es un dipolo de media onda acoplado por un extremo en alta impedancia, por medio de un tramo en U de  $\frac{1}{4}$  de onda de longitud (ya doblado), que también es resonante a la frecuencia de trabajo. Tanto el irradiante de media onda como el tramo acoplador de un cuarto de onda son resonantes y se debe ir con cuidado pues hay que ajustar cada uno a la frecuencia de trabajo para garantizar una ROE mínima y su adaptación al cable coaxial a usar. El ajuste se realiza desplazando el coaxial alimentador a lo largo de la U de un cuarto de onda, que es resonante a la frecuencia y por tanto presenta una impedancia resistiva entre dos puntos simétricos cualesquiera de cada rama, debiéndose tener presente que, si nos acercamos hacia las puntas de la U, la resistencia sube rápidamente y si bajamos hacia el fondo, la resistencia disminuye hasta el valor cero (cortocircuito). Si surge algún problema de forma que la ROE mínima no sea 1,05: 1 se debe pensar que falla la resonancia de alguno de los componentes de la antena, pero es mejor tocar solamente uno de ellos y es aconsejable la de un cuarto en U, recortando la punta libre hasta encontrar la resonancia definitiva.



## TEMA 18-2.9.5

## TEORÍA SOBRE ANTENAS DE 5/8

Lo que da ganancia y mayor directividad a las antenas en relación con un dipolo es que tengan una mayor longitud irradiante con la misma corriente en fase que la media onda. ¿De dónde viene entonces la ganancia de la 5/8 con respecto al dipolo? El único medio para que una antena de 5/8 de onda físicos, o sea 3/8 reales irradiando en fase, se comporte mejor que un dipolo de media onda es teniendo en cuenta el efecto de un plano de tierra conductor debajo de la 5/8 (en su base), plano que ayuda con su reflexión a bajar el ángulo de irradiación de ésta antena, pero debe descartarse que el mismo efecto se consiga con dos o tres radiales, pues éstos se comportan como contra antena eléctrica y no sirven de plano reflector, lo que refuerza que esta antena no debe utilizarse fuera del contexto de un móvil metálico o directamente sobre un techo, debiendo evitarse su uso en otros lugares. El precio que se debe pagar por mejorar el ángulo de irradiación de una 5/8 es que la antena no es resonante y hay que adaptar la impedancia a la del cable coaxial de alguna forma artificial para conseguir hacerla resistiva. Una de las formas posibles, es añadirle en su base un trozo de coaxial cortocircuitado que introduzca una reactancia igual y opuesta a la que genera la antena. Otra forma (la más usual) es instalar un circuito resonante, que es la combinación de la antena, una bobina y capacitor como lo son las de diseño comercial y que encontramos en el mercado, pero en la mayoría de los casos las pérdidas en las bobinas son enormes, a menos que sean un tubo en el aire, pero en el orden comercial no se tienen en cuenta estos factores y el resultado son productos que no dan los resultados esperados.

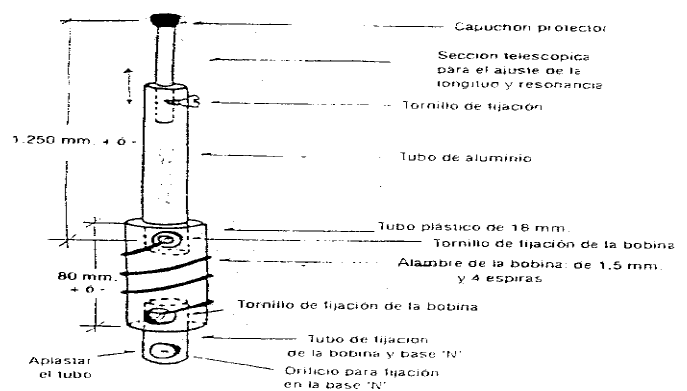


## TEMA 18-2.9.6

## ANTENA VERTICAL 5/8 PARA VHF

Si hay una antena que merece el calificativo de clásica en la banda de VHF es la vertical de 5/8 de longitud de onda ya que tiene cierta ganancia y reducidas dimensiones lo que la hacen ideal para uso móvil y también en estaciones base. La ganancia de la antena que se describe es aproximadamente de 3 dB con respecto a un cuarto de onda y sus dimensiones totales no llegan a sobrepasar tres cuartos de longitud de onda. Básicamente la antena consta de un elemento irradiante vertical, una bobina de carga y un plano artificial de tierra formado (para el caso de usarse como base) por cuatro a seis radiales de un cuarto de longitud de onda.

El punto de alimentación de esta antena presenta reactancia capacitiva por lo que debemos intercalar una bobina de carga para que la antena sea no reactiva y motivar que resuene como si fuera de tres cuartos de longitud de onda y además que su impedancia en el punto de alimentación sea 50 Ω. El ajuste de la resonancia se realiza por medio del elemento telescópico entrándolo o retirándolo según convenga. El total de materiales está explicado en los dibujos, pero debe hacerse una aclaración, deben sellarse con algún producto siliconado tanto la bobina como sus conexiones.



## TEMA 18-2.9.7

## ANTENAS LÁTIGO DE HF PARA MÓVILES

En frecuencias de HF la antena móvil de látigo es apreciablemente más corta de un cuarto de longitud de onda y cuando la longitud de la antena disminuye con respecto a la longitud de onda en que funciona, la resistencia de radiación disminuye bruscamente y por tanto se requiere algún sistema para adaptar impedancias entre antena y transmisor. Si el dispositivo de adaptación tuviese un rendimiento del 100 % la prestación de la antena de látigo sería favorable con respecto a la antena de longitud total. Sin embargo, la antena corta más un sistema imperfecto de masa en la instalación móvil hace que se tengan muchas pérdidas. Dependiendo de la longitud de la antena y de otros factores, la resistencia de radiación en una antena látigo puede ser tan baja como  $1 \Omega$  en 80 metros con una componente de reactancia capacitiva tan alta como 3500 ohm. Además de la resistencia de radiación deben ser tenidas en cuenta la resistencia de pérdida de la red de adaptación, la resistencia de pérdida de tierra ya que la suma de ambas es la componente resistiva total de la impedancia que aparece en la base de la antena. La resistencia de pérdida total es mayor que la resistencia de radiación. En la antena látigo de 80 metros la resistencia de radiación es de  $1 \Omega$ , la resistencia de la bobina de carga es de  $10 \Omega$  y la pérdida de tierra es de  $9 \Omega$ . El rendimiento total de radiación es:

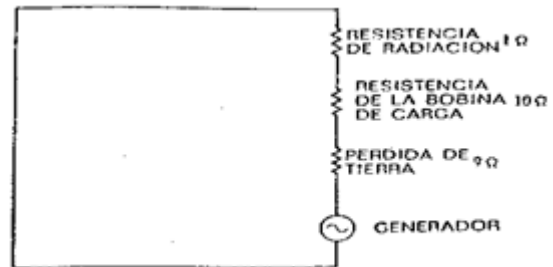


Figura A

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{resistencia de radiación}}{\text{resistencia total}} = \frac{1}{1 + 10 + 9} = \frac{1}{20} = 0,05 = 5 \%$$

Tener un 5% de rendimiento representa una pérdida de potencia del transmisor de aproximadamente 12 dB. A pesar de tan escaso rendimiento las antenas móviles de látigo se utilizan en las bandas de 80 y 40 metros para comunicaciones de corto alcance por onda terrestre. El rendimiento bajo de las antenas de látigo para HF en especial en bajas frecuencias requiere poner suma atención en todos los detalles de la instalación de la antena. La bobina de carga debe ser del Q más alto posible (300 o más) y todas las uniones de la antena deben ser de muy baja resistencia.

## TEMA 18-2.9.8

## ANTENA HELICOIDAL PARA 80 METROS

Como soporte del devanado helicoidal he elegido, en primer lugar, una varilla de fibra de vidrio de unos tres metros de longitud, pero también puede emplearse un soporte hecho con tubos de PVC encajando trozos de diámetros en disminución. El elemento irradiante es un hilo de  $6 \text{ mm}^2$  de sección y de 41 metros de longitud. Puede emplearse hilo de línea del que se utiliza en las instalaciones eléctricas. La varilla es uniformemente cónica, con un diámetro en la base de 5 cm y de 2,5 cm en la punta. Hemos de arrollar el hilo lo más uniformemente posible. Para tener una idea vamos a realizar unos cálculos sencillos:

- el diámetro promedio de la varilla será de  $(50 + 25)/2 = 37,5 \text{ mm}$
- la longitud de una espira será de  $37,5 \times \pi = 117,75 \text{ mm}$  que redondeamos en 118 mm
- el total de espiras que podemos hacer con 41 metros son  $41000/118 = 347,5$  que redondeamos en 348
- 

Para devanar este número de espiras a lo largo de la varilla, a cuya longitud de 3 metros le hemos de restar 15 centímetros para el apoyo, tendremos:  $2850/348 = 8,18 \text{ mm}$  de separación entre espiras. Primero, a unos 16 cm de la base hacemos una perforación de 6 mm; pasamos el extremo del hilo por él y dejamos una cola de unos 5 cm, después vamos girando la varilla y nosotros vamos ajustando el hilo a la separación que antes hemos determinado, más o menos. Llegando al final, ajustaremos el soporte de la aguja y conectaremos a él el extremo del hilo. Preparamos la placa de anclaje y sujetamos a ella el extremo más grueso de la varilla dejando libre la cola de hilo que anteriormente habíamos pasado por la perforación de 6 mm. Montamos el aislador y conectamos a él la cola del hilo. A este mismo punto conectaremos el vivo de la línea de alimentación, un coaxial de  $52 \Omega$ . La malla la conectaremos, con una arandela, a la abrazadera más próxima que sujeta el mástil. Este se ha de conectar a una buena tierra, esto es fundamental para que la antena funcione correctamente. El disponer



de un acoplador de antena facilitará mucho el rendimiento de la misma a lo largo de toda la banda, con él, también es posible hacerla resonar en el resto de las bandas de componente par, aunque con un rendimiento algo inferior.

## TEMA 18-2.9.9 ANTENA MONOPOLO PARA 160 METROS

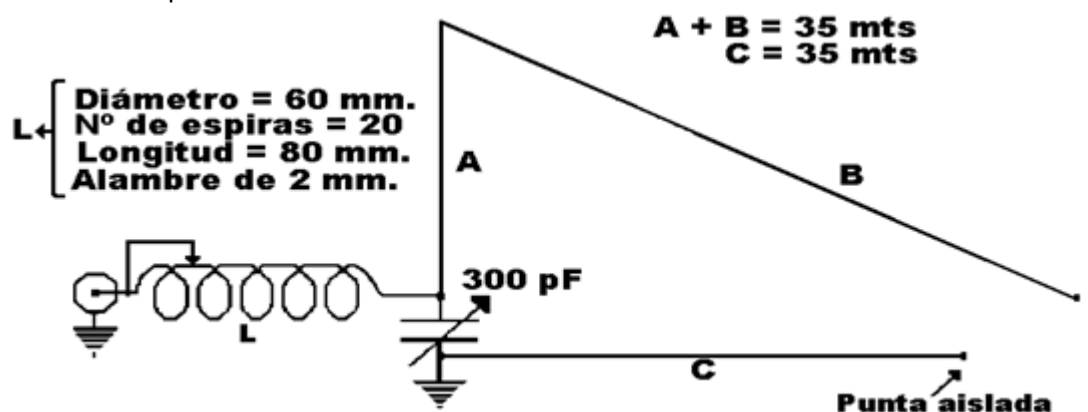
La banda de 160 metros siempre fue considerada una banda difícil por las dimensiones de la antena a utilizar, creo que el problema de fondo es no conocerla en su verdadera magnitud ya que teniendo en cuenta su modo de propagación el resto es una consecuencia. Sabemos que la propagación ionosférica depende de las distintas capas ionizadas en la alta atmósfera que a su vez depende del grado de actividad solar, pero los 1,8 MHz tienen la particularidad de propagarse en un porcentaje importante sobre la superficie de la tierra digamos que es una onda de superficie.

Durante las horas del día la existencia de la capa D, a unos 60 km de altura y de características netamente absorbentes para frecuencias de hasta 5 MHz. aproximadamente, imposibilita la propagación por reflexión ionosférica quedando solo la propagación por onda terrestre cuyo alcance se ve reducido por la mala conductividad del terreno y por las potencias utilizadas normalmente, el alcance en estas condiciones no suele superar los 50 km, pero con las primeras horas de la noche esta capa D desaparece permitiendo así la propagación ionosférica.

El retorno a la tierra de las señales de radio depende de lo que se conoce como frecuencia máxima utilizable (MUF) y es la frecuencia más alta capaz de refractar la capa ionizada. Esta MUF varía con el día del año, con la hora del día y con la época del ciclo solar. En épocas de máxima actividad solar la MUF suele superar los 60 MHz permitiendo operar mundialmente en la banda de 6 metros, mientras que durante la mínima actividad solar la MUF puede ser inferior a los 8 MHz durante las horas de la noche. Cuanto más cerca se esté trabajando de la MUF menor es la penetración de la señal de radio en ella y menor la absorción para frecuencias inferiores a 8 MHz ya que la onda tiene la particularidad de ingresar poco en la capa ionizada comportándose más como una reflexión que como una refracción.

A los efectos que la señal sea reflejada a la mayor distancia es necesario que el ángulo de irradiación sea lo más bajo posible y para lograrlo es necesario trabajar con la antena, pero debido a las dimensiones físicas de las antenas difícilmente se trabajará con más de media longitud de onda y desde el punto de vista práctico una antena de un cuarto de onda resultará muy adecuada.

Para que un dipolo horizontal tenga un ángulo de irradiación que comience a ser bajo es necesario que la altura respecto al plano de tierra sea del orden de media onda, un valor que para los 1,8 MHz resulta impracticable, por tanto, en esta banda se utiliza polarización vertical para tener bajo ángulo de irradiación. La intensidad de irradiación será mayor cuanto mayor sea la corriente que circula por la antena, la menor longitud de onda por la cual la distribución de corriente pasa de un mínimo a un máximo es la de un cuarto de onda o sea de 40 metros de alambre desnudo para la banda de 160 metros.



De la longitud total de un cuarto de onda, el punto de alimentación corresponde a un máximo de corriente y el extremo a un mínimo, es por ello por lo que desde el punto de vista práctico es conveniente que la parte vertical del irradiante sea la mayor posible a los efectos de obtener una mayor irradiación de polarización vertical. En una antena vertical de cuarto de longitud de onda el plano de tierra de radiofrecuencia debe ser excelente, en lo posible. Dicho plano es donde se refleja la antena imagen por lo tanto es de suma importancia,

si dicho plano es pobre se producirá una circulación de radiofrecuencia por todo el transmisor que en los puntos metálicos dará la sensación de que quema al tocarlos. En los terrenos naturalmente húmedos una buena jabalina pondrá en contacto eléctrico y de radiofrecuencia al entorno del irradiante vertical formándose este plano de tierra de radiofrecuencia pero en los terrenos rocosos y con arcilla lo más conveniente además de la jabalina es la colocación de una contraantena consistente en, por lo menos, cuatro radiales de cable aislado con los extremos también aislados como los rayos de una bicicleta debajo de la parte vertical de la antena sobre el piso y de una longitud de cuarto onda cada uno, todo esto de ser posible. Como esta contraantena resulta difícil de colocar trataremos de poner la mayor cantidad de radiales posibles tanto en cantidad como en longitud.

La sección vertical A debe tener la mayor altura posible y la longitud B caerá de dicha altura hasta unos tres metros del piso, como una de las ramas de una V invertida. Tanto el irradiante como el único alambre usado como contraantena son de cable aislado de 3 mm.

## **TEMA 18-3 ANTENAS DIRECCIONALES**

Si a una antena de media onda se le aproxima un conductor de dimensiones similares se observará que el campo electromagnético se modifica, en una zona disminuye y en la opuesta aumenta. Si el conductor que acercamos tiene mayor longitud que el dipolo (un 5% aproximadamente) será un reflector, pero si el conductor tiene menor longitud (un 4% aproximadamente) será un director.

El reflector reirradia la energía hacia el irradiante reforzando su campo electromagnético.

El director refuerza la señal del irradiante hacia él, pero produce a su vez un recorte en el ancho de banda de la antena. Utilizando un reflector y un director se obtiene una buena direccionalidad lográndose una mayor ganancia respecto al dipolo normal de media onda. Podemos aumentar la cantidad de directores y con ello aumentar la ganancia, pero debe tenerse en cuenta que a mayor cantidad de directores menor ancho de banda de la antena. El espaciado entre el reflector y el irradiante será aproximadamente entre 0,20 y 0,25 de la longitud de onda; mientras que la separación entre irradiante y director será de entre 0,14 y 0,17 de longitud de onda. La separación entre los distintos directores mantiene una constante entre 0,14 y 0,16 de longitud de onda. Toda antena direccional tiene máxima respuesta hacia el frente, 50% hacia atrás y 15 % hacia los lados.

### **TEMA 18-3.1 ANTENA CUADRANGULAR CUBICA PARA VHF**

A continuación se detalla la construcción de una antena de las llamadas quad para la banda de dos metros en la cual se utilizan materiales de fácil adquisición y cuyo rendimiento es superior a una antena Yagi de cinco elementos. Los tres elementos conductores o cuadros se construyen con alambre rígido de cobre o aluminio de 3 mm de diámetro o más e inicialmente se cortan los tres largos del cable con un exceso cada uno de unos 7 cm, o sea que para el elemento director se corta un alambre de 203 cm. Para el elemento irradiante se cortará una longitud de alambre de 215 cm (en este caso ya se calculó la formación de los terminales para su alimentación con el exceso de 9 cm) y finalmente se prepara una longitud de 227 cm para el reflector. A cada elemento se le da forma de cuadrado de acuerdo con las dimensiones que se indican en la figura y entonces el reflector y el director se superpondrán 3,5 cm lo que permite su unión por torsión (caso aluminio) o por soldadura (caso cobre) y en el caso del irradiante no deben unirse momentáneamente. Vayamos ahora al armazón de la antena para lo cual utilizamos tubo plástico rígido de unos 2 cm de diámetro de los usados en cañerías de agua, las uniones marcadas con la letra A en la figura son las conocidas T y la marcada con la letra B es una conexión cuatro vías. La unión de la antena con el mástil debe ser aislada y por tanto al estar situada entre el irradiante y el reflector (buscar el punto de equilibrio mecánico antes de cortar el boom) y allí intercalar una T para montar el caño del mástil. El largo total del boom que se realiza con el mismo tipo de caño será de 86 cm. Antes del montaje del elemento excitado deberá agrandarse el agujero de la unión de cuatro vías para que pueda deslizarse sobre el boom a fin de permitir el ajuste eléctrico de la antena y lograr la mínima ROE en la frecuencia de trabajo. El resto de la construcción mecánica se encuentra detallada en la figura y por último debe aclararse que la impedancia de esta antena es de 50  $\Omega$  por lo que se la puede alimentar directamente con los coaxiales comunes en uso.

### TEMA 18-3.2

### TABLA CÁLCULO YAGI DIRECCIONALES DE VHF

#### 3 ELEMENTOS

F [MHz]	L2 [mm]	L3 [mm]	L4 [mm]
141	930	983	1046
142	925	978	1041
143	917	973	1034
144	909	965	1029
145	901	960	1024
146	895	952	1016
147	889	947	1011
148	883	940	1003
149	876	935	998

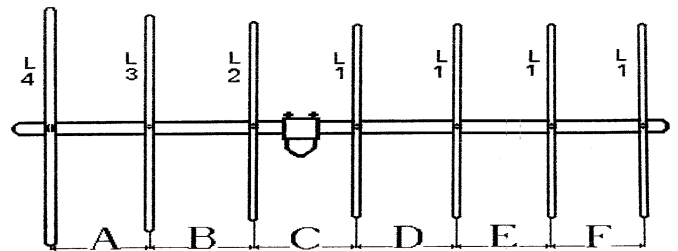
#### 5 y 7 ELEMENTOS

L1 [mm]	L2 [mm]	L3 [mm]	L4 [mm]
904	919	986	1036
894	910	980	1028
880	901	975	1023
876	892	967	1010
869	883	961	1008
864	876	955	1003
853	868	947	995
843	859	942	988
836	850	936	981

#### PARTE COMÚN

G [mm]	A [mm]	B [mm]	CDEF [mm]
120	437	335	437
118	437	335	437
118	437	335	437
115	437	335	437
112	437	335	437
110	437	335	437
110	437	335	437
107	437	335	437
107	437	335	437

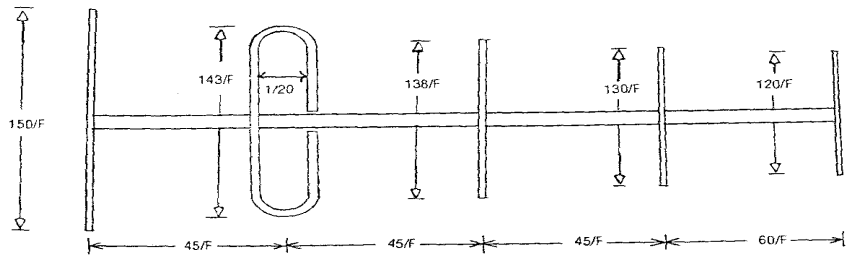
El valor de G representa la longitud del conductor coaxial al que se le extrae la cubierta exterior y la malla medido desde el conector hembra donde llega la alimentación hasta el final del mismo, independientemente del largo que le establezcamos al caño que sirve de funda al gamma.



### TEMA 18-3.3

### DIRECCIONAL YAGI CON TROMBÓN PARA VHF

La antena aquí descrita es una variación de la clásica Yagi de cinco elementos, pero el elemento excitado consiste en un dipolo doblado, el resto son un reflector y tres directores y con la disposición que se indica en la figura la ganancia es de aproximadamente 9 dB. El diseño que



se muestra ha sido concebido para 144/148 MHz, pero si se desea para otras frecuencias como por ejemplo 430/440 MHz pueden extrapolarse sus medidas sin inconveniente ya que están dadas en constantes sobre frecuencia. Los materiales a utilizar para el larguero o boom es un tubo redondo o cuadrado de aluminio, además necesitaremos seis abrazaderas, una bornera doble, una grapa para sujetar la antena al mástil y el alambre de aluminio macizo para confeccionar el total de elementos, o sea, los tres directores, el reflector y el excitado. Deberá tenerse presente que para el trombón o elemento excitado la medida explicada de 143/F debe medirse entre los centros de las curvas por la parte exterior. La razón de utilizar un dipolo doblado en vez de uno simple está en que el método de alimentación que se emplea es para lograr una adecuación de la impedancia sin utilizar gamma ya que debemos recordar que la impedancia se afecta con la proximidad de los elementos parásitos de longitud resonante. En este modelo en concreto si se sustituye el dipolo doblado por uno recto la impedancia quedaría reducida de 50 Ω a 19 Ω. El punto de alimentación en realidad posee una impedancia de 300 Ω, pero tiene la propiedad de actuar como transformador de impedancia con relación 4:1 lo que nos da una impedancia real de 75 Ω y cuyo valor se lleva a 50 Ω al haber modificado el espaciamiento del penúltimo y último director. Conviene aclarar que todo el irradiante debe ser de un diámetro uniforme y que su separación no debe exceder de 1/20 de la longitud de onda. Para sujetar los elementos al boom se ideó un pequeño truco que consiste en formar una pequeña U en su centro para poder tomarlos con abrazaderas al mismo y por tanto al cortar estos elementos debe tenerse en cuenta la longitud necesaria para confeccionar dicha U. Al elemento excitado debemos también dejarle unos centímetros que nos servirán para efectuar los contactos en la bornera que es donde recibirá la alimentación del coaxial. Deberá sellarse la bornera en su empalme al coaxial, así como éste, a fin de que no penetre humedad que alteraría la impedancia.

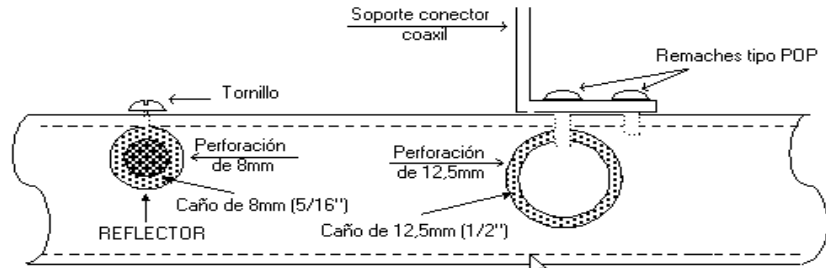
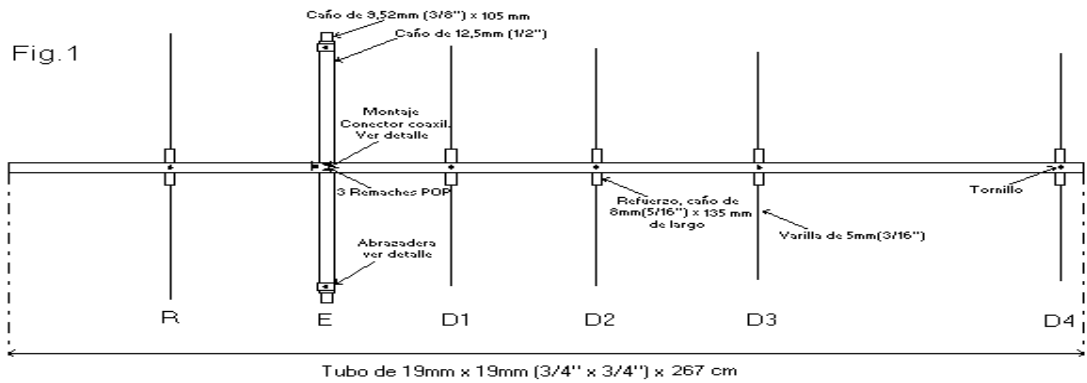


Fig.2 **Detalle del montaje de los elementos**

Longitud de los elementos:

- R: 1005 mm
- E: 945 mm + ajuste (ver figura 1)
- D<sub>1</sub>: 906 mm
- D<sub>2</sub>: 897 mm
- D<sub>3</sub>: 885 mm
- D<sub>4</sub>: 861 mm

Espaciado entre los elementos:

- R-E: 360 mm
- E-D<sub>1</sub>: 336 mm
- D<sub>1</sub>-D<sub>2</sub>: 360 mm
- D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>: 405 mm
- D<sub>3</sub>-D<sub>4</sub>: 750 mm

Lista de materiales:

- 270 cm tubo perfil cuadrado 19 x 19 mm
- 95 cm tubo perfil circular 12,5 mm
- 60 cm tubo perfil circular 8 mm
- 75 cm tubo perfil circular 9,52 mm
- 15 cm tubo perfil circular 19 mm de aluminio de 1,5 mm para escuadra y abrazadera
- Tornillos
- Remaches pop
- Conector hembra

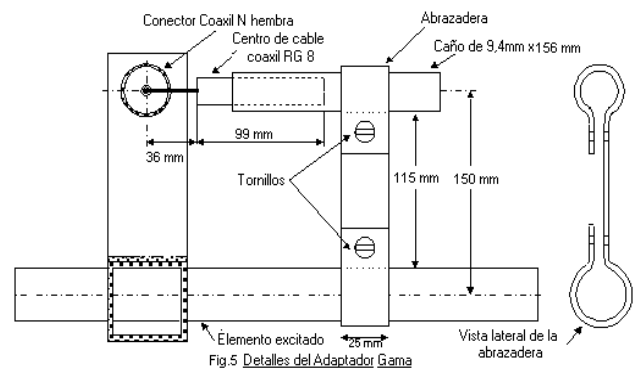


Fig.5 Detalles del Adaptador Gama

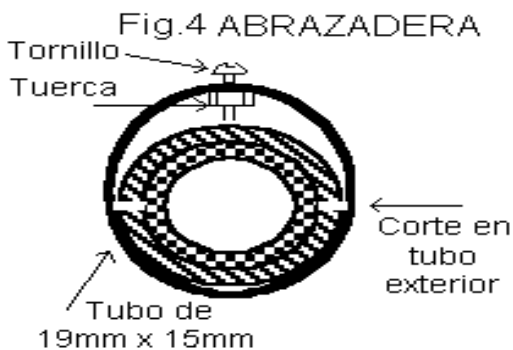
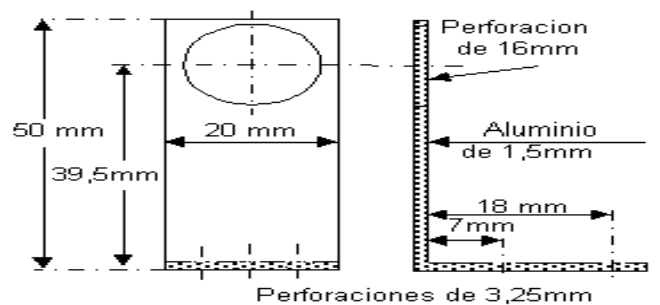


Fig.3 **Detalle de la escuadra**



## TEMA 18-3.5

## ANTENA CUADRANGULAR PARA 10 METROS

En vista de que los radioaficionados argentinos de categoría Novicios están autorizados a operar en la porción de 28 300 a 28 350 kHz, ofrecemos este proyecto de antena cuadrangular de sencilla construcción, tres elementos y una ganancia de 8dB. Sin variar los cálculos, podemos montarla, en un principio, con dos elementos y probarla, anotar los resultados y después añadirle el director. Sólo habrá que modificar el botalón o dejarlo como estaba previsto y acoplar después el nuevo elemento. En los dibujos están todas las medidas, detalles mecánicos y montajes de las cañas. Esta antena, en el elemento excitado, presenta una impedancia de unos 75 Ω. Para alimentarla con 52 Ω emplearemos el adaptador que se ha previsto. Los ajustes de ganancia los haremos en la escalerilla del reflector. A partir de la pieza de cierre, sacaremos dos alambres desnudos de 3 mm de diámetros y los pondremos en cortocircuito con una pieza de chapa de cobre que iremos corriendo arriba y abajo, según sea necesario. Para estos ajustes necesitaremos la ayuda de un sufrido corresponsal para que nos vaya indicando los resultados. Establecido el contacto, le pediremos que vaya anotando las señales de su S-meter. En primer lugar y con el puente en la parte más baja de la escalerilla, moveremos la antena a derecha e izquierda hasta lograr hacer el contacto. Seguidamente le pediremos que anote la señal máxima que hemos obtenido en el barrido, nunca será la del tope del S-meter, si hace falta reduciremos potencia, y también las mínimas en uno y otro sentido de la máxima. Subiremos el puente unos 5 centímetros y volvamos a llamarlo. Si la señal se ha incrementado, volveremos a subir el puente unos 2,5 centímetros, así hasta que llegue el momento en que la señal cae rápidamente. Hay que tener en cuenta que a medida que vamos ganando en señal, por otro lado, vamos perdiendo direccionalidad, es decir, que si giramos la antena a uno u otro lado de la señal principal, perderemos al corresponsal. No hay que pasarse. Obtenida la máxima ganancia, bueno será volver un poco hacia atrás y estaremos en el buen camino. Si hacemos las pruebas con una antena de dos elementos y anotamos los resultados, al añadirle el director veremos como la agudeza se habrá incrementado considerablemente.

Para que puedan ensayarla en cualquier otra frecuencia o banda, se adjuntan las fórmulas de cálculo empleadas. Son fórmulas empíricas que siempre han dado muy buenos resultados. Las frecuencias se expresan en MHz y las longitudes en metros.

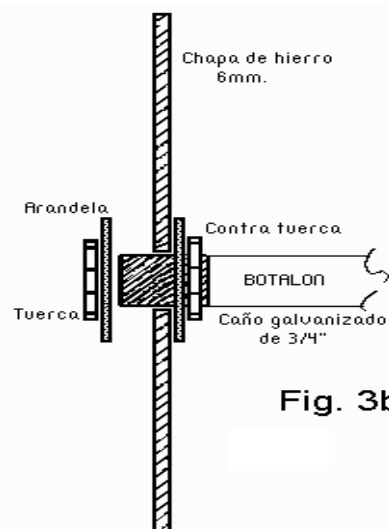
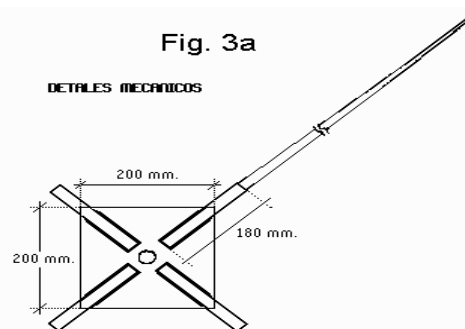
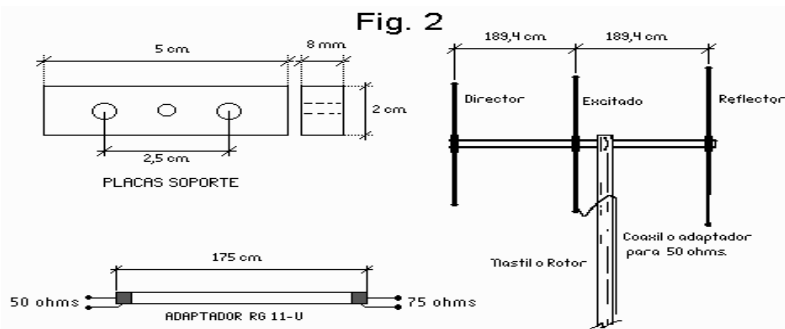
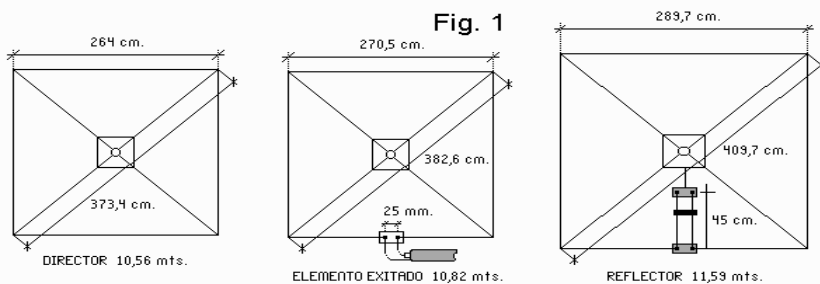
Reflector:

$$\text{Longitud: } R = 328/\text{MHz}$$

$$\text{Lado: } LR = R/4$$

$$\text{Longitud cruceta: } LCR = LR/0,707$$

(sigue en página siguiente)



Elemento excitado:

$$\text{Longitud: } E = 306/\text{MHz}$$

$$\text{Lado: } LE = E/4$$

$$\text{Longitud cruceta: } LCE = LE/0,707$$

Director:

$$\text{Longitud: } D = 299/\text{MHz}$$

$$\text{Lado: } LD = D/4$$

$$\text{Longitud cruceta: } LCD = LD/0,707$$

Botalón:

$$\text{Separación: } SB = 0,175 \times E$$

Adaptador:

$$\text{Longitud: } LA = (73,03/\text{MHz}) \times 0,66$$

## TEMA 18-3.6 ENFASAMIENTO DE ANTENAS

La superposición o apilamiento de antenas significa que dos o más antenas simples forman un sistema de radiación y el apilamiento puede realizarse en forma horizontal o vertical.

### TEMA 18-3.6.1 FORMAS DE ENFASE

La distancia óptima de agrupación de dos dipolos es 0,67 longitud de onda para obtener la máxima ganancia, pero esto no es válido para antenas direccionales Yagi de alta ganancia. Para antenas de tipo Yagi agrupadas la regla empírica dice que la distancia entre antenas medido en forma horizontal debe ser igual a tres cuartos de la longitud de la antena (no confundir con longitud de onda) ya que con ello se aproxima mucho a la dimensión de abertura del haz de una sola antena. La longitud de apilamiento vertical debe ser tres cuartos longitud de onda.

### TEMA 18-3.6.2 SISTEMA ALIMENTADOR

La potencia aplicada al sistema debe ser compartida en forma equitativa entre las antenas y además estar en fase correcta para que los campos individuales se sumen vectorialmente. Para alimentar las antenas se puede utilizar un sistema de alimentación como el indicado en la figura A llamado alimentador por repartidor. Para repartidor puede utilizarse línea aérea o cable coaxial. Las antenas deben ser idénticas y estar bien adaptadas a la impedancia de la línea de fase de interconexión. En el ejemplo cada antena está ajustada para proveer en la alimentación 200 Ω.

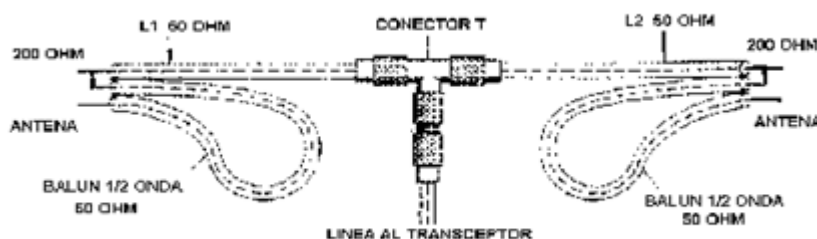


Figura A

### TEMA 18-3.6.3 GANANCIA DE ANTENAS ENFASADAS

Se puede agrupar un número razonable de antenas y acoplarlas para obtener mayor ganancia y directividad. Deben montarse de modo que sus aberturas de haz se toquen cuando, de acuerdo con el diagrama polar, la potencia del haz llegue a ser 0,707 de su valor máximo.

Si el sistema está construido con dos antenas la anchura del haz será la mitad del de una sola antena y si está construido con cuatro antenas será de la cuarta parte del ancho de una antena.

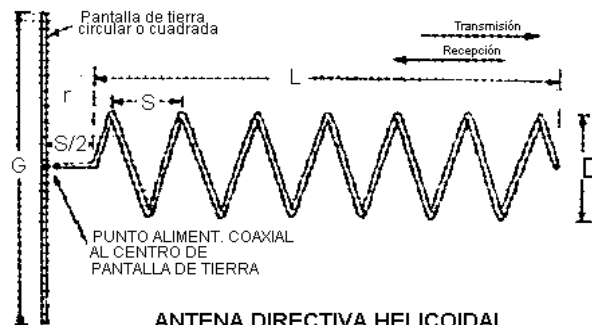
Estos sistemas de antenas enfasadas llamados sistemas o antenas colineales proporcionan una ganancia de 3 dB en el caso de dos antenas y 6 dB en el caso de cuatro antenas siendo en ambos casos medida su ganancia en relación a un dipolo.

### TEMA 18-3.7 ANTENAS DE POLARIZACIÓN CIRCULAR

Las antenas polarizadas circularmente tienen propiedades interesantes que pueden ser útiles en algunos casos y para ciertas aplicaciones ya que la instalación de este tipo de antenas puede resolver eficazmente el problema de polarización. Sabemos que una onda polarizada circularmente tiene su energía dividida por igual entre ambas componentes que están desfasadas 90° entre sí.

La onda polarizada circularmente puede ir a la izquierda o a la derecha según que la componente polarizada verticalmente vaya adelantada (a la derecha) o atrasada (a la izquierda) respecto de la componente horizontal. Una antena de polarización circular servirá para recibir o transmitir cualquier polarización ya sea horizontal, vertical o diagonal.

La forma más sencilla de antena con polarización circular es la representada en la figura A, llamada antena directiva helicoidal y que consta de una hélice que trabaja con un plano de tierra y se alimenta con un cable coaxial. Cuando las dimensiones son óptimas se logra que esta antena funcione como antena de banda ancha en un margen 1:1,7 y su impedancia media en el punto de alimentación es de 125 Ω. El sentido de torsión eléctrica depende de la dirección de arrollamiento de la hélice. Las ventajas de la polarización circular son obvias cuando se pretende comunicar a través de un satélite y hace que se reciba en tierra una señal siempre cambiante con polarización aleatoria. Debe tenerse presente que la antena polarizada circularmente presenta una pérdida de 3 dB con respecto a una antena polarizada linealmente comparable. Las variaciones de polarización en la señal recibida de satélite causan un fading de hasta unos 20 dB cuando la señal está 90° desfasada del tipo de polarización de nuestra antena, cosa que se evita con la antena polarizada circularmente. Puede lograrse una polarización circular con dos antenas Yagi montadas perpendicularmente entre sí y alimentadas con desfase de 90°. Este desfase se obtiene utilizando dos líneas de alimentación en la cual una de ellas tiene una cuarto de onda más larga que la otra. Las dos líneas están conectadas en paralelo con la línea que baja a la radioestación. La ganancia del sistema de dos Yagi (si son de cinco elementos cada una) es de aproximadamente 8 dB.



ANTENA DIRECTIVA HELICOIDAL  
Figura A

$$D = \lambda/3$$

$$S = \lambda/4$$

$$G = 0,8 \times \lambda$$

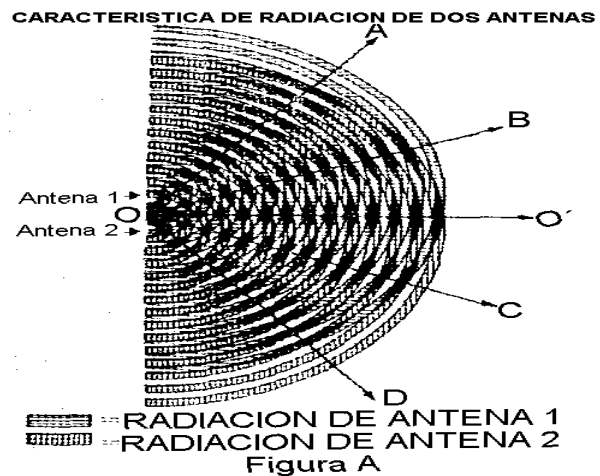
$$L = 1,44 \times \lambda$$

$$\text{Diámetro conductor: } 0,17 \times \lambda$$

$$\lambda = \text{longitud onda en el espacio libre}$$

### TEMA 18-3.8                      **ÁNGULO DE APERTURA EN DIRECCIONALES**

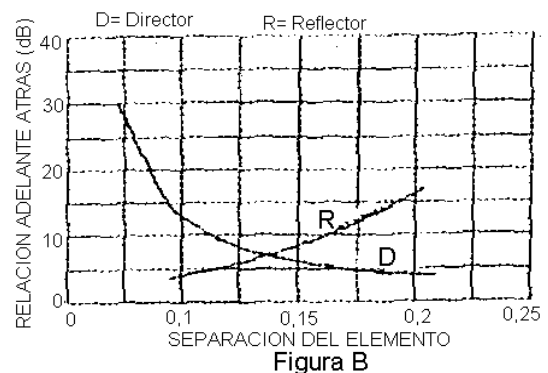
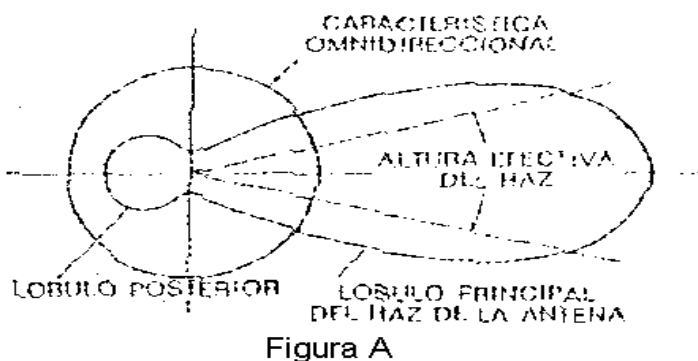
Cuando montamos dos antenas direccionales enfasadas la ganancia individual de cada una de ellas no se suman en forma aritmética ya que los lóbulos de irradiación, en la mayoría de los casos, se superponen en parte como se muestra en la figura A. Las ondas de radio de dos fuentes adyacentes de la misma frecuencia se refuerzan o bien se cancelan mutuamente y producen una característica de onda en el espacio que enlaza a las antenas. En la figura A se muestra un diagrama donde las señales se refuerzan mutuamente a lo largo de las líneas radiales OA; OB; OO'; OC y OD. A medio camino de estas líneas las ondas se cancelan mutuamente y por tal razón si efectuamos el diagrama de radiación tanto horizontal como vertical comprobaremos que el conjunto de las dos antenas forma cinco lóbulos en lugar de uno solo. Es por tal razón que la ganancia total en decibeles no es la suma aritmética sino una integración algebraica. Debemos tener presente que la superposición de antenas puede hacerse tanto en forma vertical como horizontal. Como regla empírica para antenas Yagi agrupadas se recomienda que la distancia entre antenas sea entre 0,67 y 0,75 de longitud de onda. Debe calcularse que la ganancia total de dos antenas colocadas apiladas y en fase será de 3 dB. por encima de la ganancia de una sola antena y en el caso de apilar y enfasar cuatro antenas dicha ganancia será de 6 dB. por encima de la ganancia de una antena todo ello si se cumple que las impedancias están adaptadas y que las antenas son de idéntica construcción.



### TEMA 18-3.9                      **RELACIÓN FRENTE ESPALDA EN DIRECCIONALES**

A causa de la manera de fluir la corriente en una antena, la radiación no es uniforme sino directiva en cierto grado y ello se refuerza con el agregado de elementos radiantes adicionales como son los reflectores y los directores que hacen que la onda cambie su directividad por la aptitud de esa estructura conductora próxima para reirradiar la energía. Mediante el uso de dichos elementos correctamente ajustados la característica de radiación es deliberadamente deformada para producir una señal reforzada en la dirección deseada y la figura A muestra la relación entre una señal omnidireccional del elemento excitado solamente y la señal luego de agregado los elementos parásitos (reflector y directores). Separando los elementos en aproximadamente  $0,1 \lambda$  ( $0,1$  longitud de onda), la resistencia de radiación es de aproximadamente  $25 \Omega$ . La ganancia de potencia es de 5 dB aproximadamente y la relación frente espalda está comprendida entre 7 y 15 dB. A medida que se agregan directores aumenta la potencia radiada hasta unos 8,5 dB y la relación adelante atrás queda comprendida entre 10 y 25 dB.

### TEMA 18-4                              **ANTENAS DE HILO LARGO**



Una antena que funciona en armónicos radia más energía en ciertas direcciones que en otras y se puede considerar que tienen ganancia de potencia y directividad cuando su longitud es de varias longitudes de onda.



La antena de una longitud de onda tiene un diagrama de irradiación formado por cuatro lóbulos inclinados respecto al hilo de antena y una antena de dos longitudes de onda posee ocho lóbulos en iguales condiciones que la anterior. Cuando la antena posee más de dos longitudes de onda los lóbulos de los extremos comienzan a presentar una ganancia mayor que los restantes.

La longitud geométrica de una antena de hilo largo se puede calcular por la siguiente fórmula:

$$L[m] = \frac{150 \times (N - 0,05)}{MHz}$$

Donde N es el número de media longitud de onda.

La antena de hilo largo más sencilla es la alimentada en un extremo y cuyo hilo se prolonga directamente hasta el transmisor a través de un sintonizador de antena. Cuando la antena de hilo largo está alimentada en el centro los lóbulos de irradiación son simétricos con respecto al punto de alimentación (figura 1-A) pero si la antena está alimentada cerca de un extremo los lóbulos son más fuertes en la rama más larga (figura 1-B). Una antena de 5/2 longitudes de onda proporciona la máxima radiación en ángulos de 30° aproximadamente respecto al hilo de antena.

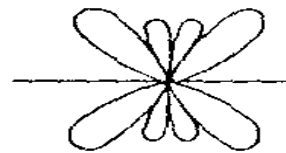


Figura 1-(A)

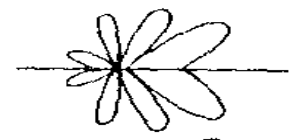


Figura 1-(B)

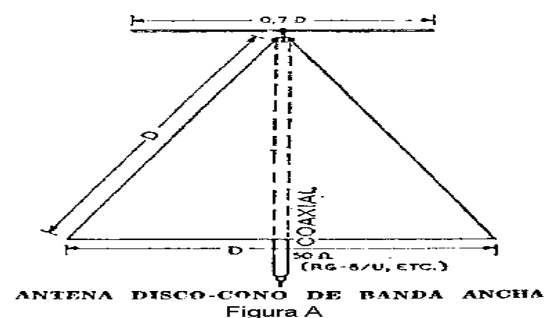
## TEMA 18-5 ANTENAS COLINEALES

Cuando los elementos de una antena se colocan alineados en un eje ya sea vertical u horizontal con respecto a tierra estamos en presencia de una antena colineal.

Se pueden colocar dos o más elementos alineados para obtener una ganancia en potencia y a su vez una anchura restringida del haz. La antena horizontal de dos o más elementos activos se la denomina antena Franklin y presenta su directividad en el plano horizontal sin proporcionar directividad en el plano vertical. Dos antenas colineales en fase dan una ganancia de 4 dB cuando se hallan separadas media longitud de onda entre sí, para tres elementos en las mismas condiciones la ganancia es de 5 dB y para cuatro elementos es de 6 dB. Se consigue aún más ganancia cuando se aumenta la separación a 0,7 longitudes de onda entre cada elemento, pero la relación de fase correcta resulta muy difícil de conseguir. En el caso de las bandas de HF las limitaciones de espacio reducen el número de elementos a montar en forma colineal. Dos dipolos o antenas colineales separados entre 0,1 y 0,25 longitud de onda y excitado en oposición de fase constituye una antena de radiación longitudinal en el eje de montaje (ya sea horizontal o vertical) y con ello se mejora la radiación en ángulo bajo como en el caso de nuestra conocida antena Ringo para VHF.

## TEMA 18-6 ANTENA DISCO-CONO

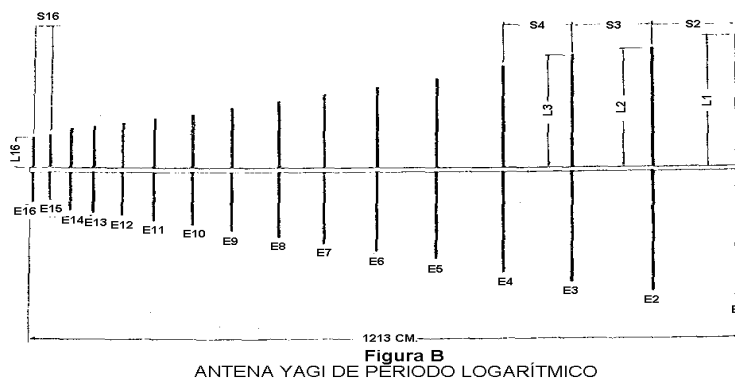
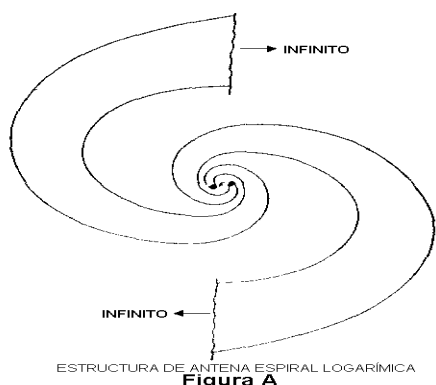
Este tipo de antena es un radiador omnidireccional polarizado verticalmente que tiene una característica de banda muy ancha ya que en frecuencias que difieren varias octavas presenta una impedancia casi uniforme en su punto de alimentación y de valor casi de 50 Ω. En la figura A se esquematiza una antena disco-cono para VHF donde D es un cuarto de longitud de onda para la más baja frecuencia a utilizar. Esta antena funcionará bien en un margen de frecuencias 8:1 por lo que si calculamos el valor de D para la banda de 50 MHz podremos utilizarla también en las bandas de 144 MHz, 220 MHz y 430 MHz. Este tipo de antena puede construirse en chapa metálica sólida de hierro o aluminio o por malla de hilos (tela metálica). La antena es alimentada por el vivo al disco superior y la malla al vértice del cono que a su vez está a masa con el mástil o soporte de toda la antena. La relación de ondas estacionarias de esta antena es aproximadamente 1,5:1 en todo el margen de frecuencias cubierto si se respetan las medidas.



## TEMA 18-7

## ANTENA PERÍODO LOGARÍTMICO

Las antenas de período logarítmico son estructuras que tienen el mismo comportamiento en diferentes frecuencias. La red de período logarítmico es un ejemplo de esta propiedad pues no tienen dimensiones que sean sensibles a la frecuencia ya que la misma queda definida únicamente por los ángulos, sin que tenga ninguna longitud característica.



La antena representada en la figura A es una espiral equiangular y su estructura es alimentada en el centro siendo las longitudes de los brazos infinita. Las variantes del diseño básico pueden adoptar diferentes formas como la dentada, etc.

La ganancia de este tipo de antena es relativamente baja, pero superior en aproximadamente 2 dB a la ganancia de un dipolo extendido. Una forma notable de antena de período logarítmico es la red de dipolos representado en la figura B y que es muy adecuada para funcionar en VHF. Esta interesante antena está constituida por elementos dipolos cuyas longitudes están determinadas por el ángulo que subtienden desde el vértice y cuya distancia desde éste es tal que dan una respuesta de período logarítmico.

Los dipolos están alimentados en el centro por una línea de hilos paralelos y cada uno está desfasado  $180^\circ$  con respecto al anterior. El ancho de banda de esta antena queda limitado por los elementos más largo y más corto que deben tener aproximadamente media longitud de onda en los límites de frecuencia de trabajo de la antena. La ganancia de una antena como la de figura B en el rango de VHF es de aproximadamente 7 dB con respecto a un dipolo, la alimentación se efectúa por línea coaxial de  $50 \Omega$  siendo la ROE máxima 2,5:1 en los extremos de frecuencias de trabajo.

## TEMA 18-8

## BOBINAS DE CARGA EN ANTENAS

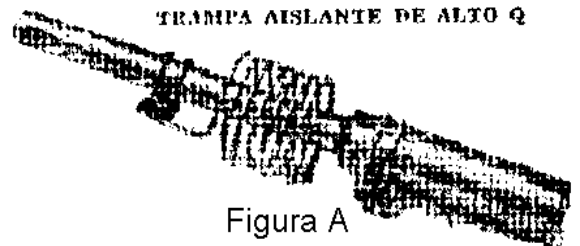
Para acortar la longitud física de una antena suelen emplearse bobinas llamadas bobinas de carga. En este método, la longitud del cable de antena que se puede acortar será como mínimo el que tiene el conductor arrollado en la bobina. Si las bobinas son conectadas en los extremos, la cantidad de conductor del irradiante a acortar será el que quede arrollado en las bobinas.

Si las bobinas son conectadas cerca del centro del irradiante (punto de alimentación) la antena se acortará mucho más que el hilo arrollado en las bobinas ya que en el punto de alimentación la intensidad es máxima. Debemos aclarar que cuanto más cerca del punto de alimentación se conectan las bobinas, menor será el rendimiento de la antena, y como solución de compromiso las bobinas se colocan en un punto intermedio, pero tendiendo hacia los extremos del dipolo.

## TEMA 18-9

## BOBINAS TRAMPA EN ANTENAS DE HF

Las técnicas de trampas de onda se pueden aplicar tanto a los dipolos extendidos como a las antenas verticales, pero debe tenerse muy en cuenta que las trampas de onda u otras antenas multifrecuencia son capaces de radiar armónicos del transmisor. La anchura de banda de una antena con trampas de ondas es algo menor que la de un dipolo comparable y ello se debe a que una parte de la antena está arrollada en la bobina y no radia. El circuito trampa de onda sintonizado en paralelo utilizado en las antenas para varias frecuencias funciona como conmutador eléctrico, conectando y desconectando porciones de la antena cuando se cambia la frecuencia de funcionamiento. El circuito sintonizado de la trampa de onda en paralelo sirve como trampa de onda aislante, pero debe combinar un alto Q del circuito y una muy buena protección ambiental. La resonancia de estas trampas se establece comprimiendo o expandiendo las espiras de la bobina. Debido a las dificultades que presenta la construcción de bobinas resistentes al agua y el poder conseguir condensadores de alta tensión en algunos casos y debido al diseño de una empresa norteamericana la trampa de onda se extiende paralelamente al elemento irradiante con el fin de reducir el espacio y se la denomina brazo resonante de desacoplo (decoupling stub).



## TEMA 18-10

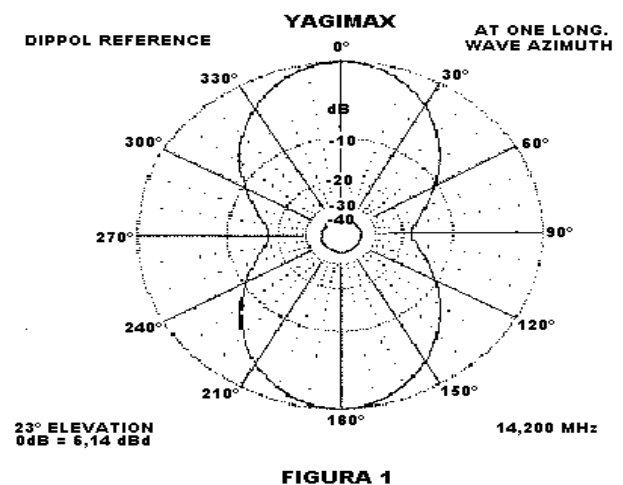
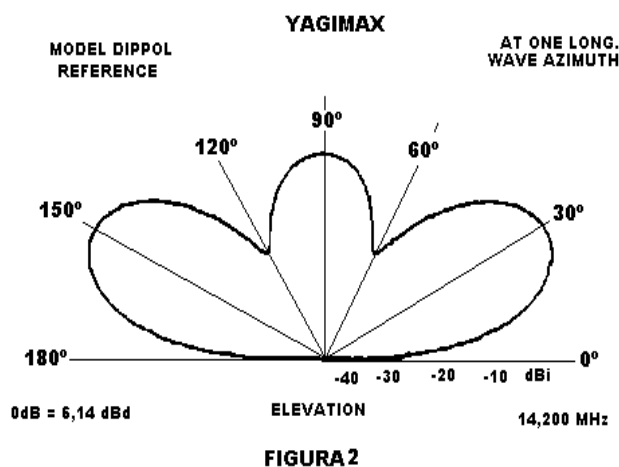
## RADIACIÓN SOBRE SUELO IDEAL

Los diagramas de radiación no son reales en la práctica y si no imaginemos que queremos construir un dipolo de aluminio para la banda de 20 metros y que lo queremos poner en lo alto de nuestra torre, a 12 metros de altura. Compramos tubo de aluminio, lo mecanizamos y nos construimos un dipolo de aproximadamente 5 metros por rama.

Los cálculos -para refrescar memoria- son: la longitud de onda en el espacio equivalente a 14,2 MHz es 21,127 metros ( $300/14,2$ ). La longitud de onda práctica para calcular las dimensiones reales del dipolo es, sin embargo, más pequeña ya que el factor de reducción para tener en cuenta los distintos efectos de velocidad del medio material, puntas, etc., es de aproximadamente 4 %.

Podemos calcular la longitud de onda real de un dipolo para 14,2 MHz a 12 metros de altura utilizando  $288,6/14,2 = 20,3$  metros. Este dipolo situado en la punta de la torre a 12 metros nos dará una impedancia de entre 57 y 60  $\Omega$  y por tanto tendrá una muy aceptable ROE de 1,14 ( $57/50$ ), cuando se alimente con cable de 50  $\Omega$ .

Su máxima ganancia de 6,14 dB se concentrará en el lóbulo principal que radia a 23° de elevación. Esta ganancia está expresada con relación al mismo dipolo situado en el espacio libre (situación teórica). La mitad de esta ganancia es el resultado de la superposición de la onda directa y la reflejada por la tierra y la otra mitad es debido a que la presencia del plano de tierra divide por dos el espacio que ilumina el dipolo. El diagrama de radiación tiene forma de ocho, en el plano horizontal, atenuación frente-espalda de 14 dB.



**Figura 1:** Un dipolo rígido de caño de aluminio cortado para la banda de 20 metros montado a 12 metros de altura muestra una ganancia máxima de 6,14 dB, en comparación a una antena isotrópica en el espacio. Su diagrama de radiación horizontal tiene una forma de "ocho".

**Figura 2:** El diagrama de radiación vertical del mismo dipolo y en las mismas condiciones muestra un lóbulo principal que radia a 23º y un segundo lóbulo que radia el 30% de la potencia hacia la vertical (muy poco útil para DX). La simetría del diagrama teórico es perfecta, pero las cosas no son así en la realidad ya que el suelo debajo del dipolo deforma estos diagramas como se verá más adelante.

### COMO AFECTA EL TIPO DE SUELO A LA GANANCIA

Este dato de ganancia (6,14 dB) corresponde a un dipolo situado sobre un suelo de características (conductividad y constante dieléctrica) medias, pero si al dipolo lo situamos sobre un suelo magnifico, de alta conductividad, la ganancia subiría de 6,14 dB a 6,53 dB (mejora de 0,4 dB) y si lo situamos sobre un suelo urbano la ganancia bajaría a 5,92 dB (0,22 dB de pérdida). Es decir que la diferencia entre vivir en el campo o en medio del asfalto es de 0,6 dB (en lo que respecta a influencia del suelo sobre la ganancia de un dipolo), realmente no mucho. El suelo tiene una influencia decisiva sobre antenas verticales, pero muy poca sobre antenas horizontales. Si el dipolo está sobre agua dulce (en medio de un lago) su ganancia será de 6,6 dB, y si está en medio de agua salada será de 6,9 dB, es decir, la diferencia entre vivir en medio del asfalto o en un islote en el mar es de 1dB, que equivale a una mejora del 26% en la potencia radiada o captada (aparte de las ventajas de menor QRM), tal vez merece la pena ya que un decibelio es suficiente diferencia para "pisar a otra estación en un pile up". La siguiente tabla resume estos datos:

TIPO DE SUELO	GANANCIA	MEJORA EN POTENCIA
Urbano	5,92 dB	0
Valores "medios"	6,14 dB	+5%
Valores "buenos"	6,53 dB	+15%
Agua dulce	6,6 dB	+18%
Agua salada	6,9 dB	+26%

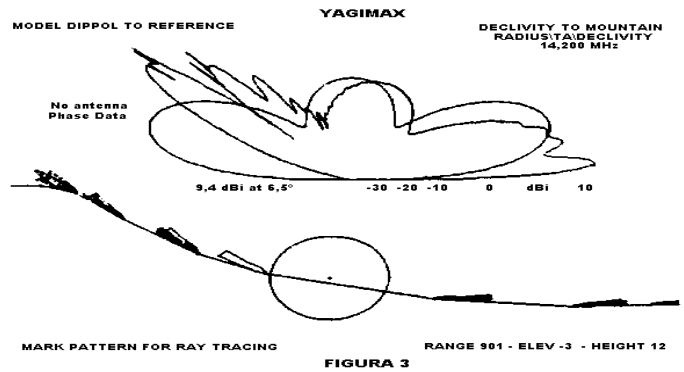
### TEMA 18-11 RADIACIÓN SOBRE SUELO REAL

¿Qué ocurre si la torre no está en el campo, sino sobre una casa en medio de la ciudad, o estando en el campo el suelo está en pendiente, o al borde de un acantilado? La forma del terreno sobre el que se refleja la radiación de la antena tiene un efecto notable sobre el comportamiento de la antena. El diagrama de radiación resultante es la composición de las refracciones y difracciones sobre la superficie irregular del terreno y para ello veamos algunos casos:

#### CASO 1 - LADERA DE UNA MONTAÑA

La ladera de una montaña inclina el diagrama de radiación en el sentido de la pendiente. Nuestro dipolo para 14 MHz a 12 metros de altura radia ahora una parte sustancial de energía por debajo de 10º, en la dirección de la pendiente, a costa de un aumento importante del ángulo de radiación en el otro lado. La ganancia adicional por debajo de 10º es aproximadamente 3 dB (pico de radiación entre 6º y 7º, con 9,1 dB). La escala de ganancias representada en el gráfico esta expresada en dBi, es decir decibelios sobre radiador isotrópico. El radiador isotrópico es un punto radiante teórico situado en el espacio que ilumina una esfera con igual intensidad en todos sus puntos. Se utiliza como punto de referencia para comparar otras antenas. Un dipolo en el espacio tiene aproximadamente 2 dB de ganancia sobre el radiador isotrópico en la dirección más favorable. A su vez, como hemos visto, un dipolo sobre tierra tiene unos 6 dB por encima del mismo dipolo en el espacio. Es decir, un dipolo sobre tierra tiene unos 8 dBi.

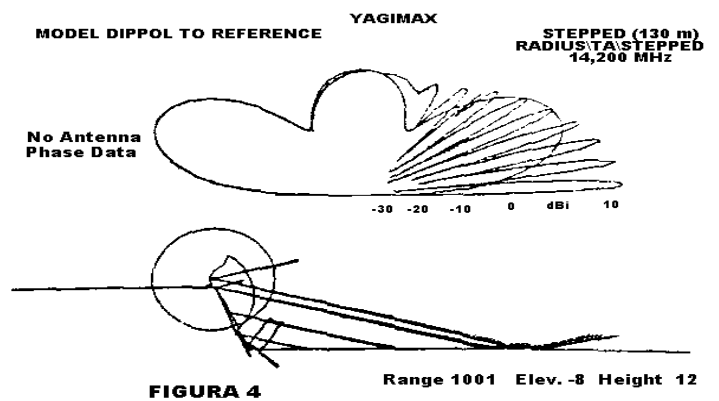
Deformación del diagrama de radiación de un dipolo para 20 metros montado a 12 metros de altura sobre la ladera de un cerro. En la parte inferior del dibujo vemos el perfil de la ladera y en la parte superior el diagrama de un dipolo sobre suelo plano (ideal teórico) superpuesto al diagrama real de la antenna en una ladera. La ventaja por debajo de  $10^\circ$  es de 3 dB con un pico de radiación entre los  $6^\circ$  y  $7^\circ$  que emite 9,1 dB de ganancia.



### CASO 2 - ACANTILADO O PENDIENTE MUY PRONUNCIADA

Un domicilio situado al borde de un desnivel importante (tipo acantilado) provoca una importante deformación del diagrama de radiación en la parte "del acantilado" (figura 4). La difracción en los bordes del acantilado favorece la formación de un lóbulo a  $3^\circ - 4^\circ$  con 10,1 dB de ganancia (4 dB de ganancia adicional).

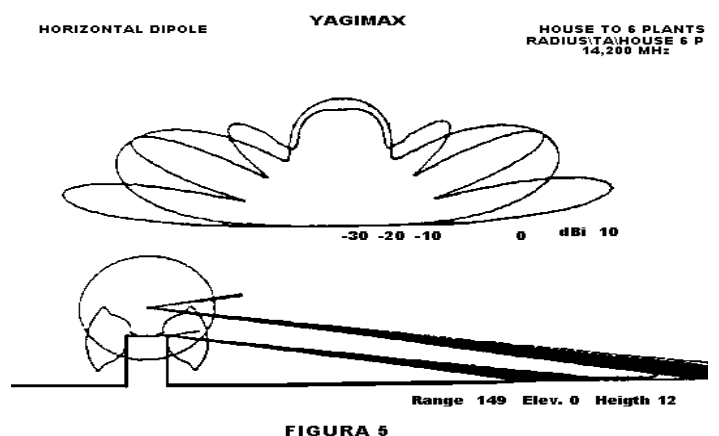
Una antenna situada al borde de un desnivel brusco nos sirve para comparar claramente el tipo de efecto que la altura tiene sobre el diagrama de radiación. La mitad derecha de la antenna se comporta como una antenna situada a más de 100 metros de altura sobre el suelo, descomponiéndose su diagrama de radiación en múltiples lóbulos (las antenas tienen tantos lóbulos como medias longitudes de onda están sobre el suelo). La mitad izquierda de la antenna no se deforma.



### CASO 3 - TORRE EN LA AZOTEA DE UNA CASA

En este caso tenemos la torre (12 metros) situada en la terraza de nuestra casa. Se trata de un edificio de 6 plantas, con una altura de 24 metros y una anchura de 14 metros y la antenna, por tanto, está realmente a 36 metros del suelo de la calle. Esta situación es la más común y la que más preguntas despierta siempre que se habla del rendimiento real de las antenas en las ciudades. La estructura del edificio hace las funciones de nueva tierra, sin embargo, la mejoría de rendimiento es muy grande, y el diagrama de radiación se parece mucho más al de una antenna situada a 36 metros de altura que al de una antenna situada a 12 metros de altura. La figura 5 permite comparar la radiación del dipolo sobre la terraza con un dipolo a 12 m de "suelo plano" y la figura 6 sobre un dipolo a 36 m de suelo plano. Como se ve claramente, la presencia del edificio mejora la radiación del dipolo, fundamentalmente debido a la difracción en los bordes del edificio. La figura 7 muestra el mismo caso, pero con la antenna en el borde de la terraza.

Dipolo para 20 metros situado 12 metros por encima de la terraza de una casa aislada. El diagrama muestra 3 lóbulos de radiación a cada lado más uno que radia en sentido vertical, como corresponde a una antenna que está a 3 medias longitudes de onda de altura. A efectos de comparación se ha superpuesto el diagrama de un dipolo a 12 metros de altura.



Este gráfico (misma antena que la figura 5) nos confirma que la antena en la terraza de un edificio aislado beneficia globalmente a la radiación. En este caso el gráfico superpuesto es el de un dipolo a 36 metros del suelo. En los ángulos bajos de radiación, tiene unos 2 dB de ventaja (mejora en potencia de 1,6) sobre un dipolo en una torre de 36 metros. Si vivimos en el último piso nos ahorramos coaxial (al menos otro medio dB de ganancia). La mayor ganancia a ángulos bajos es el resultado de una menor radiación hacia la vertical, como se ve en la figura.

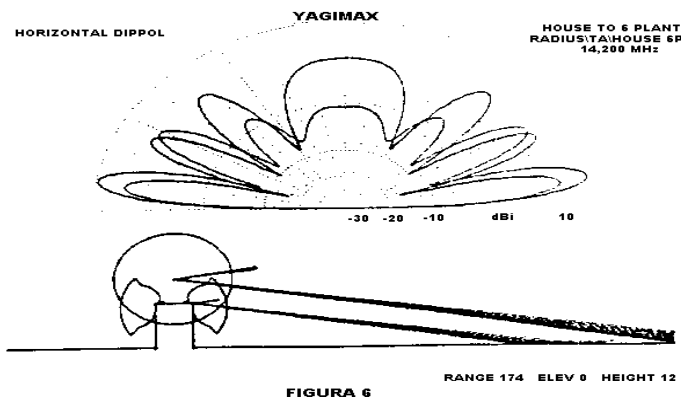


FIGURA 6

Mismo caso que las figuras 5 y 6, pero con la antena situada al borde de la terraza. Podemos apreciar como el diagrama de radiación pierde la simetría.

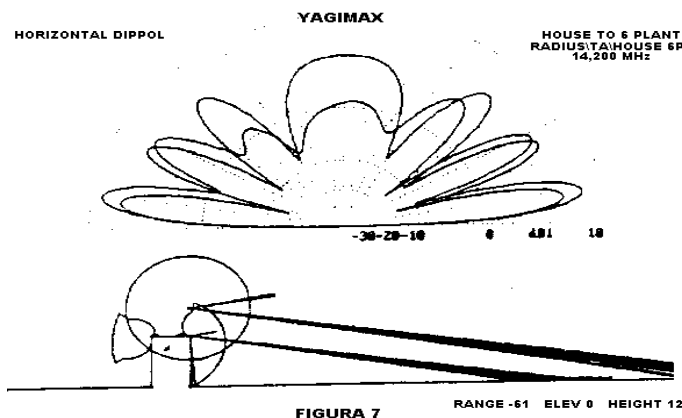


FIGURA 7

#### CASO 4 - CIUDAD

El caso anterior tiene poco valor práctico, dado que pocas casas están aisladas. En la mayoría de los casos vivimos rodeados de viviendas cuyas estructuras, como ahora veremos, tienen un efecto devastador sobre nuestra antena. Veamos que ocurre cuando la radiación de nuestra antena se encuentra con múltiples superficies de reflexión y puntos de difracción:

La figura 8 muestra la influencia de otros edificios cercanos en una disposición urbana. El perfil en "dientes de sierra" cuadrados es una simulación de lo que podría ser un corte transversal de 5 bloques de edificios de una ciudad. La antena está situada en el del medio, por encima de todos los edificios colindantes. El diagrama superpuesto corresponde a un dipolo a 12 metros de altura. Como se ve, aunque la antena está a 36 metros de altura sobre la calle, su diagrama de radiación es más parecido al de un dipolo a 12 metros, y claramente distinto del de las figuras 5, 6 y 7. El diagrama de radiación está más deteriorado por la parte derecha, debido al edificio más alto. La figura 9 muestra la misma manzana de casas, pero ahora la antena está en el edificio más bajo y podemos ver como se deteriora muchísimo el rendimiento del dipolo. No hay apenas radiación en ángulos bajos y con esta ubicación difícilmente se podrá competir con éxito. El diagrama superpuesto corresponde a un dipolo a 26 metros de altura (14 casa + 12 torre). En esta situación, la principal inversión debe ser sin ninguna duda instalar una torre más alta. La figura 10 muestra la misma antena, pero ahora situada en la casa más alta y ésta recupera su competitividad. De hecho, se compara favorablemente al de una antena en una torre de 42 metros de altura. Moraleja: un QTH urbano no tiene por qué ser malo, basta con vivir en la casa más alta. Este análisis sobre la radiación de antenas en entornos reales solo es útil para sacar conclusiones sobre el rendimiento de antenas para bandas decamétricas.

Situación real de una antena en un QTH urbano. Un dipolo está instalado en una torre de 12 metros sobre la terraza de un edificio de 24 metros de altura. El gráfico representa el corte transversal de 5 bloques de edificios y la comparativa de los diagramas de radiación del dipolo en cuestión y un dipolo a 12 metros. Las múltiples reflexiones en las paredes de los edificios y las difracciones en los bordes producen un diagrama de radiación muy deformado.

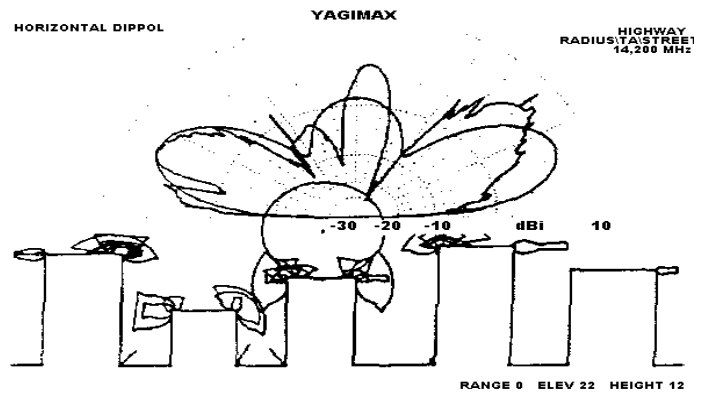


FIGURA 8

Si no solamente vivimos en una ciudad, sino que estamos rodeados por edificios de mayor altura, este gráfico nos da la explicación de nuestra frustración cuando queremos competir: un diagrama de radiación echado perder por el entorno de la antena.

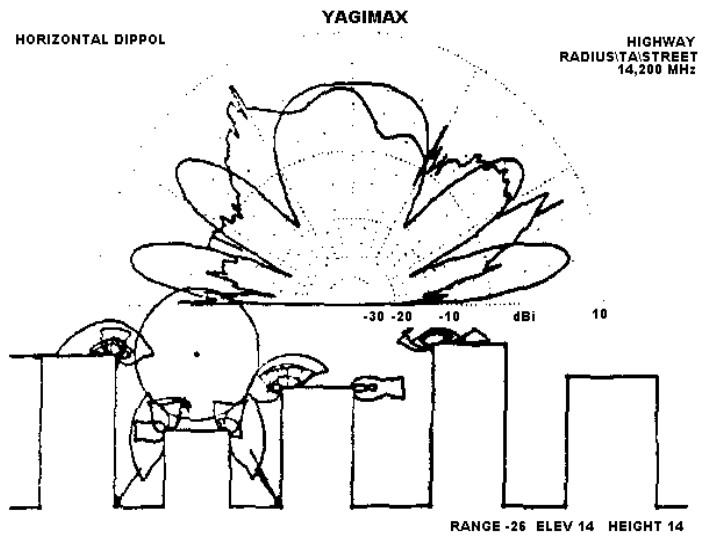


FIGURA 9

Dipolo en la torre de 12 metros sobre terraza de edificio de 30 metros de altura. El diagrama de radiación es irregular, pero muy operativo para DX. El diagrama superpuesto es el de un dipolo en una torre de 42 metros. Un QTH urbano, si la antena está ubicada en el edificio más alto del entorno, puede jugar a nuestro favor. Evidentemente el QRM urbano es otra cuestión.

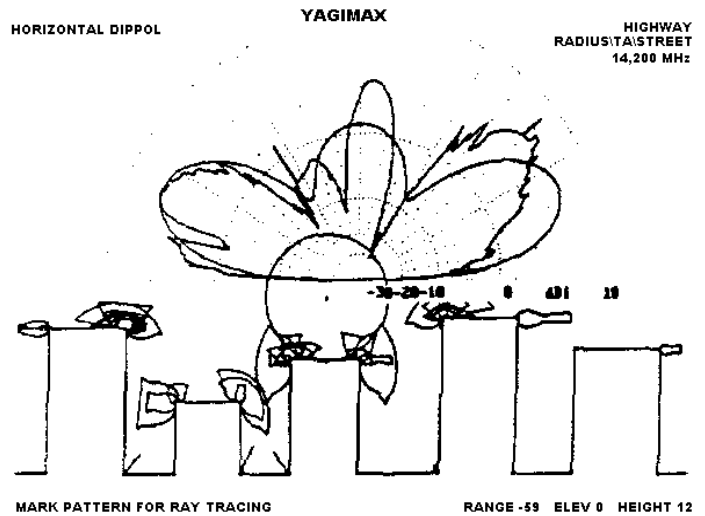


FIGURA 10

## TEMA 18-12

## COMO AHORRAR ESPACIO CON ANTENAS

Muchos no disponen de 40 metros de espacio para colocar un dipolo para 80 metros, y si hablamos de 160 metros, peor. Una de las formas de acortar un dipolo es introducir una inductancia (bobina) en cada rama, pero acortar una antena mediante una bobina es una barbaridad, porque las pérdidas son enormes, y si no analicemos algunos casos para comprender mejor este asunto.

### DIPOLO CARGADO PARA 160 METROS

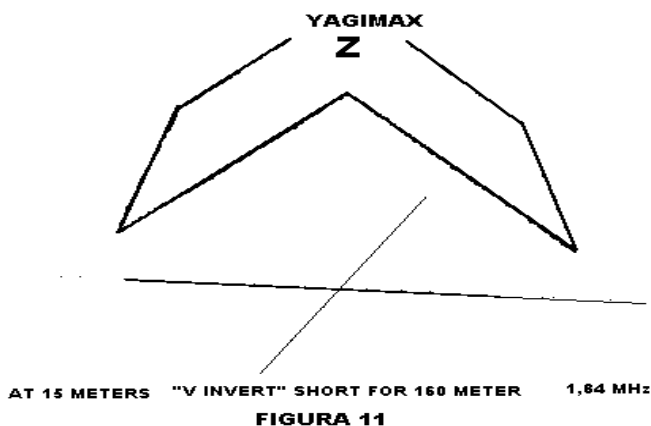
Tan solo tenemos una torre de 15 metros de altura y 15 metros de espacio alrededor de la torre. ¿Podemos instalar un dipolo para 160?

A primera vista parece que no, pero veamos cómo podemos solucionarlo montando el dipolo en V invertida y usando bobinas para acortar la longitud física del dipolo. Un dipolo de 17,8 metros por rama (hecho de cable de cobre de 3 mm de diámetro), con una bobina de 100  $\mu\text{H}$  en el centro de cada rama, resuena en 1,84 MHz, y si se instala en forma de V invertida en la punta de una torre de 15 metros de altura, con un ángulo entre las ramas de 100°, nos cabra en un radio de 15 metros alrededor de la torre. La geometría aproximada se ve en la figura 11. En esta figura podemos ver representada la intensidad de la onda de corriente que circula por la antena y como a partir de las bobinas (que están en el medio de cada rama) la corriente disminuye muy rápido. Esto significa que la antena radia muy poco a partir de las bobinas, ya que el campo radiado por una parte determinada de una antena es proporcional a la intensidad de la corriente que circula por ella. La bobina acorta la longitud física de cada rama necesaria para obtener resonancia, pero también provoca una caída repentina de la intensidad de la corriente que circula por ella, y eso se transforma en menor campo radiado, es decir, pérdidas y menor eficiencia de la antena. De hecho, esta antena mostrará una impedancia de alimentación de tan solo 9  $\Omega$ , una eficiencia de solo el 24 % y nada de ganancia. Es decir, una pérdida total de 6,11 dB. En la figura 12 vemos el diagrama de radiación vertical de la antena cargada (el más pequeño) superpuesto al de un dipolo para 160 de longitud total. Como se aprecia claramente, el dipolo cargado pierde más de 6 dB. Un dipolo de longitud total de (39,34 metros por rama) situado a la misma altura y horizontal presentaría una impedancia de 20  $\Omega$ , una eficiencia del 92,3 % con una ganancia de 6,5 dB.

Si alguien quiere probar a montar el dipolo cargado descrito podrá acoplarlo a 50  $\Omega$  mediante una inductancia de aproximadamente 2  $\mu\text{H}$  en paralelo con el punto de alimentación (lo que se llama un inducto-match) y acortando cada rama en unos 30 centímetros. Ambos factores (el acortamiento y la presencia de la inductancia en el punto de alimentación) permitirán trabajar con el dipolo en condiciones razonables de ROE.

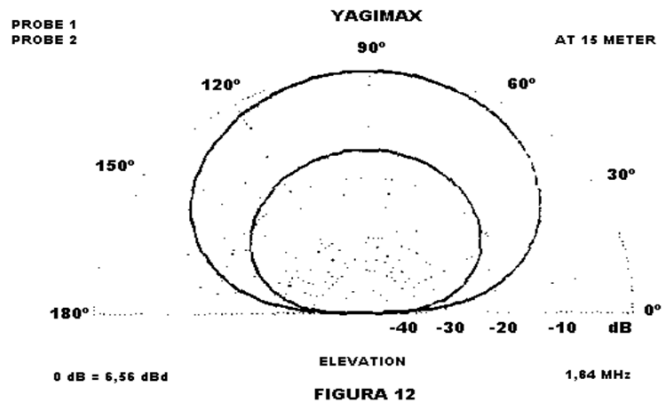
Una bobina de 100  $\mu\text{H}$  (para 1,8 MHz) se puede construir sobre una forma de tubo de PVC de 7,5 cm de diámetro con hilo de cobre de aproximadamente 2,3 mm: 68 espiras en 27,2 cm (5 espiras cada 2 cm). El resultado será una bobina de  $Q = 350$  y una bobina de 2  $\mu\text{H}$  (para 1,8 MHz) se puede construir sobre una forma de tubo de PVC de 2 cm de diámetro con hilo de cobre aproximadamente 1,7 mm: 17 espiras en 5,9 cm (1 espira cada 0,35 cm). El resultado será una bobina de  $Q = 305$ .

Dipolo para 160, instalado como V invertida (100° entre ramas) en torre de 15 metros, con cargas inductivas (100  $\mu\text{H}$ ) en el centro de cada rama, para reducir su tamaño hasta menos de 18 metros por rama (menos de la mitad de la longitud total). Aunque esta disposición V invertida con bobinas, nos permite instalar el dipolo en un lugar reducido, su rendimiento es muy bajo. El gráfico que está por encima del dipolo es la representación de la intensidad de corriente. La corriente es máxima en la parte central del dipolo y disminuye rápidamente después de las bobinas, hasta hacerse cero en las puntas.





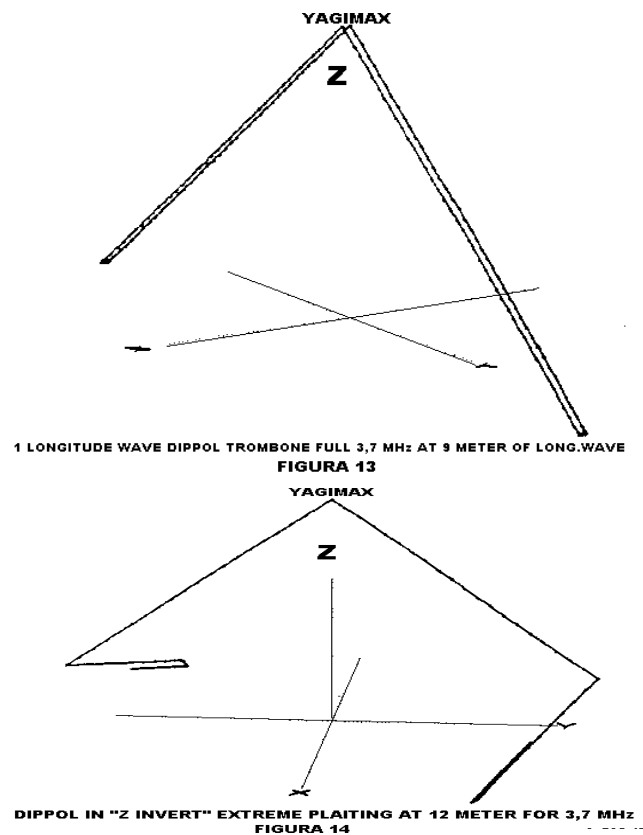
Comparación del rendimiento del dipolo cargado (ver figura 11) con un dipolo para 160 metros de longitud cargado con bobinas. Las bobinas causan pérdidas de más de 6 dB en el dipolo.



### DIPOLO TROMBONE PARA 80 METROS

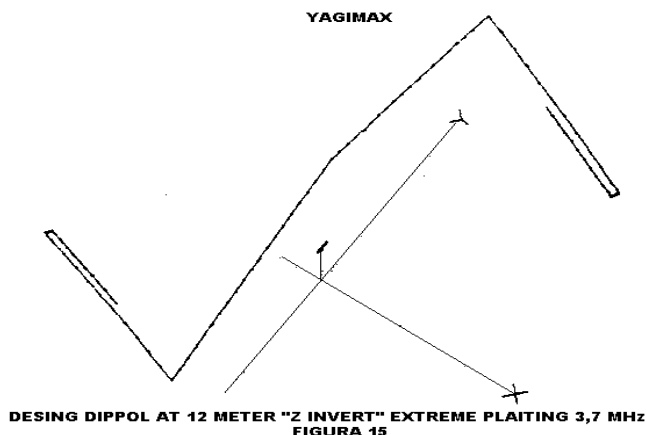
Dipolo en V para 80 metros, de tamaño reducido gracias a bobinas, pero que puede alimentarse directamente sin necesidad de acoplamiento. La disposición trombone nos permite elevar la impedancia de un dipolo cargado con bobinas.

Un dipolo trombone es el tipo de dipolo que se utiliza frecuentemente en las antenas de TV. La figura 13 nos muestra la geometría de este tipo de dipolo en una disposición en V invertida. La impedancia habitual de un dipolo tipo trombone es de 200 a 300  $\Omega$ , según la altura. La construcción de la antena es como sigue (cortada para 3,7 MHz): cada rama (hilo de cobre de 3 mm) mide 14,745 m (una reducción de aproximadamente un 35% sobre el tamaño total). Los dos ramales del trombone están separados 20 cm. El ángulo de la V es de 100°. En el centro de cada una de las 4 ramas lleva una inductancia de 33  $\mu\text{H}$ . Una bobina de 33  $\mu\text{H}$  (para 3,7 MHz) se puede construir sobre una forma de tubo de PVC de 7,5 cm de diámetro con hilo de cobre de aproximadamente 2,3 mm: 27 espiras en 10,8 cm (5 espiras cada 2 cm). El resultado será una bobina de  $Q = 450$ . La antena trombone propuesta montada en una torre a 12 metros de altura, mostrara una ROE de 1,2:1 alimentada directamente con coaxial (balún siempre aconsejable), una eficiencia del 75 % (las 4 cargas hacen perder el 25% de señal emitida o recibida por la antena) y una ganancia de 3,67 dBd (dB sobre dipolo en el espacio).



Dipolo para 80 metros encajado en mínimo espacio mediante disposición en V invertida con los ramales doblados lateralmente (convirtiéndola en una Z invertida), y además con los extremos de cada rama plegados sobre si mismos para ganar un poco más de espacio. Es mejor intentar doblar un dipolo que ponerle bobinas de carga al encontramos con problemas de espacio.

Dipolo trombone para 80 m de dimensiones reducidas (14,7 metros por rama), con inductancia en el medio de las 4 ramas (33  $\mu\text{H}$ ). La separación del trombone es 20 cm. El ángulo de la V es de  $100^\circ$  y nos permite ahorrar bastante espacio. Aunque el uso de bobinas no es nunca aconsejable, en este caso la disposición en trombone ayuda a mejorar el comportamiento del dipolo. Su eficiencia es del 75% y su ROE de 1,2 cuando se monta en una torre a 12 metros de altura.



El mismo dipolo de la figura 14, pero visto desde arriba, para poder entender mejor su geometría.

Los cuadros insertos a continuación aportan más ideas y datos para jugar con antenas cargadas con inductancia. Recuerde que la carga de dipolos con bobinas resulta en antenas con grandes pérdidas.

Datos para diseñar dipolos cargados acortados al 50%, con las bobinas en l mitad de cada rama			
Banda	160	80	40
$\mu\text{H}$ bobina	89	41	19
Longitud por rama	19,65	9,65	5,19

Datos para dipolos cargados con distintos acortamientos. Dipolos a 15-18 metros de altura con la carga en la mitad de cada rama				
Banda	Longitud estándar	Acortamiento		
		50%	60%	80%
1,84 MHz	39,9 metros por rama	88,9 $\mu\text{H}$	66 $\mu\text{H}$	30,5 $\mu\text{H}$
	Longitud de la rama ->	19,65 metros	23,67 metros	31,43 metros
3,7 MHz	19,3 metros por rama	41 $\mu\text{H}$	30,6 $\mu\text{H}$	14,2 $\mu\text{H}$
	Longitud de la rama ->	9,65 metros	11,57 metros	15,43 metros
7,05 MHz	10,38 metros por rama	19,1 $\mu\text{H}$	14,2 $\mu\text{H}$	6,6 $\mu\text{H}$
	Longitud de la rama ->	5,19 metros	6,23 metros	8,3 metros

Dipolos cargados con bobinas en el centro de cada rama:

Para dipolos para 80 metros, a entre 17 y 20 metros de altura, con impedancia entre 40 y 60  $\Omega$   
 Acortado al 60% - 11,58 metros cada rama - bobinas de 30,6  $\mu\text{H}$   
 Acortado al 70% - 13,59 metros cada rama - bobinas de 21,9  $\mu\text{H}$   
 Acortado al 80% - 15,46 metros cada rama - bobinas de 14,2  $\mu\text{H}$

Para dipolos para 160 metros, a entre 17 y 20 metros de altura, con impedancia entre 15 y 25  $\Omega$   
 Acortado al 60% - 23,64 metros cada rama - bobinas de 65,7  $\mu\text{H}$   
 Acortado al 70% - 27,55 metros cada rama - bobinas de 46,8  $\mu\text{H}$   
 Acortado al 80% - 31,45 metros cada rama - bobinas de 30,3  $\mu\text{H}$

## DIPOLO Z INVERTIDA

La mejor forma de atacar los problemas de espacio es probar primero a doblar el dipolo para intentar encajarlo en el espacio que tengamos. Las Figuras 14 y 15 muestran un dipolo para 80 metros, colocado en forma de V invertida o más bien en forma de Z invertida, ya que cada ramal de la V se dobla lateralmente para ganar más espacio y además las puntas del dipolo están plegadas sobre si mismas. La figura 14 muestra una visión en perspectiva lateral y la 15 una visión desde arriba, para que se entienda mejor la forma en que esta doblada esta antena. Para un dipolo cortado para 3,7 MHz sus datos son:

Ángulo de la V entre ramas: 90°

Construido con cable de cobre de 3 mm

Longitud de cada rama desde vértice de la V hasta donde se dobla lateralmente: 10,61 m

Longitud desde la doblez anterior hasta el extremo: 7,07 m

Longitud del doblez en el extremo: 3,54 m

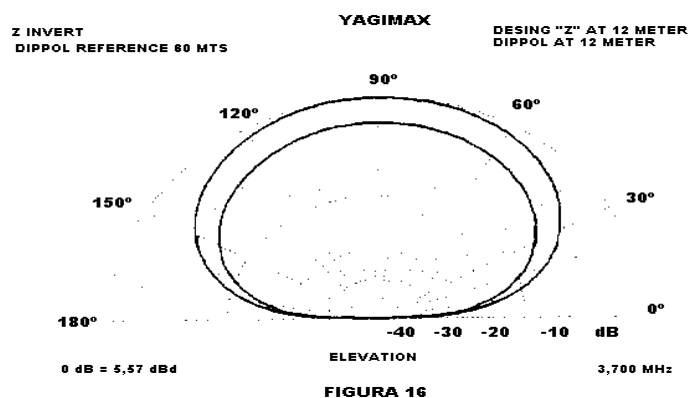
Separación: 0,3 m

Longitud total de cada rama:  $10,61 + 7,07 + 3,54 + 0,3 = 21,52$  m

Si un dipolo doblado de este modo se instala en una torre de 12 metros de altura presentará una impedancia de aproximadamente 11  $\Omega$  y una eficiencia del 90%. Para acoplarlo se puede usar un inducto-match (una bobina) de 1,14  $\mu$ H en paralelo con la alimentación del dipolo, al tiempo que se acorta cada rama del dipolo en aproximadamente 24 cm. Una vez colocada la inductancia en paralelo en el punto de alimentación, jugaremos con la longitud del dipolo hasta lograr el mínimo de ROE. El acortamiento de 24 cm por rama tiene como misión introducir en el dipolo 21  $\Omega$  de reactancia capacitiva, que conjugados (en una disposición de circuito en L) con la inductancia en paralelo (27  $\Omega$  de reactancia inductiva a 3,7 MHz, que equivalen a los 1,14  $\mu$ H) hacen subir la impedancia de entrada del dipolo de 11 a 50  $\Omega$ .

Una inductancia de 1,14  $\mu$ H (para 3,7 MHz) se puede construir sobre una forma de tubo de PVC de 2 cm de diámetro con hilo de cobre de aproximadamente 1,7 mm: 10,5 espiras en 3,7 cm (1 espira cada 0,35 cm). El resultado será una bobina de  $Q = 300$ . Si el ángulo de la V se aumenta un poco (hasta 110° por ejemplo) la impedancia también subirá un poco (hasta 15  $\Omega$  a 110°). La figura 16 representa el diagrama de radiación vertical del dipolo en Z invertida con extremos plegados en comparación con un dipolo horizontal de longitud total. La diferencia de ganancia es de 2 dB (el dipolo de referencia tiene 5,57 dB y la Z invertida 3,51 dB). Esos 2 dB suponen un factor de diferencia de 1,5 veces. Es decir, las "dobles" que le hemos hecho al dipolo más el hecho de que las puntas estén a menor altura nos hacen perder 2 dB de ganancia. El dipolo de referencia es un dipolo horizontal de cobre de 3 mm, de longitud total 38,6 m (19,3 metros por rama) situado a 11 metros de altura. Este dipolo tiene una ROE de tan solo 1,2 (impedancia de entrada de 43  $\Omega$ ,  $ROE = 50 / 43 = 1,2$ ) y una eficiencia del 97,5%. Su máxima ganancia es de 5,57 dBd.

Comparación de los diagramas de radiación del dipolo de la figura 14 y 15 con un dipolo de referencia de longitud total. El diagrama exterior es del dipolo de referencia que tiene 5,57 dBd de ganancia. El diagrama más pequeño es el del dipolo en Z invertida que pierde 2 dB respecto al anterior. Por lo demás vemos que la forma de diagrama es idéntica a pesar de que uno de los dipolos este ampliamente "doblado". La razón de la pérdida de 2 dB de ganancia es que las ramas están más cerca del suelo.



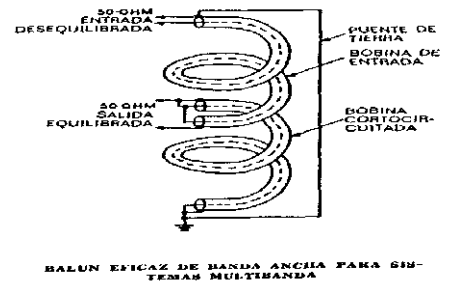


## TEMA 19

## ADAPTADORES DE IMPEDANCIA

Para que toda la señal generada por el transmisor sea irradiada, es preciso que haya una correcta adaptación de impedancia entre la línea de transmisión y la antena. Las características físicas de una antena, aunque estén bien calculadas, difieren ligeramente de las ideales, lo que provoca una falta de adecuación por ondas estacionarias y, en consecuencia, por pérdidas.

Uno de los adaptadores más utilizados es el balún cuyo esquema básico es el que se observa a la derecha.

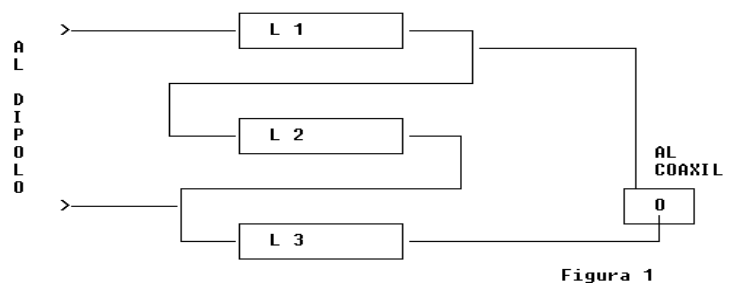


### TEMA 19-1

### BALÚN SENCILLO

Los balunes son transformadores que adaptan una impedancia balanceada a otra que no lo es, como por ejemplo la que se presenta entre una antena de 75  $\Omega$  balanceados y una línea coaxial de la misma impedancia. La mayoría de los balunes comerciales utilizan núcleos de ferrite, los que si bien permiten reducir las dimensiones en algunos casos pueden generar ITV. Esto se produce cuando la potencia en juego es elevada y la sección del núcleo insuficiente para impedir su saturación. El modelo aquí propuesto se inspira en el diseño de un balún Bencher, en el cual se evita el uso de los núcleos de ferrite -que además de lo mencionado anteriormente, son costosos y difíciles de conseguir- y de voluminosos arreglos de cable coaxial. El balún que se ilustra en la Figura 1 es relación 1 a 1 y es utilizable de 3,5 a 30 MHz.

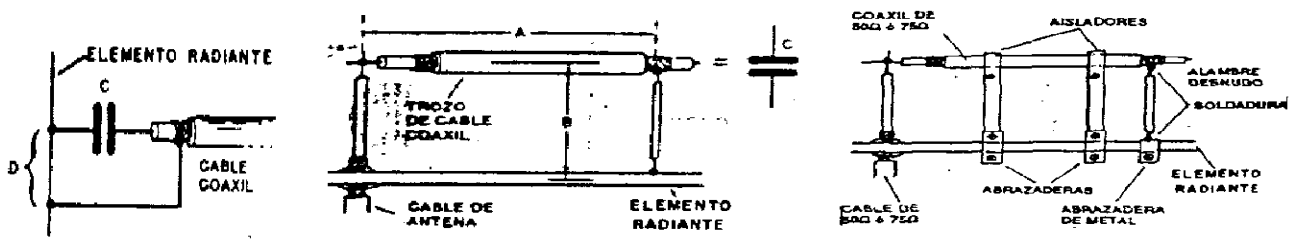
Está construido por 12 espiras trifilares de alambre esmaltado número 12 o 14, arrollados en espiras juntas sobre un culeo fenólico o de fibra de vidrio de 25 mm de diámetro. El núcleo también puede ser de PVC, pero en este caso la ROE a potencias elevadas debe ser inferior a 2:1 a fin de evitar que el PVC se recaliente y se queme. El modelo aquí propuesto fue probado con éxito a potencias de 900 W.



Cuando instalamos en nuestra estación un amplificador lineal con una salida de 500 W o más empiezan los problemas, hay que adecuar la antena, el cable de bajada, balunes, conectores y aisladores para soportar este nuevo régimen de trabajo, más aún cuando el modo de emisión es Packet o FM donde la transmisión es continua.

### TEMA 19-2

### GAMMA MATCH



La finalidad del gamma match es adecuar las características de la antena y del cable de modo de reducir al mínimo el ROE. En las bandas de 80, 40, 20, 15 y 10 metros, la finalidad del gamma match es permitir el pasaje de las señales que vienen en forma desbalanceada por el cable coaxial hacia un sistema irradiante simétrico como es la antena. Esto se logra con un capacitor en serie con el conductor central del cable coaxial y en la práctica se resume a adecuar el valor de este capacitor a un punto en que la impedancia presentada por la antena se adapte a la del cable. Este capacitor puede ser sustituido por un componente ficticio consistente en un trozo de cable coaxial cuyo largo y separación del elemento irradiante determinará la capacitancia determinada. Para orientación general, la mayoría de los coaxiales presentan una capacidad de 100pF por metro lineal. El largo (a) y la separación (b) dependerá de la banda de operación y la regulación para máximo

rendimiento se hace modificando la separación (b) entre el irradiante y el gamma. La siguiente tabla orienta para la elaboración del gamma:

Banda de 20 metros	A = 0,90 metros	B = 0,05 metros
Banda de 15 metros	A = 0,70 metros	B = 0,04 metros
Banda de 10 Metros	A = 0,45 metros	B = 0,025 metros

### TEMA 19-3 SINTONIZADOR DE ANTENAS O TRANSMATCH

La unidad de sintonía de antena es otro de los dispositivos destinados a la radioestación y que también se la conoce bajo otros nombres. En efecto, estas redes de acoplamiento de antena se las denomina, unidad de sintonía, unidad de acoplamiento de antena, acoplador de antena, transmatch.

Ahora bien, el nombre correcto surgirá de la función que se intenta realizar con este dispositivo ya que si se va a emplear una de estas redes, compuestas por inductancias y capacitores variables en el punto de alimentación de la antena -caso antena de hilo largo- entonces la denominación correcta es sintonizador de antena. Ahora bien, si esta red es utilizada a la salida del transmisor para sintonizar un sistema aéreo formado por el irradiante y la línea de alimentación entonces el nombre de transmatch es el correcto. El nombre transmatch es la abreviación de "matching the trasmitter to the line", adaptar el transmisor a la línea. Una unidad de sintonía de antena es una red que se emplea para corregir -desde el punto de vista del transmisor- una antena que está pobremente adaptada. Desde el momento que el lugar apropiado para corregir la adaptación está en el punto de alimentación de la antena, lo mejor que una unidad de sintonía podrá lograr es que el sistema aéreo se comporte como si tuviera una impedancia de 50 Ω para el transmisor. Supongamos que por no tener ganas de trabajar construimos un dipolo y lo alimentamos con una línea asimétrica -coaxial- pero al utilizarla vemos que la ROE es de 5:1 y por tanto con una desadaptación así el transmisor no toma carga y por no alargar o acortar los brazos del dipolo colocamos una unidad de sintonía a la salida del transmisor, la ajustamos de manera que éste "vea" una carga de 50 W y entonces el transmisor trabajará satisfactoriamente, pero quedará en pie el problema de desadaptación entre línea y dipolo, es decir enmascaramos el problema pero no lo solucionamos al colocar una unidad de sintonía. Se puede utilizar la unidad de sintonía en forma más racional para extender el rango útil operacional de nuestro dipolo alimentado con coaxial dentro de la banda de trabajo ya que los dipolos exhiben una baja ROE en una reducida parte a ambos lados de la frecuencia de resonancia a la que ha sido ajustado, pero debemos aclarar que nunca se debe hacer trabajar un sistema aéreo que tiene incorporado balón, con una unidad de sintonía de antena. En general se puede utilizar la unidad de sintonía con cualquier sistema aéreo -dipolo, vertical, direccional, etc. pero debemos manifestar que solo se justifica cuando tengamos instalada una antena Zepelín para operarla en varias bandas o una antena de hilo largo, ya que si contamos con antenas monobanda y/o multibandas alimentadas con líneas bien adaptadas y por tanto baja ROE este elemento es inútil en nuestra radioestación.

#### TEMA 19-3.1 REDES ADAPTADORAS

Para transformar una impedancia en otra se utilizan varios tipos de redes comúnmente denominados L, π y πL. La razón de que con estas redes se pueda realizar una transformación completa es que, para cualquier circuito serie constituido por una reactancia y una resistencia serie, siempre se puede hallar una red paralelo equivalente que tenga las mismas características de impedancia.

La impedancia serie es:  $Z_S = \sqrt{R_S^2 + X_S^2}$

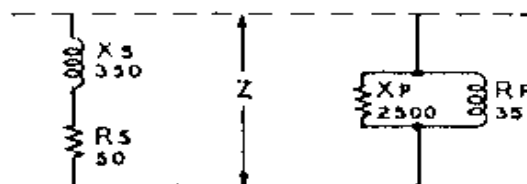
El Q serie es:  $Q_S = X_S/R_S$

La impedancia paralelo es:  $Z_P = \frac{R_P \times X_P}{\sqrt{R_P^2 + X_P^2}}$

La Q paralelo es:  $Q_P = R_P/X_P$

Tenemos la igualdad  $R_P/R_S = Q^2 + 1$

$R_S = Q$

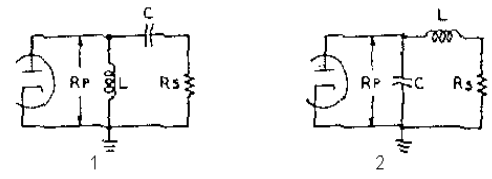


CONVERSIÓN DE IMPEDANCIA SERIE A PARALELO

Figura A

## RED EN L

Es la más sencilla y puede adoptar cualquiera de las formas de la figura B en que las dos configuraciones son equivalentes. El circuito representado en 2 se prefiere a causa de que el condensador proporciona un camino de baja impedancia a masa. La red L es de limitada utilidad en cuanto a adaptación de impedancia porque su relación de transformación tiene un valor fijo igual a  $(Q^2 + 1)$  y el Q de trabajo es relativamente bajo (entre 3 y 6) entre el tanque de placa de un amplificador y la línea de transmisión. Un Q de trabajo de 15 representa una transformación de impedancia de 225 que es demasiado alto en un paso amplificador en clase B o C.



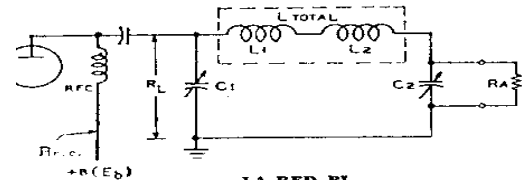
DOS REDES L EQUIVALENTES

Figura B

## RED EN PI

La red pi puede ser considerada como dos redes acopladas inversamente o en oposición tal como se muestra en la figura C.

Esta red es de aplicación mucho más general que la red L, ya que produce mucha mayor atenuación de armónicos y se puede utilizar para adaptar un margen amplio de impedancias sin perjuicio de mantener cualquier valor de Q en el funcionamiento que se desee. La atenuación de energía del segundo armónico es de -35 decibeles para una relación de transformación de 40 y aumenta hasta -40 decibeles cuando el Q de funcionamiento está entre 10 y 15.



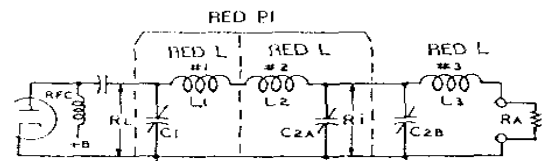
LA RED PI

Figura C

## RED EN PI-L

La red pi-L está constituida por tres redes L y proporciona mayor relación de transformación y mayor supresión de armónicos que las redes anteriores.

En este tipo de red para una relación de transformación de 40 la atenuación del segundo armónico es de aproximadamente -52 decibeles y con una red que tenga un Q de 10 mientras que si el Q es de 15 la atenuación del segundo armónico será de aproximadamente -55 decibeles. Los valores de atenuación del tercer y cuarto armónico son mayores también en la configuración pi-L que en los anteriores casos vistos.



RED PI-L CONSTITUIDA POR TRES REDES L EN SERIE

Figura D

## TEMA 19-4

## CAVIDADES RESONANTES

### TEMA 19-4.1

### INTERFERENCIAS

En la etapa de entrada del típico transceptor de 2 metros, hay presentes niveles críticos de tensión y corriente. Una señal intensa local, aún lejos de la frecuencia de operación del transceptor, puede llegar a la etapa de entrada del equipo, alterando esos niveles y provocando una considerable degradación en la sensibilidad del receptor, denominada técnicamente sobrecarga o bloqueo y que en la jerga actual de los 2 metros se la denomina desensibilización. Es mucho más común de lo que se piensa, especialmente en áreas urbanas de gran concentración de estaciones. Otro tipo serio de interferencia, que afecta principalmente la operación en 2 metros es la deformación por intermodulación, que se produce cuando dos o más señales locales intensas de diferente frecuencia invaden la etapa de entrada de la sección recepción del transceptor, que es un dispositivo no lineal, capaz de mezclar y de producir una o más nuevas señales. Si una de estas señales nuevas cae en la frecuencia que se está recibiendo o cerca de ella, se producirá el fenómeno de modulación cruzada o se escucharán ruidos peculiares, que en la mayoría de los casos anulará por completo la señal recibida. Gran parte del problema de desensibilización e intermodulación en la banda de 2 metros proviene de las regiones de 130 a 143,9 y 148,1 a 170 MHz, que son utilizadas hasta el extremo de que la autoridad de aplicación no tiene prácticamente frecuencias libres en esos márgenes para adjudicar, por los servicios comerciales y gubernamentales, servicios que en su mayor parte son operados por personal que tiene poco o ningún conocimiento técnico. Otra clase de interferencia encuentran los radioaficionados que viven cerca de un

aeropuerto o que operan móviles en la cercanía de uno de ellos. Resulta lógico pensar que con una FI de 10,7 MHz y un oscilador local que varía entre 133,3 y 137,3 MHz las frecuencias de los aviones y torre de control, comprendidas entre 122,6 y 126,6 MHz, puedan llegar a la etapa de entrada de la sección receptora del transceptor y provocar problemas en la banda de 2 metros. Asimismo, también se puede tropezar con problemas de interferencia, cuando el radioaficionado opera en las vecindades de un transmisor de alta potencia de TV y de radiodifusión de FM. Cuando la suma o resta de las frecuencias de los transmisores de TV y FM caen en o cerca de la frecuencia de recepción de 2 metros, habrá problemas. Así, por ejemplo, la señal de vídeo de un canal y la señal de audio de una estación de FM,  $55,25 + 92,3$  MHz, penetran en la etapa de entrada del transceptor y producen una señal de  $55,25 + 92,3 = 147,550$  MHz, que cae bien dentro de la banda de 2 metros y crea una interferencia combinada de una señal ancha de audio, mezclada con el ruido de los impulsos de vídeo, anulando ese canal y quizás los adyacentes. Estas situaciones descritas son únicamente unas pocas de las miles que pueden ocurrir, pero tienen un común denominador: son provocadas por señales indeseables, fuera de la banda de 2 metros, recibidas por la antena de VHF y alimentadas a una etapa de entrada vulnerable.

## **TEMA 19-4.2 EVITANDO LAS INTERFERENCIAS**

Por lo general, tanto las antenas como los equipos transceptores usados en VHF, en 2 metros, son del tipo de paso de banda ancho. Aunque las antenas son resonantes en una frecuencia determinada o en una pequeña banda de frecuencias, recogerán señales que están lejos de la banda de trabajo y las inyectarán a través de la línea asimétrica coaxial, a la sección receptora del transceptor. Aquí no hay mucho que se pueda hacer para remediar el mal, ya que el paso de banda del filtro y las etapas de entrada de la sección receptora están diseñadas y ajustadas para acomodar la banda completa de 144 a 148 MHz. En VHF y UHF, con el objeto de obtener un elevado Q necesario para un filtraje de ancho de banda efectivo, los elementos convencionales como inductores y capacitores comunes no proporcionarán el alto Q requerido. Algunos fabricantes de equipos, reconociendo el grave problema de las interferencias, han incorporado en sus transceptores un filtro híbrido de cavidad de paso de banda, conocido como resonador helicoidal, lo que indudablemente ha mejorado la situación, pero en muchos casos no representa una solución completa. En efecto, estos resonadores helicoidales, si bien han ganado gran aceptación por su reducido tamaño y el hecho que pueden ser montados sin dificultades en el interior de los equipos, muy cerca de la etapa de entrada, a pesar de que pueden atenuar considerablemente las señales fuera de banda que llegan por la antena, no pueden evitar las intensas señales locales de fuera de banda, que aún pueden introducirse en el receptor, por causa de la cercanía de los resonadores a los sensibles circuitos del transceptor.

## **TEMA 19-4.3 LA CAVIDAD RESONANTE REENTRANTE**

La cavidad resonante, que fuera descrita inicialmente por Hansen en 1938, es la solución a este problema. Se trata de un recinto, o parte de un recinto, de cualquier tamaño o forma, cuyas paredes o superficies conductoras puedan mantener campos oscilatorios electromagnéticos en su interior. Cuando un recinto de este tipo incluye una sección reentrante, los campos electromagnéticos tienden a concentrarse en diferentes partes de la cavidad, comportándose en consecuencia, en forma similar a la de un circuito L/C común.

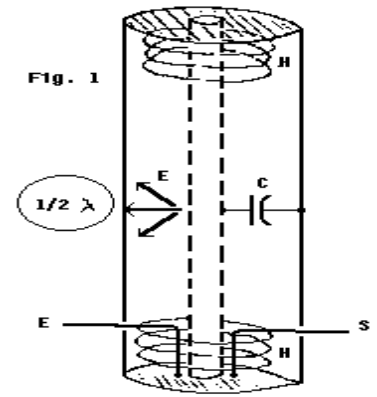
El campo magnético se concentra alrededor de la base de la sección reentrante y el campo eléctrico toma su máximo valor en la parte abierta de la cavidad.



### TEMA 19-4.3.1

### CAVIDAD RESONANTE REENTRANTE DE 1/4 DE ONDA

Un trozo de cable simétrico de 1/4 de onda con un extremo en cortocircuito posee propiedades similares a las de un circuito L/C resonante paralelo. Se puede considerar al recinto resonante reentrante como una línea de transmisión concéntrica de sección más ancha, con su base en cortocircuito, con el aire interior como dieléctrico, como muestra la figura 1. Como quiera que el extremo en cortocircuito de una cavidad de este tipo se encuentre a un alto potencial de corriente de RF, se requiere una superficie interna en el recinto de muy elevada conductividad y una conexión de muy baja resistencia a la RF. A causa del predominio del efecto de superficie en VHF/UHF, se usa comúnmente una superficie interior de plata o cobre para obtener alta conductividad, lo que asegura un elevado Q a través de todo el recinto. Cuando

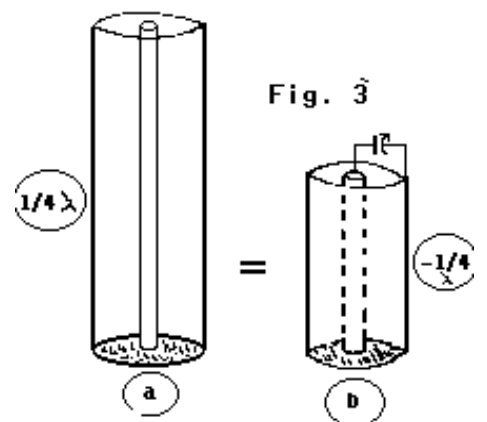


se trata de cavidades resonantes reentrantes, siempre se entiende por el conductor exterior, la superficie interna de las paredes del recinto; las referencias al conductor interior central en cambio indican la superficie exterior del mismo. La parte exterior de la cavidad y la parte interior del caño que forma el conductor interior, están a potencial de masa, en lo que a RF se refiere. El extremo superior abierto de la cavidad resonante ofrece muy alta impedancia y es un área de alta tensión de RF. Si se usa aislación en este extremo, deberá ser de muy buena calidad, a fin de evitar la degradación del Q. Desde el punto de vista del Q, es mejor construir el conductor interior central de una cavidad reentrante de cuarto de onda exacto, ajustando luego la frecuencia de resonancia, variando la longitud del conductor, en el interior de la cavidad, lo que en la práctica resulta engorroso. Más lógico resulta construir tanto la cavidad como el conductor interior central algo más cortos, presentando reactancia inductiva y agregando reactancia capacitiva bajo la forma de un pequeño capacitor variable, conectado en paralelo entre las partes superiores de la cavidad y el conductor interior central, para lograr resonancia. En la práctica, la dimensión física del conductor interior central de cuarto de onda es menor que su longitud eléctrica, debido al efecto paralelo que producen las capacitancias parásitas existentes por la proximidad del recinto al extremo abierto del conductor interior central. Resulta axiomático el hecho, de que a medida que se eleva la frecuencia, se puede disminuir el tamaño óptimo de la cavidad. Mientras que la longitud de la cavidad y de su conductor interior central determinan la frecuencia, la relación que existe entre el diámetro de la cavidad y el del conductor interior central es importante para determinar el valor óptimo del Q. Nada impide que el tamaño del recinto sea de media onda en lugar de un cuarto de onda, que asimismo puede ser achicado por una carga capacitiva, como ilustra la figura 3. Este diseño -que tiene aplicación práctica en UHF- responde a los principios ya vistos para las cavidades de un cuarto de onda. Empero, en la versión media onda, ambos extremos en cortocircuito son áreas de alta corriente de RF, mientras que la parte central es la de alta tensión. Allí, un capacitor variable lleva la cavidad a resonancia. Se destaca el hecho de que una cavidad de tres cuartos de onda exhibe características similares a las de una de un cuarto de onda, a pesar del aumento físico.

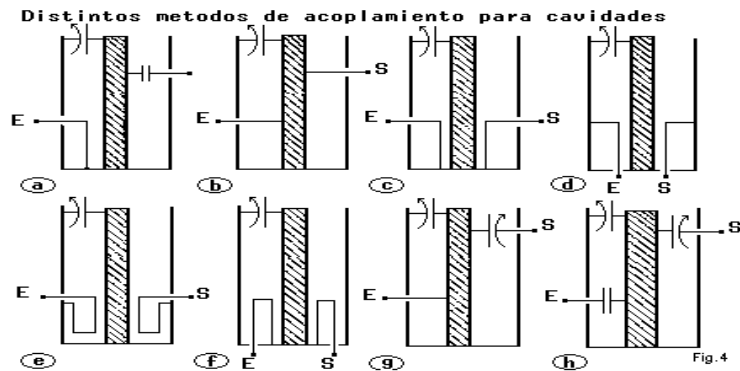
### TEMA 19-4.3.2

### EFFECTUANDO EL ACOPLAMIENTO

La selectividad, la pérdida por inserción y la impedancia que presenta una cavidad resonante reentrante, dependen de la forma y magnitud en que la energía de RF se acopla hacia y afuera del recinto, estas características son interdependientes. Se puede efectuar el acoplamiento por métodos electromagnéticos utilizando lazos inductivos; por sistemas electrostáticos, usando capacitancias y finalmente, por conexión directa al conductor interior. Asimismo, se puede emplear una combinación de estos métodos, dependiendo de la aplicación específica de la cavidad. Cuando se trabaja con líneas asimétricas coaxiales de baja impedancia, como es común en trabajos de radioaficionados, se utilizan lazos de acoplamiento inductivo.



En otros casos, especialmente cuando se trata de varias cavidades conectadas en serie, se acude al acoplamiento directo al conductor interior central. En cambio, el acoplamiento capacitivo proporciona un método muy conveniente para alimentar energía hacia o de circuitos de alta impedancia. En la figura 4 aparecen representados varios métodos de acoplamiento. Se ilustran los siguientes:



- entrada inductiva por lazo de baja impedancia y salida capacitiva de alta impedancia (por ejemplo, entrada antena de 50  $\Omega$  a grilla de la primera válvula de RF).
- entrada directa de baja impedancia y salida directa de alta impedancia (usado en el ejemplo anterior, obligaría al uso de un pequeño capacitor fijo de bloqueo para permitir la aplicación de polarización en la grilla de la válvula).
- entrada y salida de baja impedancia mediante lazos inductivos (por ejemplo, entrada de antena de 50 W y salida de 50 W para la base del transistor de entrada del transceptor).
- caso igual al anterior, pero con los receptáculos coaxiales de entrada y salida ubicados en el extremo inferior de la cavidad, por razones de conveniencia.
- entrada y salida de baja impedancia por lazos inductivos completos.
- sistema similar al de d, pero con lazos inductivos completos.
- entrada de baja impedancia directa y salida capacitiva de alta impedancia, con magnitud ajustable mediante un capacitor variable.
- entrada baja impedancia por capacitor y salida alta impedancia ajustable capacitor variable.

### TEMA 19-4.3.3 PERDIDA POR INSERCIÓN

La pérdida por inserción en el circuito provocada por una cavidad resonante reentrante depende de varios factores, entre ellos el tamaño del recinto, clase de material utilizado en su construcción y en el conductor interior central y el sistema y grado de acoplamiento. Así, un acoplamiento fuerte disminuirá la pérdida por inserción, pero afectará el grado de selectividad, mientras que un acoplamiento débil tendrá exactamente el efecto opuesto.

Normalmente los lazos inductivos de acoplamiento se ubican en el extremo inferior en cortocircuito de la cavidad resonante reentrante, sitio donde se encuentra el campo electromagnético máximo. A medida que el lazo se coloca más cerca del conductor interior central, se aumenta el acoplamiento, mientras que el plano del lazo se orienta a abarcar el máximo de flujo magnético. Si se aleja el lazo, se disminuirá el acoplamiento. En cambio, se utilizan sondas capacitivas para acoplar energía hacia y afuera del campo electrostático, que se halla concentrado en el extremo superior abierto, punto de alta impedancia del recinto. A medida que la sonda capacitiva se ubica más cerca del conductor interior central, aumenta el acoplamiento.

### TEMA 19-4.3.4 ADAPTACIÓN DE IMPEDANCIAS

El uso de lazos inductivos de acoplamiento permite disminuir la importancia del problema de adaptación de impedancias y posibilita la experimentación, por parte del radioaficionado, a fin de obtener los mejores resultados independientemente del tamaño, forma y posición de los lazos. Empero, para lograr cálculos y diseños más precisos, es necesario emplear conexiones directas al conductor interior central. No obstante, se deberá tomar una posición de compromiso, cuando en una instalación particular se desea obtener las características deseadas de selectividad, pérdida por inserción y adaptación de impedancias.

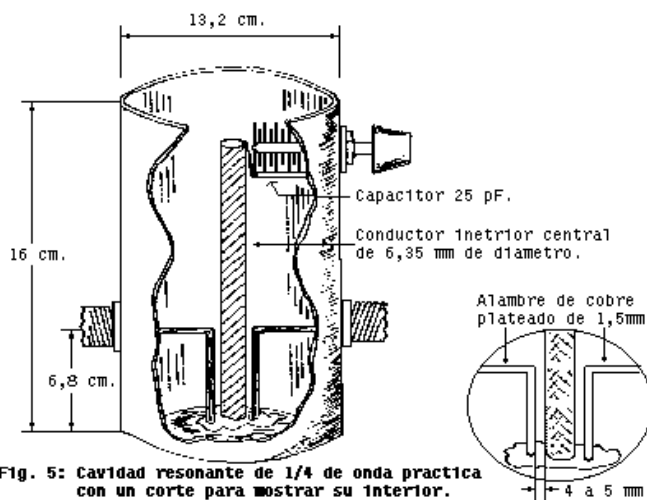
### TEMA 19-4.3.5 ACOPLAMIENTO DE DOS O MAS CAVIDADES

Cuando se debe utilizar más de una cavidad, también es posible emplear distintos métodos de acoplamiento, como muestra la figura 4 (tema 19-4-3-2). El grado de acoplamiento en a) y b) está determinado por el tamaño de la abertura de acople; en c) y d) por la proximidad de las sondas capacitivas que producen el

acoplamiento capacitivo y en e) por las dimensiones y posiciones de los lazos de acoplamiento inductivo. En todos los casos, cuando se alcance el grado crítico de acoplamiento, se obtendrá el ancho de banda más amplio, con una curva de selectividad adecuada. Para el experimentador estudioso interesado en el tema, le recomiendo los artículos que aparecen citados en la bibliografía.

## TEMA 19-4.4 CONSTRUCCIÓN CAVIDAD RESONANTE BÁSICA

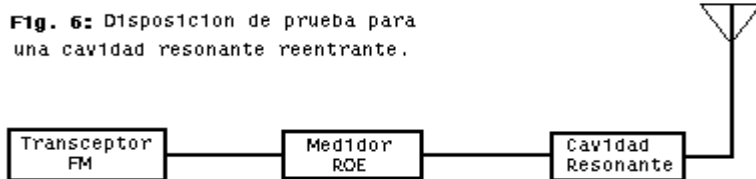
Para los lectores que desean adquirir una experiencia de trabajo con cavidades resonantes reentrantes, he aquí la descripción de una cavidad básica, que será muy útil, además, para los afectados en la banda de 2 metros por radio mensajes, radio llamadas, etc., que en muchos casos anulan muchos canales de la banda de 2 metros con sus tonos de audio y sus mensajes privados. Todo lo que se requiere es un recipiente metálico cilíndrico (son ideales los que contienen 1kg de café soluble instantáneo) y unos pocos elementos que sin duda, tendrá a mano todo radioaficionado experimentador y que son: un trozo de 16 cm de caño de cobre de 6,35 mm de diámetro (1/4"), pudiendo utilizarse también el de 12,7 mm (1/2"), un capacitor variable con eje de 25 pF, preferiblemente tipo compensador APC, de espaciado de aire de por lo menos 0,76 mm entre chapas, con un eje de 6 mm de diámetro, al que se le colocará una perilla adecuada. Además, se necesitará un trozo de alambre desnudo de cobre plateado de 1,5 mm de diámetro, para construir los lazos de acoplamiento inductivo y un par de receptáculos coaxiales hembra tipo tapón o similar, con rosca y tuercas de ajuste. Véase la figura 5. En dos costados diametralmente opuestos de la lata, se harán con sumo cuidado un par de agujeros de 4 mm de diámetro a una altura de 6,8 cm del borde inferior de la lata, que se ensancharán con una lima redonda hasta alcanzar 16 mm de diámetro. Insértense los receptáculos coaxiales hembra y asegúrense con las tuercas provistas a ese fin. En el centro justo del extremo inferior de la lata, se aplicará estaño en abundancia, utilizando un soldador de 250 W o más, a fin de poder soldar la parte inferior del caño de cobre del conductor interior central y los dos extremos inferiores de los lazos de acoplamiento. El caño de cobre puede ser algo más extenso de lo requerido, hacer un corte central a 1 cm del extremo y formar dos pequeñas pestañas, que se soldarán de tal manera al fondo de la lata, que el caño ocupe la parte central del recinto. A continuación, se colocarán los lazos de acoplamiento inductivo de tal forma que su parte más larga, de 6,8 cm corran paralelas al caño de cobre del conductor interior central, separados en todo ese recorrido hasta el fondo de la lata, por una distancia de 4 mm como mínimo y de 5 mm como máximo. Luego se montará el capacitor variable de 25 pF en la parte superior de la lata, haciendo ángulo recto con la parte superior de los lazos de acoplamiento inductivo y los receptáculos coaxiales hembra. El terminal del rotor del capacitor variable debe estar bien limpio y se lo suelda a masa en la lata, con la conexión más corta posible. El estator va conectado a la parte superior del caño de cobre del conductor interior central, de más de 3 mm de ancho y lo más corto posible.



### TEMA 19-4.4.1 AJUSTE Y PRUEBA

Se puede realizar un ajuste preliminar, para determinar el margen de frecuencias que cubre la cavidad así construida, aproximando la bobina de acoplamiento de una espira del MACG (Medidor por absorción de la corriente de grilla o grid-dipper) correspondiente a VHF, al fleje de cobre que une el estator del capacitor variable con el conductor interior central. Una caída pronunciada de la aguja del instrumento indicará resonancia, que deberá producirse con el capacitor variable aproximadamente a mitad de su recorrido y con el dial del MACG ubicado en las proximidades de los 146 MHz.

Deberá haber capacitancia de sobra a ambos lados del punto de resonancia, como para poder cubrir toda la banda de 2 metros y aun más allá. Finalizada esta verificación, se puede insertar la cavidad resonante reentrante en serie con la línea de transmisión, como muestra la figura 6.



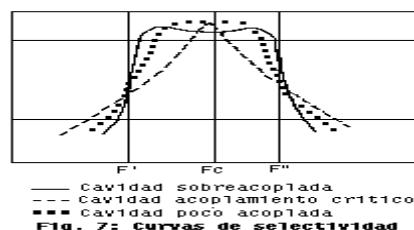
Sintonícese una señal débil en la banda de 2 metros y ajústese el capacitor variable hasta obtener una respuesta máxima, la sintonía será aguda y crítica. He aquí la razón por la que se debe contar con una perilla cómoda adosada al eje del rotor del capacitor variable.

Colóquese el transceptor en posición de baja potencia y reajústese el capacitor variable ligeramente para lograr el mínimo valor de la ROE. Sin tocar para nada la sintonía de la cavidad, cámbiese la frecuencia de transmisión 1 MHz arriba y luego, pasando por la frecuencia de ajuste, disminúyese dicha frecuencia 1 MHz abajo, observando el cambio en la ROE. Esto proporcionará una buena idea de la selectividad de la cavidad. Si se emplea una carga artificial de 50 W y un vatímetro adecuado para VHF, en lugar de la antena, cuando se realiza esta prueba, entonces se puede relacionar el cambio de la ROE con la variación en la potencia de salida.

### TEMA 19-4.4.2 MAS EXPERIENCIAS

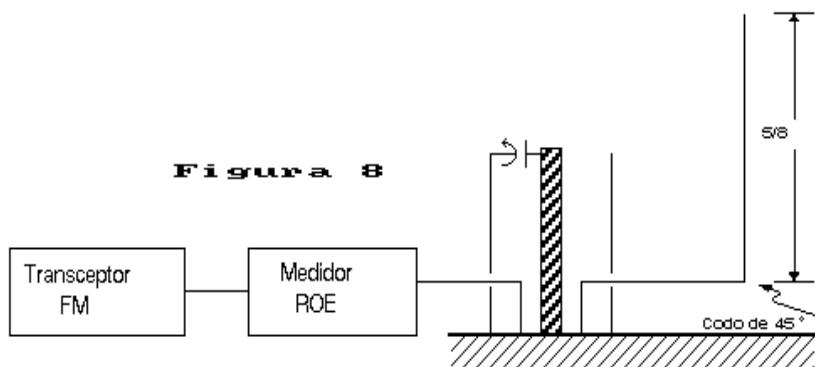
Trátese de doblar los lazos con unas pinzas de puntas largas, de tal manera que disminuya la separación al conductor interior central.

Entonces, las pruebas mostrarán que el ancho de banda aumenta, revelado por un cambio menor en la ROE y en la potencia de salida, comparativamente con la primera prueba. Después, realícese otra experiencia con los lazos de acoplamiento inductivo ubicados más lejos del conductor central interior. Entonces, se deberá observar que el ancho de banda disminuye, como lo revela el gráfico de la figura 7.



### TEMA 19-4.4.3 ANTENA PARA OPERACIÓN MÓVIL DE 5/8 DE ONDA

Seguramente, el radioaficionado deseoso de experimentar, hallará más pruebas para realizar. ¿Por qué no alimentar, por ejemplo, la salida de la cavidad resonante reentrante con una antena de 5/8 de onda directamente? Entonces, la cavidad se desempeñará como un resonador para la antena de 5/8 de onda. Los lazos de acoplamiento inductivo deberán ajustarse a mínima



ROE en la frecuencia de resonancia. Sin duda, los resultados del uso de una antena de este tipo en conjunción con una cavidad resonante reentrante y un transceptor de VHF carente de filtros helicoidales resonantes, será extraordinario, si se está operando en un lugar plagado por interferencias producidas por radio llamados o radio mensajes. Para los que desean seguir con la experimentación, será tarea sencilla agregar una varilla metálica de 5/8 de onda (1,22 m) en la entrada de la cavidad descrita y probar. Empero, para lograr buenos resultados, se podrá colocar en la parte inferior exterior de la cavidad, un plano artificial de tierra, constituido por dos flejes de aluminio de unos 1,14 metros de largo y 10 cm de ancho cada uno, unidos en cruz y colocados sobre la parte superior del automóvil. Con un medidor de ROE se ajustará a mínima ROE la cavidad, que quizás sea alta en el primer intento. Entonces se moverá el lazo inductivo de acoplamiento correspondiente a la salida (antena) con relación al conductor interior central, un poco cada vez, hasta que la ROE tenga mínimo valor en resonancia. Paso seguido, se podrá rehacer la forma y posición del otro lazo de acoplamiento inductivo (entrada) hasta obtener el deseado grado de selectividad versus pérdida por inserción en el circuito de la cavidad. Téngase en cuenta que todos estos ajustes están relacionados entre sí.

## TEMA 20

## LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Lo que ocurre con las líneas de transmisión por su pérdida, aislación térmica, impedancia, costo, condicionan su uso en nuestras instalaciones. Una línea de transmisión consta de dos conductores por medio de los cuales se conectan las dos mitades o secciones de una antena con el transceptor. Las líneas de transmisión pueden ser equilibradas (izquierda de la figura 20-1) o desequilibradas (derecha de la figura 20-1).

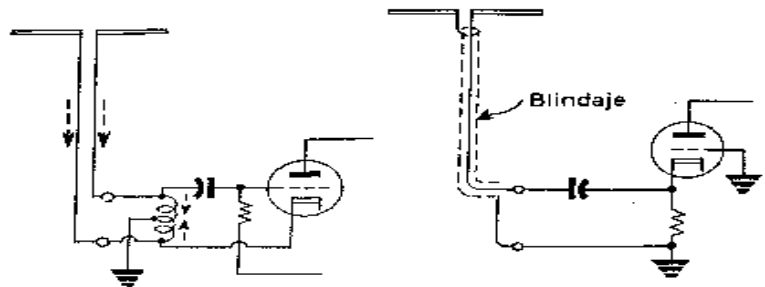


Fig. 20 - 1 Conexiones a una línea de transmisión equilibrada (izquierda) y a una no equilibrada (derecha).

Cada conductor de una línea equilibrada está conectado al extremo interior de una de las mitades de la antena y en el transceptor a cada extremo de la bobina del circuito de antena, habiendo una conexión a tierra de la derivación central de la bobina, o de una red de resistencias o capacidades. Los dos conductores de las líneas y todo lo que a ellas se

conecte son simétricos. Las radiaciones que llegan a una línea equilibrada producen voltajes y corrientes que actúan en el mismo sentido y al mismo tiempo en ambos conductores, ya sea hacia arriba o hacia abajo y se oponen entre sí en las dos mitades de la bobina u otro acoplamiento equilibrado de antena, compensando sus efectos y queda la señal proveniente de la antena para que actúe en el acoplamiento. La compensación de los voltajes captados por una línea equilibrada explica el por qué este tipo de línea es bastante inmune a la interferencia aun cuando no esté blindada. Una línea de transmisión con la que se hagan conexiones no equilibradas suele ser del tipo coaxial, es decir, está formada por un conductor central único incrustado en aislamiento, alrededor del cual hay otro conductor en forma de trenza metálica. El conductor central se conecta a uno de los conductores de la antena y al terminal de alta del acoplamiento al circuito de rejilla de radiofrecuencia del transceptor y el conductor externo (malla) se conecta al otro conductor de antena y al terminal de baja del transceptor (masa del equipo). Un coaxial puesto a tierra no sufre la influencia de los campos eléctricos externos ni tiene campo externo propio.

### TEMA 20-1

### IMPEDANCIA DE LA LÍNEA

Una línea de transmisión se puede considerar que está formada por gran número de secciones muy cortas y cada sección está formada por la inductividad de los conductores que quedan en serie y por capacitancias que quedan en paralelo debido a que los dos conductores actúan como placas separadas entre sí por el aislamiento como dieléctrico, pero además hay que considerar las resistencias en serie de los conductores y en paralelo entre ellos.

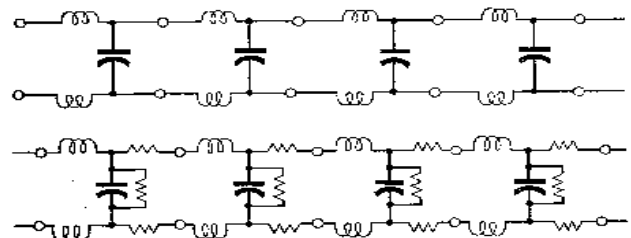


Fig. 20 - 2 Una línea transmisora consta de muchas secciones, en cada una de las cuales hay inductividad, capacidad y resistencia.

Si se acoplan varias secciones parciales como en la figura no se produce ninguna variación de la impedancia y a esta impedancia constante se le suele dar el nombre de impedancia característica y depende de la inductividad, capacidad y resistencia de cualquier longitud de línea. La impedancia característica permanece constante cualquiera que sea la longitud real de una línea y cualquiera sea la frecuencia, ya que las reactancias inductivas y capacitivas varían en sentidos opuestos cuando varía la frecuencia. La impedancia de una línea se puede calcular por:

$$Z = \frac{L}{C} \times \frac{1}{\sqrt{k}}$$

Donde: Z = impedancia en  $\Omega$

L = inductividad en H

C = capacidad en F

K = constante dieléctrica del aislante

La capacidad aumenta cuanto más juntos estén los conductores y sean de mayor diámetro; caso contrario cuanto más se separan y son de menor diámetro disminuye la capacidad, pero aumenta la impedancia. Cuando mayor es la constante dieléctrica menor será la impedancia de la línea. En el caso de líneas con conductores paralelos (línea equilibrada) la fórmula de la impedancia característica es:

$$Z = 276 \times \log\left(\frac{2 \times S}{D}\right) \times \frac{1}{\sqrt{k}}$$

En las líneas no equilibradas (coaxiales) la fórmula es:

$$Z = 138 \times \log\left(\frac{D}{d}\right) \times \frac{1}{\sqrt{k}}$$

Donde: Z = impedancia en  $\Omega$

D = diámetro del blindaje en cm

d = diámetro del conductor interior en cm

K = constante dieléctrica del aislante

## TEMA 20-2 CONSTANTE DE VELOCIDAD EN LÍNEAS

Las ondas de radiofrecuencia que se propagan a lo largo de las líneas de transmisión se mueven con mayor lentitud que las ondas de la misma frecuencia en el espacio libre. Esto significa que una línea cuya longitud se exprese en cierto número de longitudes de onda, como de un cuarto o un medio u otras fracciones, no tendrá una longitud física en centímetros o en metros, de igual valor que el mismo número de longitudes o fracciones de onda en el espacio.

La fracción de la velocidad de propagación en el espacio libre de una onda de determinada frecuencia de una línea de transmisión recibe el nombre de constante de velocidad o factor de velocidad y este valor es el que hay que multiplicar por la longitud de onda en el espacio para determinar la longitud de onda equivalente de la línea. Algunas constantes de velocidad de líneas se dan a continuación:

Conductores paralelos 300  $\Omega$  sin blindaje: 0,82

Conductores paralelos 150  $\Omega$  sin blindaje: 0,77

Conductores paralelos 75  $\Omega$  sin blindaje: 0,69

Línea abierta al aire con aisladores: 0,95

Línea coaxial impedancia 50  $\Omega$ : 0,66

Línea coaxial impedancia 75  $\Omega$ : 0,66

## TEMA 20-3 SECCIONES DE LÍNEAS DE ADAPTACIÓN

Cuando no se desea colocar un balún bobinado de adaptación para igualar las impedancias entre antena y cable o entre cable y transceptor se puede lograr la adaptación con una sección de línea de  $\frac{1}{4}$  de onda a la frecuencia para la cual se desee la adaptación óptima.

La impedancia de la sección de adaptación de un cuarto de onda se hace igual a la raíz cuadrada del producto de las impedancias desiguales que en la fórmula se expresan como Z<sub>A</sub> y Z<sub>B</sub> todas expresadas en  $\Omega$ .

$$Z = \sqrt{Z_A \times Z_B}$$

## TEMA 20-4

## LÍNEAS CONSIDERACIONES E IMPEDANCIA

Las relaciones existentes entre la corriente y el voltaje de las ondas estacionarias debidas a las reflexiones hacen que ciertas longitudes de líneas abiertas o de líneas en cortocircuito actúen como ciertas combinaciones de inductancia y capacidad. Del análisis de las figuras surge que las relaciones de voltaje y de corriente se repiten cada media longitud de onda y por esta razón es que cuando calculamos nuestras líneas debemos tomar siempre múltiplos de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda que si deseamos nuestra antena se cargue en tensión será múltiplos impares y si queremos cargar en corriente serán pares. La forma física de una línea de transmisión depende del tipo de antena a utilizar y de la frecuencia de trabajo. A bajas frecuencias se suelen utilizar dos hilos conductores paralelos. A partir de algunos kHz se emplean cables coaxiales es decir formados por un conductor central y una malla que lo rodea separados ambos por un material aislante. A frecuencias muy elevadas es necesario utilizar -guía onda-, que son tubos metalizados de sección circular o rectangular con su interior perfectamente mecanizado para facilitar la transmisión de la señal, cuando más elevada es la frecuencia de trabajo debe prestarse especial atención no solo a la resistencia eléctrica del cable sino el efecto bobina y el efecto condensador. El efecto condensador es debido a la capacidad que aparece entre dos conductores separados por un aislante y se lo conoce como capacidad distribuida debido al hecho de que se reparte por toda la línea. Se la mide en faradios por metro de longitud. El efecto bobina se debe al hecho de que al estar próximos los dos conductores aparecen corrientes inducidas. Este efecto inductivo se mide en henrios por metro de longitud. Si la longitud de un cable de enlace entre transmisor y antena no es la correcta se producirán interferencias entre los electrones de la onda o señal que emitimos porque los electrones chocarán entre sí y como vienen en distinta fase se anularán o disminuirá el campo electromagnético generado. Cuando las líneas poseen un número entero de medias longitudes de onda se dice que es resonante y en este caso la tensión y la corriente están en fase, comportándose el conductor como si fuese una resistencia pura.

En términos eléctricos la impedancia característica de una línea de transmisión es sencillamente la relación entre la tensión en esa línea y la corriente que la recorre; es decir, es una relación análoga a la que existe en una resistencia óhmica pura. Por tanto, la impedancia característica de una línea puede expresarse por  $Z = \sqrt{L/C}$

En términos eléctricos la impedancia característica de una línea de transmisión es sencillamente la relación entre la tensión en esa línea y la corriente que la recorre; es decir, es una relación análoga a la que existe en una resistencia óhmica pura. Por tanto, la impedancia característica de una línea puede expresarse por  $Z = \sqrt{L/C}$

### TEMA 20-4.1

### LÍNEAS ABIERTAS Y EN CORTOCIRCUITO

Las relaciones existentes entre la corriente y el voltaje de las ondas estacionarias debidas a las reflexiones, hacen que ciertas longitudes de líneas abiertas o en corto circuito actúen como ciertas combinaciones de inductividad y capacidad. Estas relaciones, en el caso de líneas abiertas, se ilustra en las figuras 20-4 A y 20-4 B, donde las curvas representan las ondas estacionarias de corriente y voltaje y debajo de ellas cómo se comportan las líneas de un cuarto y media longitud de onda.

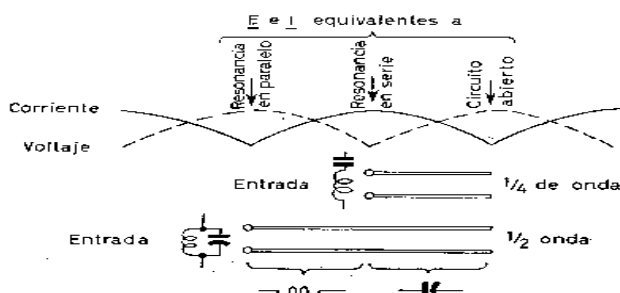


Fig. 20-4 B Relaciones entre las longitudes de líneas abiertas, y elementos de circuito equivalentes.

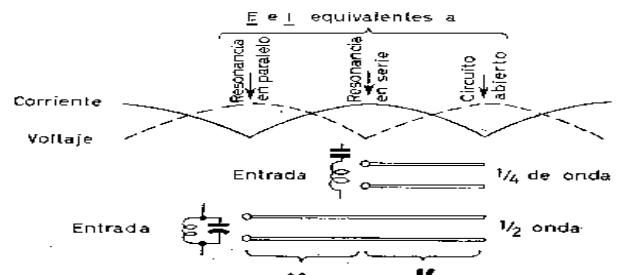


Fig. 20-3 Relaciones entre las longitudes de líneas abiertas, y elementos de circuito equivalentes.

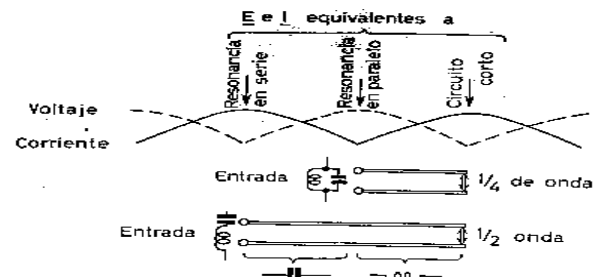
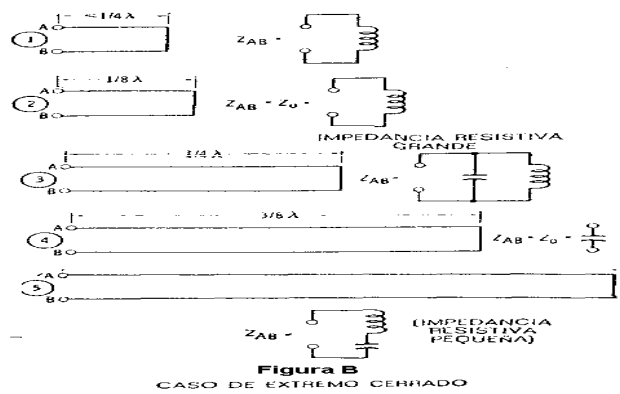
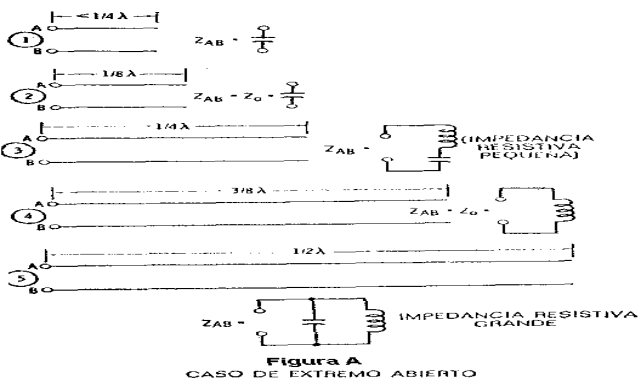


Fig. 20-4 Relaciones entre las longitudes de líneas en corto, y elementos de circuito equivalentes.



De lo visto aquí surge que si un coaxial tiene:

- 1/4 de longitud de onda y en un extremo se unen malla y vivo la impedancia es infinita (circuito abierto)
- 1/4 de longitud de onda y en un extremo aislamos malla y vivo la impedancia es cero (cortocircuito)
- 1/2 de longitud de onda y en un extremo se unen malla y vivo la impedancia es cero (cortocircuito)
- 1/2 de longitud de onda y en un extremo aislamos malla y vivo la impedancia es infinita (circuito abierto)

Un segmento de línea menor que un cuarto de onda presenta un valor de reactancia que puede ser utilizado para adaptar la reactancia no deseada en un sistema de antenas y para ello se acompañan las figuras A y B donde se indican los equivalentes de circuitos de constante concentrada equivalentes a líneas resonantes.

LINEA EXTREMO ABIERTO		LINEAS EXTREMO CERRADO	
1/8 longitud de onda	igual valor reactancia capacitiva	1/8 longitud de onda	igual valor reactancia inductiva
1/4 longitud de onda	inversor de impedancia	1/4 longitud de onda	inversor de impedancia
3/8 longitud de onda	igual valor reactancia inductiva	3/8 longitud de onda	igual valor reactancia capacitiva

## TEMA 20-4.2 LÍNEAS AÉREAS BIFILARES

Una línea de transmisión bifilar es de simple construcción, su impedancia puede calcularse en forma bastante fácil y cuando se halla convenientemente ajustada y equilibrada respecto a tierra, con una separación entre conductores despreciable en relación con la longitud de onda de la señal transmitida, la radiación de la línea será mínima; las corrientes que recorren los dos hilos son iguales y de sentido contrario y los campos magnéticos creados por los dos conductores se hallan en oposición. Cuando una línea bifilar está terminada en una resistencia equivalente a la impedancia característica de la línea, ésta resulta del tipo aperiódica o no resonante. Expresada en función de las dimensiones, la impedancia característica de una línea aérea bifilar es igual a:

$$Z = 276 \times \log\left(\frac{2S}{d}\right)$$

Donde: S = distancia entre los centros de los hilos

d = diámetro del hilo expresado en la misma unidad que S

La fórmula es exacta siempre que la separación entre hilos sea relativamente grande respecto al diámetro del conductor. Rara vez se utilizan líneas bifilares cuya impedancia sea menor de 200  $\Omega$  pues aún para este valor alto de impedancia la separación de los hilos resulta pequeña (5,3 veces el valor de d). A continuación, se da una tabla de la impedancia característica de líneas bifilares empleadas en la práctica y sus valores son lo suficientemente exactos para aplicarlos en nuestra radioestación.

2S/d	2	3	4	5	6	7	10	20	50	70	75
Z	165	220	250	270	300	330	360	490	560	580	600



### TEMA 20-4.3 LÍNEAS EN CINTA

Las líneas de enlace entre el transmisor y la antena pueden ser también dos conductores moldeados en una cinta de poliestireno o material dieléctrico (similar a la cinta usada en TV) y su impedancia característica varía según el fabricante entre 75  $\Omega$  y 300  $\Omega$  y para potencias entre 10 W y 1 kW. Algunos fabricantes las construyen en forma de tubo pero con las mismas características y las denominan "twin lead". A continuación, se dan características de algunas de estas líneas:

TIPO DE LINEA	ATENUACIÓN CADA 100 m	FACTOR DE VELOCIDAD	CAPACIDAD POR METRO
Cinta 75 $\Omega$	4,92 dB	0,71	59 pF
Cinta 150 $\Omega$	3,6 dB	0,77	33 pF
Cinta 300 $\Omega$	2,82 dB	0,85	19,5 pF
Tubular 150 $\Omega$	2,79 dB	0,79	26,6 pF

### TEMA 20-4.4 CABLES COAXIALES

El conductor coaxial está formado por un conductor central único (alambre o cable) incrustado en aislamiento, alrededor del cual hay otro conductor en forma de trenza metálica, todo esto a su vez envueltos en una cubierta aislante. El conductor central (vivo) se conecta a uno de los lados del dipolo y al vivo del transmisor y/o transceptor, mientras que la malla (neutro) se conecta al otro lado del dipolo y a la masa de transmisor.

#### TEMA 20-4.4.1 ATENUACIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE COAXIALES

Un conductor coaxial con su malla puesta a tierra no sufre la influencia de los campos eléctricos externos ni tiene campo externo propio. En los cables coaxiales su capacidad aumenta cuando más juntos estén los conductores y sean de mayor diámetro, pero a su vez se reduce su impedancia.

Debe tenerse presente que en todos los cables coaxiales las ondas de radiofrecuencia se desplazan con mayor lentitud que las mismas ondas en el espacio y por consiguiente la longitud de onda de una línea de transmisión es más corta que en el espacio. A esta diferencia se le denomina factor de velocidad de la línea y en los cables coaxiales varía entre 0,65 y 0,67 tomándose normalmente como factor el número 0,66 y por tanto la fórmula para calcular la longitud de onda en los cables está dada por la fórmula:

$$L = 0,66 \times \left( \frac{300\ 000}{F} \right)$$

Donde: L = longitud de onda en  
F = frecuencia en kHz

Todos los conductores coaxiales tienen pérdidas de energía a lo largo de su recorrido y estas pérdidas son mayores cuando más fino sea el conductor vivo y menor su aislación.

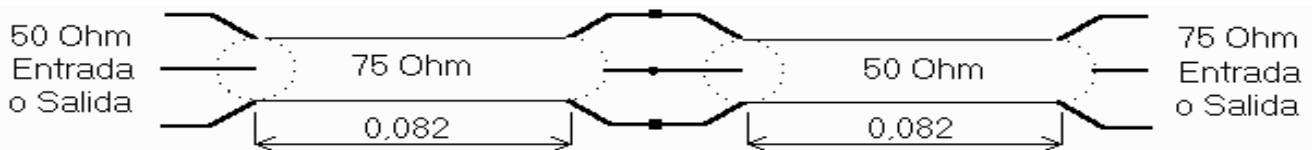
TABLA DE ATENUACIÓN										
Cable tipo	Diámetro [mm]	Impedancia [ $\Omega$ ]	Factor de velocidad d	Atenuación en dB cada 100 metros						
				10 MHz	50 MHz	100 MHz	200 MHz	400 MHz	1 GHz	3 GHz
RG 5	8,3	50	0,66	2,72	6,23	8,86	13,5	19,4	32,15	75,5
RG 6	8,5	75	0,66	2,72	6,23	8,86	13,5	19,4	32,15	75,5
RG 8	10,3	52	0,66	1,8	4,27	6,23	18,86	13,5	26,3	52,5
RG 9	10,7	51	0,66	2,17	4,92	7,55	10,8	16,4	28,9	59,1
RG 10	12	52	0,66	1,8	4,27	6,23	8,86	13,5	26,3	52,5
RG 11	10,3	75	0,66	2,17	5,25	7,55	10,8	15,8	25,6	54,1
RG 12	12	75	0,66	2,17	5,25	7,55	10,8	15,8	25,6	54,1
RG 13	10,7	74	0,66	2,17	5,25	7,75	10,8	15,8	25,6	54,1
RG 14	13,9	52	0,66	1,35	3,28	4,59	6,56	10,2	18	40,7
RG 17	22,1	52	0,66	0,79	2,03	3,12	4,92	7,87	14,4	31,2
RG 18	24	52	0,66	0,79	2,03	3,12	4,92	7,87	14,4	31,2
RG 19	28,5	52	0,66	0,56	1,48	2,3	3,7	6,07	11,8	25,3
RG 20	30,4	52	0,66	0,56	1,48	2,3	3,7	6,07	11,8	25,3
RG 21	8,5	53	0,66	14,4	30,5	42,7	59,1	85,3	141	279
RG 34	15,9	75	0,66	1,05	2,79	4,59	6,89	10,8	19	52,5
RG 35	24	75	0,66	0,79	1,9	2,79	4,17	6,4	11,5	28,2
RG 55	5,3	53	0,66	3,94	10,5	15,8	23	32,8	54,1	100
RG 58	5	50	0,66	4,59	10,8	16,1	24,3	39,4	78,7	177
RG 59	6,2	75	0,66	3,61	7,87	11,2	16,1	23	39,4	86,9
RG 74	15,7	52	0,66	1,35	3,28	4,59	6,56	10,7	18	40,7
RG122	4,1	50	0,66	5,58	14,8	23	36,1	54,1	95,1	187
RG142	4,9	50	0,69	3,61	6,86	12,8	18,5	26,3	44,3	88,6
RG174	2,6	50	0,66	12,8	21,7	29,2	39,4	57,4	98,4	210
RG177	22,7	50	0,66	0,79	2,03	3,12	4,92	7,87	12,8	14,4
RG178	1,9	50	0,69	18,4	34,5	45,9	63,3	91,9	102	151
RG179	2,5	75	0,69	17,4	27,9	32,8	41	52,5	78,7	144
RG180	3,7	95	0,69	10,8	15,1	18,7	24,9	35,4	55,8	115
RG187	2,8	75	0,69	17,4	27,9	32,8	41,1	52,5	78,7	144
RG188	2,8	50	0,69	19,7	31,5	37,4	46,6	54,8	102	197
RG195	3,9	95	0,69	10,8	15,1	18,7	24,9	35,4	55,8	115
RG196	2	50	0,69	18,4	34,5	45,2	62,3	91,9	151	279
RG212	8,5	50	0,66	2,72	6,23	8,86	13,5	19,4	32,15	75,5
RG213	10,3	50	0,66	1,8	4,27	6,23	8,86	13,5	26,3	52,5
RG214	10,8	50	0,66	2,17	4,92	7,55	10,8	16,4	28,9	59,1
RG215	10,3	50	0,66	1,8	4,27	8,23	8,86	13,5	26,3	52,5
RG216	10,8	75	0,66	2,17	5,25	7,55	10,8	15,8	25,6	54,1
RG217	13,8	50	0,66	1,35	3,28	4,59	6,56	10,17	18	40,7
RG218	22,1	50	0,66	0,79	2,03	3,12	4,92	7,87	14,4	31,2
RG219	24	50	0,66	0,79	2,03	3,12	4,92	7,87	14,4	31,2
RG220	28,5	50	0,66	0,56	1,48	2,3	3,7	6,07	11,8	25,3
RG221	30,4	50	0,66	0,56	1,48	2,3	3,7	6,07	11,8	25,3
RG222	8,5	50	0,66	14,4	30,5	42,7	59,1	85,3	141	279
RG223	5,4	50	0,66	3,94	10,5	15,8	23	32,8	54,1	100
RG302	5,3	75	0,69	1,5	4	10,8	15,4	22,6	41,9	85,3
RG303	4,3	50	0,69	3,61	8,85	12,8	18,5	26,3	44,3	88,6
RG316	2,6	50	0,69	19,7	31,5	37,4	46,6	54,8	102	197

## TEMA 20-4.4.2

## USOS DEL COAXIAL DE 75 OHM

El cable coaxial de 75 Ω se obtiene en el mercado a bajo precio, pero muchos aficionados se resisten a su uso debido a que los equipos de comunicaciones, en general, están diseñados para 50 Ω.

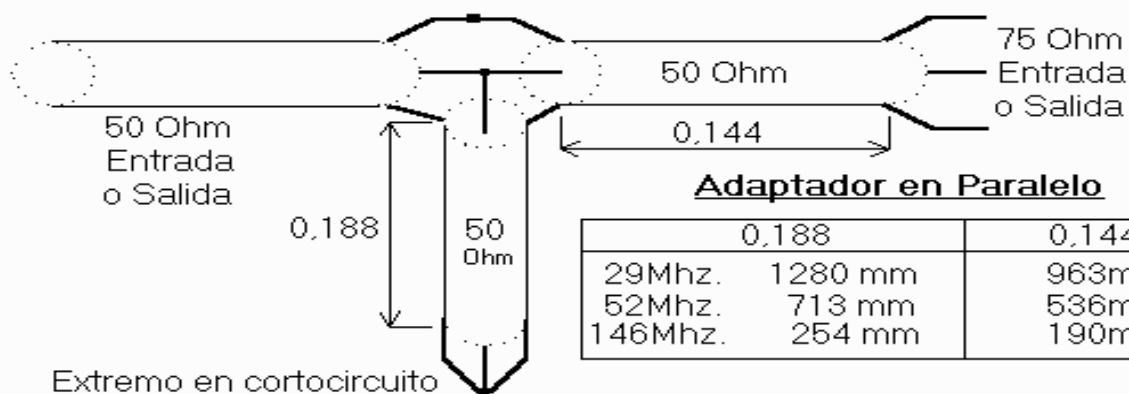
En el caso poco probable que su antena sea exactamente de 50 Ω y usted desee usar coaxial de 75 Ω, este podrá producir una ROE de 1,5:1, lo que no es un serio desajuste. De todas formas, si usted desea usar el cable de 75 Ω y obtener un mejor resultado, a continuación, se describen dos simples convertidores de impedancia para línea de transmisión que funcionarán a la perfección. El primero es una sección en serie y el segundo es del tipo shunt. Ambos han sido probados en un generador de barrido de RF de banda ancha.



### ADAPTADOR SERIE

0,082 de long. de onda  
factor de velocidad = 0,66

29 Mhz.	556 mm
52 Mhz.	310 mm
146 Mhz.	110 mm



### Adaptador en Paralelo

	0,188	0,144
29Mhz.	1280 mm	963mm
52Mhz.	713 mm	536mm
146Mhz.	254 mm	190mm

El ancho de banda en estos convertidores es muy amplio, por lo que sus dimensiones no son críticas. Para realizar la conexión en forma permanente, se pueden utilizar conectores T o barrilitos. En los diagramas se muestran las dimensiones para 2,6 y 10 metros, pero puede utilizarse en cualquier frecuencia, utilizando la siguiente fórmula para calcular los largos:

$$Largo[m] = \frac{300}{F[MHz]} \times 0,082 \times 0,66$$

Como ya hemos dicho, dado que el ancho de banda es muy amplio, las dimensiones no son críticas.

### TEMA 20-4.4.3

### CAPACIDAD DE LOS COAXIALES

La capacidad de un condensador está caracterizada por la acumulación en las superficies de sus armaduras de cierta carga o cantidad de electricidad. Como esta acumulación es posible en toda superficie metálica, toda pieza de metal puede considerarse un condensador, si bien de capacidad muy reducida, pero en la técnica de la alta frecuencia es preciso tener en cuenta la existencia de estas pequeñas capacidades. La capacidad de un cable concéntrico puede determinarse del modo siguiente: el espacio comprendido entre las partes metálicas interna y externa puede considerarse dividido en un gran número de cilindros o tubitos concéntricos cuya distancia ( $dx$ ) es muy pequeña. La capacidad de un condensador es función de la superficie ( $S$ ) de sus placas, de su separación ( $a$ ) y de la constante dieléctrica del material colocado entre ambos al ( $\epsilon$ ) y la fórmula es:

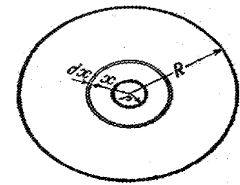


Fig. A

$$C = \epsilon \times S / 4\pi \times dx$$

La capacidad total se deducirá teniendo en cuenta que los pequeños condensadores se hallan montados en serie aplicando la fórmula de cálculo de condensadores serie. Debe tenerse presente que la capacidad aumenta cuando mas juntos se encuentren los conductores y sean de mayor diámetro y así se reduce la impedancia. Si los conductores son delgados y están muy separados entre sí se reduce la capacidad y aumenta la impedancia.

### TEMA 20-4.5

### GUÍA-ONDAS

La energía electromagnética en frecuencias de microondas puede propagarse a través de un tubo metálico en determinadas condiciones. A este tubo se le denomina guía-ondas. Cualquier superficie que separe inconfundiblemente dos regiones de propiedades eléctricas diferentes puede ejercer el efecto de guía sobre las ondas electromagnéticas y la superficie puede adoptar la forma tubular, generalmente de sección transversal rectangular o circular, con el aire como dieléctrico.

Un guía-ondas hueco tiene menor pérdida que una línea bifilar o coaxial ya que no tiene pérdida de dieléctrico ni de radiación y la pérdida en el cobre es baja, debido a que el área del flujo de corriente en el guía-ondas es grande. La energía se puede propagar a lo largo del guía-ondas en varios modos, que son descritos por la relación entre los campos eléctricos (E) y magnéticos (H) y las paredes del guía-ondas. Esta configuración de los campos electromagnéticos en una guía-ondas puede adoptar muchas formas y cada una se llama un modo de operación o funcionamiento. En cualquier caso, uno de los campos, el magnético o el eléctrico, debe ser perpendicular a la dirección de desplazamiento de la onda. Por consiguiente, los modos se clasifican en "eléctrico transversal" (TE) y "magnético transversal" (TM). Además, se emplean números de subíndice para completar la descripción de la característica de campo de la onda. A diferencia de los coaxiales y líneas bifilares, el guía-ondas tiene una frecuencia de corte inferior en la cual no se propagará la energía eficientemente. La mínima frecuencia de funcionamiento de una guía-ondas se alcanza cuando las dimensiones se aproximan a media longitud de onda. La energía es acoplada a las guía-ondas y extraída de ellas utilizando un bucle de acoplamiento (que corta o acopla las líneas del campo magnético) o una sonda (antena) que está colocada paralelamente a las líneas eléctricas. Un tercer método es enlazar o contactar el campo de la guía por medio de un campo externo utilizando una ranura o un orificio común entre la guía-ondas y el circuito exterior.

## TEMA 20-4.6 FIBRAS ÓPTICAS

Las fibras ópticas son, posiblemente, los enlaces futuros entre nuestros transmisores y las antenas en los domicilios de los radioaficionados. Dentro de un sistema de comunicaciones ópticas encontramos tres componentes fundamentales: el medio de transmisión (fibra óptica), la fuente de luz (emisor) y el detector óptico (receptor). La luz se propaga dentro de una fibra óptica aprovechando la diferencia que existe entre los índices de refracción del núcleo y su cubierta, lo que permite mantener dentro de la fibra varios modos de propagación y por tanto varias frecuencias a la vez.

La fibra óptica tiene la gran ventaja, sobre los cables coaxiales y las guías de onda, que no es afectada por las señales electromagnéticas externas ni emite dichas señales.

## TEMA 20-5 ADAPTACION DE IMPEDANCIAS

Debemos definir primero la impedancia característica, pero esto es solamente un concepto teórico ya que corresponde a una línea de transmisión uniforme con una longitud infinita y sin pérdidas. Para su cálculo se utiliza la fórmula  $Z = \sqrt{L/C}$

## TEMA 20-6 ONDA ESTACIONARIA

La onda estacionaria es la que se produce como combinación de la onda incidente y la reflejada cuando no existe adaptación de impedancias.

### TEMA 20-6.1 RELACIÓN DE ONDAS ESTACIONARIAS (ROE)

Una relación de ondas estacionarias de 1 a 1 significa que toda la potencia producida por el transmisor está siendo radiada o sea es la transmisión perfecta. Toda relación diferente significa que existen pérdidas y estas disminuyen la potencia radiada. Los medidores de ondas estacionarias (roímetros) poseen su escala en términos de relación y en estos casos los radioaficionados buscamos el menor valor, pero no tenemos idea real de cuanta potencia estamos perdiendo. Para que los futuros colegas puedan saber la relación entre la indicación del ROE que marca su instrumento y la potencia real que está perdiendo y/o está emitiendo se detallan a continuación ciertas fórmulas:

$$ROE = \frac{1 + \sqrt{P_r/P_d}}{1 - \sqrt{P_r/P_d}}$$

Donde: ROE = relación ondas estacionarias

Pd = potencia directa o emitida

Pr = potencia perdida o reflejada

Cuando la Pr = 0 la fórmula anterior nos da un valor de 1, o sea, ideal. Cuando Pr/Pd es casi 1 el ROE es casi infinito, entre estos dos valores máximos y mínimos de ROE podemos establecer el porcentaje de pérdida de potencia entre 0 y 100 % de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ potencia reflejada} = \frac{(ROE - 1)^2}{(ROE + 1)^2} \times 100$$

Para que resulte más fácil aún a continuación damos el valor perdido en potencia de acuerdo al ROE que indique el instrumento:

ROE	1:1	1:1,1	1:1,2	1:1,3	1:1,4	1:1,5	1:1,6	1:1,7	1:1,8	1:1,9	1:2	1:2,5	1:3	1:4
% pérdida	0	0,23	0,83	1,7	2,8	4	5,3	6,7	8,16	9,6	11,1	18,4	25	36

Además, debemos tener presente que en algunos casos podemos utilizar cables coaxiales de una impedancia distinta a la de nuestra antena y/o transmisor y por ello la ROE se elevará algo. Para establecer que ROE tendremos en este caso debemos hallar la relación siguiente:  $ROE = Z_C/Z_A$  y así; por ejemplo si tenemos un cable  $Z_C$  de 75  $\Omega$  y una antena con  $Z_A$  de 50  $\Omega$  de acuerdo a la fórmula anterior tendremos:

$$ROE = Z_C/Z_A = 75/50 = 1,5:1$$

### TEMA 20-6.2 SEÑAL INCIDENTE

Es la señal que se propaga desde el transmisor hacia la antena.

### TEMA 20-6.3 SEÑAL REFLEJADA

La señal reflejada se produce cuando no hay adaptación de impedancia entre el transmisor y la antena y por esta razón parte de la señal vuelve hacia el transmisor. En este caso aparece un cociente de reflexión que puede definirse en un punto cualquiera de la línea como el cociente entre las amplitudes de las ondas reflejadas e incidente.

### TEMA 20-6.4 POTENCIA RADIADA APARENTE

La potencia radiada aparente surge de efectuar una suma algebraica en la que interviene diez veces el logaritmo de la potencia del emisor medida en vatios, la ganancia de la antena transmisora medida en dBi (decibeles con respecto a una antena isotrópica), la pérdida en el coaxial y los conectores medida en dB (decibeles) y un factor de corrección por la diferencia entre la ganancia de antena en dBi con relación al dipolo de media onda. De lo expuesto surge la fórmula:

$$PRA = 10 \times \log(P_T) + G_A - P_{CC} - 2,15 \text{ dB}$$

Donde: PRA = potencia radiada aparente, en dBW

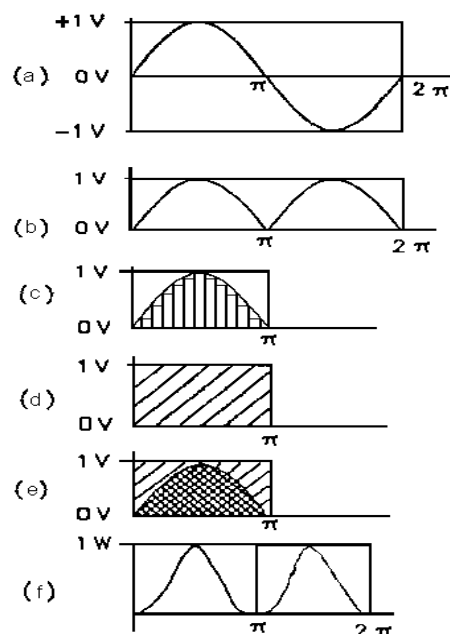
$P_T$  = potencia del transmisor, en W

$P_{CC}$  = pérdidas del cable y los conectores, en dB

$G_A$  = ganancia de la antena, en dBi

### TEMA 20-6.5 ALGO MAS SOBRE POTENCIA

PEP, RMS, potencia media... la lista sigue y uno se pregunta ¿Qué son esas extrañas letras? Además, no se ha mencionado aún algunas de esas extrañas siglas de avisos publicitarios que los fabricantes usan para valorizar sus productos y le agregan a la palabra potencia, porque siempre se tiende a pensar que potencia es potencia y que vatios son vatios, lo cual no siempre es correcto. Pues bien, el vatio, es la unidad de potencia más frecuentemente asociada con los equipos electrónicos y la salida de un transmisor. La potencia eléctrica es calculada por el voltaje a través de una carga, multiplicada por la corriente a través de la carga o sea  $P = E \times I$ , o lo que es lo mismo  $W = V \times A$ . La Ley de Ohm nos dice que  $P = I^2 \times R$  y sustituyendo también es  $P = E^2 / R$ . Si bien esto parece simple lo que causa tanta confusión es que a pesar de que esto es bastante directo cuando se trata de corriente continua, las cosas son distintas con corriente alterna, recuerde que la corriente alterna está cambiando constantemente. Consideremos una onda sinusoidal como la de la figura 1A. Es bastante obvio que las mitades positiva y negativa durante un ciclo completo son iguales, y, por lo tanto, se



cancelan y por esto el voltaje en corriente alterna (lo que un voltímetro de corriente continua leerá midiendo corriente alternada) es cero.

Mire el caso de las medias ondas de la figura 1B. Un rectificador de onda completa produce este tipo de ondas cuando una onda sinusoidal, como la de la figura 1A, le es aplicada.

Para simplicidad, consideramos solo un medio ciclo con un voltaje en el pico de 1 V. Compararemos el tamaño relativo de la curva de medio seno y de la curva de 1 V de corriente continua, o rectangular, durante el mismo intervalo de tiempo. Usando esta técnica, podemos ilustrar visualmente como arribamos al voltaje medio (de corriente continua) producido por la onda medio sinusoidal.

Primero, nos aproximamos al área de la curva medio sinusoidal usando una serie de rectángulos, como se muestra en la figura 1C. Luego calculamos el área de cada rectángulo, multiplicando su alto por su ancho. Finalmente, llegamos aproximadamente al área total dentro de la curva medio sinusoidal sumando las áreas de todos los rectángulos. Cuanto más angosto hagamos cada rectángulo, la aproximación será mayor. Usando un procedimiento matemático más avanzado, podemos determinar el área exacta dentro de la media onda sinusoidal, con un pico de 1 V y un ancho de  $\pi$ , igual a  $2\pi$ , ( $\pi$  es la relación entre la circunferencia y el diámetro de un círculo, es una constante cuyo valor es 3,14159).

Compare el área (o tamaño) del rectángulo de la figura 1D con la curva de medio seno durante el mismo intervalo de tiempo (vea figura 1E). Como ya hemos descubierto, el área de esta media onda sinusoidal (la porción con líneas cruzadas) es 2. El área del rectángulo de corriente continua de 0 a  $\pi$  es igual a  $1 \times \pi$ . La comparación, o relación, entre las dos áreas es:  $\text{área sinusoidal de CA} / \text{área rectangular de CC} = 2/\pi \cong 2/3,14159 = 0,6366$ .

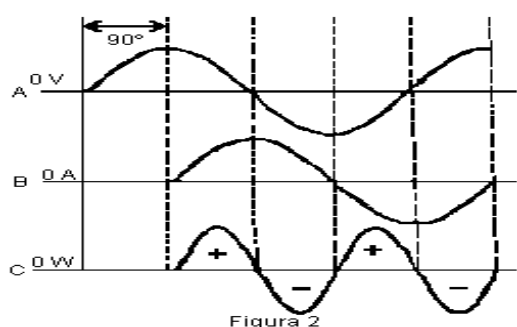
Esta es la relación entre la CC, o un voltaje medio producido por una media onda sinusoidal, y su pico, o voltaje máximo. Sí, por ejemplo, desea calcular el voltaje medio de salida de un rectificador de onda completa que tenga una salida pico de 50 V, multiplique 50 V por 0,6366 y obtendrá 31,83 V. Un rectificador de media onda obviamente va a producir la mitad de eso o sea 15,92 V.

¿Entonces también se puede multiplicar el pico de CA por 0,6366 para obtener el equivalente de potencia de CC? Cuidado, no saque conclusiones apresuradas, a pesar de lo lógica que parece, la conclusión es errónea, recuerde potencia es igual a  $E^2/R$ . La potencia no sigue una curva sinusoidal sino una curva de seno cuadrado. Debemos elevar al cuadrado cada punto de la curva sinusoidal para obtener el correspondiente punto de la curva del seno cuadrado. La curva del seno cuadrado de la figura 1F muestra la potencia instantánea desarrollada a través de una carga de  $1 \Omega$  durante un ciclo completo de la onda sinusoidal de la figura 1a. Observe que tanto la mitad positiva como la negativa de la curva sinusoidal corresponden a curvas de potencia positivas simétricas. La potencia negativa no existe ya que un número negativo multiplicado por otro negativo produce un número positivo. Observe que la potencia pico es nuevamente igual a 1, ya que  $1^2$  es 1. Tal como hicimos con la curva sinusoidal, podemos aproximarnos al área de la curva de potencia con una serie de rectángulos. El cálculo en este caso determina que el área exacta es  $\pi/2$ , o  $1/2 \pi$  (la curva de potencia de CC es la misma que la curva de voltaje porque  $1^2$  es igual a 1 y  $1 \times \pi$  es también  $\pi$ ).

Compare los resultados de CA con los de CC:  $P_{CA}/P_{CC} = (\pi/2)/\pi = 0,5$  de modo que si multiplicamos el pico de voltaje de CA por 0,5 obtendríamos la potencia equivalente de CC, pero estaríamos equivocados pues necesitamos sacar la raíz cuadrada para obtener voltaje de una potencia:  $\sqrt{1/2} = 1/\sqrt{2} = 1/1,414 = 0,707$  y éste número es el usado para determinar la potencia RMS (Root Mean Square) o traducido, raíz media cuadrada. La RMS viene de derivar el voltaje en cada punto a lo largo de la curva sinusoidal, elevarlo al cuadrado, sacar el valor medio, y luego la raíz cuadrada del valor medio y como el número de puntos tomados a lo largo de la curva se aproxima al infinito, el resultado es 0,707.

Es importante entender que estas conversiones se aplican solamente a una curva sinusoidal de CA sin contraparte de CC. Otras curvas de otras formas obviamente requieren relaciones diferentes de voltajes de CA a CC.

Frecuentemente el término potencia reactiva está ligado a esto entonces nos preguntamos qué es eso y la potencia reactiva es potencia "disipada" por un componente reactivo como un condensador o una bobina, aunque estos componentes realmente no disipan potencia. Observando la figura 2 se verá por qué.



A: Onda de voltaje a través de una inductancia.

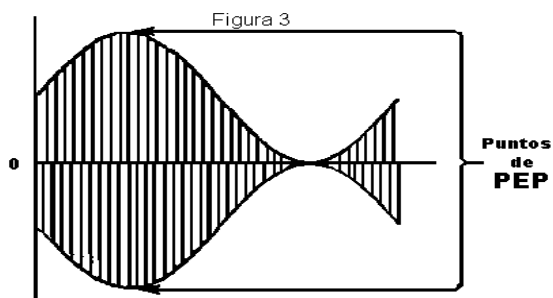
B: La corriente a través de la bobina se retarda en 90°.

C: La potencia desarrollada por la misma bobina durante un ciclo completo. Cada punto de la curva de voltaje está multiplicado por el correspondiente punto de la curva de corriente. Observe que se desarrolla potencia "negativa".

A pesar de que ambos tipos de reactancia causan un desfase de 90° entre voltaje y corriente hemos elegido reactancia inductiva para nuestro ejemplo. Si multiplicamos el voltaje instantáneo de la figura 2A por la corriente instantánea de la figura 2B, ocurre algo curioso (recuerde que un número positivo multiplicado por uno negativo produce uno negativo). Estas cargas reactivas puras retornan al circuito toda la potencia que absorben y es por ello que se ven montos iguales de potencia por arriba y por abajo de la línea de referencia de la figura 2C. El promedio de un ciclo completo es cero. La potencia reactiva se mide en var, abreviatura de voltioamperio reactivo. ¿Pero qué pasa si nuestra carga tiene componentes resistivos y reactivos? En este caso no se obtendrá la potencia verdadera si se multiplica el voltaje por la corriente, ya que la reactancia aún produce un retorno de potencia al circuito. El resultado es llamado potencia aparente y es realmente una combinación de potencia reactiva y potencia verdadera, con relación:

$$Potencia_{aparente} = \sqrt{Potencia_{verdadera}^2 + Potencia_{reactiva}^2}$$

La potencia verdadera de un circuito de corriente alterna es una función del ángulo de fase entre el voltaje y la corriente dentro del circuito:  $Potencia_{verdadera} = Potencia_{aparente} \times \cos(\text{ángulo}_{fase})$ . Ahora concentrémonos en la potencia de salida del transmisor y que normas relativas a esta potencia nos interesan a los radioaficionados. La potencia de salida del transmisor en el servicio de radioaficionados especifica "la mínima potencia de transmisión necesaria para mantener una comunicación deseada" y además especifica un límite máximo de 1000 W de PEP (Peak Envelope Power), traducido potencia envolvente de pico. Otros límites también pueden ser aplicados, dependiendo ellos de su licencia, banda, frecuencia, etc. Se define PEP como "la potencia media enviada a la línea de transmisión de la antena por un transmisor en un ciclo de radiofrecuencia, medida en la cresta de la envolvente de la modulación, en condiciones normales de operación". ¿Pero qué se entiende por envolvente de modulación y como puede ser la PEP una potencia media? Sabemos que la salida de cualquier transmisor tiene una envolvente de portadora asociada con él y para ello vea la figura 3. La envolvente es la onda formada por los picos máximos de radiofrecuencia, y está mostrada con una línea gruesa. Para que la señal lleve información, como palabras, debe ser modulada de alguna manera. Hay varias modalidades de modulación, y dos son los más comunes: modulación de amplitud (AM) y modulación de frecuencia (FM). AM y SSB requieren que la potencia de salida del transmisor varíe de acuerdo con la palabra, mientras que en FM la frecuencia es la variada. CW es también una forma de modulación de amplitud, ya que la potencia de salida es la que lleva la información.



La potencia envolvente de los picos en una señal SSB o AM ocurren en la cresta más alta de la envolvente de modulación (el punto en el que ocurre la PEP ha sido señalada en la figura 3). La manera más fácil de apreciar la PEP es calculándola. Supongamos una carga de 50 Ω y un voltaje pico en la cresta de modulación de 110 V, o sea:

$$PEP = \frac{(\text{voltaje}_{pico} \times 0,707)^2}{R} = \frac{77,77^2}{50} = 121 \text{ W}$$

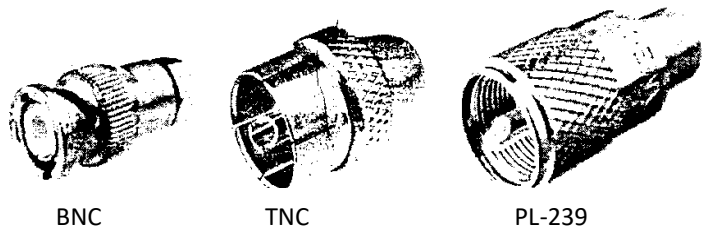


El cálculo de la potencia de pico envolvente usa el voltaje pico durante el máximo del ciclo de RF, y lo convierte en un valor RMS al multiplicarlo por 0,707. EL voltaje pico instantáneo durante la cresta de máxima modulación es tratado como si fuera un ciclo completo de una onda sinusoidal y por esto los términos media y pico no son mutuamente excluyentes en este caso a pesar de que PEP es la potencia pico, esta prometida durante un ciclo completo de RF, como si fuera una onda sinusoidal.

Una señal de CW es “sí o no”, y mantiene una amplitud constante en el estado “sí”, por ello la PEP de una señal de CW es la potencia de salida del transmisor mientras el manipulador está pulsado. Una señal de FM no varía en amplitud, por lo tanto, su PEP es la misma que la de potencia constante.

## TEMA 20-7 QUE REPRESENTAN LAS LETRAS EN LOS CONECTORES

Las letras que se utilizan para denominar a los conectores para coaxiales tienen cada una su razón de ser ya que hasta 1930 las líneas de alimentación eran paralelas y su conexión se realizaba por bornes. Cuando aparecieron los primeros cables coaxiales de radiofrecuencia, lo propio ocurrió con el conector PL-259 (también llamado UHF macho, normalmente presente en los cables) que viene de Plug en inglés. El conector SO-239 (también llamado UHF hembra, normalmente presente en los equipos y antenas) tal cual lo conocemos y utilizamos actualmente y que viene de Socket en inglés. Durante la segunda guerra mundial el requerimiento de conectores para radar permitió la aparición de dos nuevos tipos de conectores, el primero de ellos creado en los laboratorios Bell por Paul Neill y se lo denominó en su honor como “Conector N”.



Casi al mismo tiempo apareció otro conector inventado por Carl Concellman y que se denominó “Conector C” y que fue el primero diseñado realmente para 50 W y con el sistema de cancelación reactiva por cambio del dieléctrico usado en su interior lo que permite una baja ROE en frecuencias elevadas.

Algunos años después Neill y Concellman trabajando juntos diseñaron un conector miniatura al que patentaron bajo el nombre de Bayonet Neill Concellman, que no es otro que el famoso BNC. Posteriormente fue creado el mismo tipo de conector, pero en versión a rosca llamada Threaded Neill Concellman o TNC. Con el advenimiento de las microondas se desarrolló una serie de conectores subminiatura llamados A, B y C de los cuales el más popular es el Sub Miniatura A o SMA, normalmente utilizado en handys.



## TEMA 21

## SATÉLITES

Con el éxito del proyecto Fox de AMSAT hay más satélites FM en el cielo y hay más en camino. Como resultado muchos radioaficionados se interesan por primera vez en satélites. Si eres nuevo en el funcionamiento de satélites FM, ¡bienvenido!

Si bien las estaciones de trabajo a través de un satélite FM es bastante fácil hay algunas prácticas operativas que todos los operadores deben seguir. Como los satélites FM son un recurso compartido, todos los operadores durante un pase deben ayudar a mantener los pases accesibles para la mayor cantidad de estaciones posibles.

Muchas de estas pautas se basan en dos simples "reglas de oro" del funcionamiento del satélite: no transmita si no puede escuchar el satélite y opere utilizando capacidades full-duplex si es posible, que significa que puede transmitir y recibir en el mismo tiempo. Algunas radios ofrecen capacidades full-duplex o puede usar dos radios separadas para lograr esto.

### TEMA 21-1

### PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE SATÉLITES

La presente es una lista de preguntas básicas sobre la operación satelital para radioaficionados y sus correspondientes respuestas. Su nivel es elemental e introductorio y es muy probable que quien desee operar algún satélite deba de consultar otras fuentes, mismas que se citan al fin de este tema en el apartado 21-4.

#### ¿QUÉ ES UN SATÉLITE?

En su concepción más sencilla, y quizá simplista, los satélites de radioaficionados son repetidoras voladoras. Sus principales diferencias con sus equivalentes terrestres son que vuelan y el que al volar se mueven por lo que su cobertura varía. En muchos casos lo que repiten no es una sola una frecuencia en otra sino una parte de una banda en otra, lo que se conoce como un transponder.

#### ¿CÓMO FUNCIONA UN SATÉLITE?

Al igual que en una repetidora un radioaficionado "A" emite una señal que es recibida por el satélite. El satélite la amplifica y la retransmite inmediatamente. El radioaficionado "B" la recibe y le contesta. Así inicia un comunicado por satélite.

#### ¿CÓMO SE MUEVEN LOS SATÉLITES?

Los actuales satélites con los que podemos experimentar los radioaficionados tienen dos tipos de órbita: circular y elíptica.

Los satélites con órbitas circulares se mantienen más o menos a la misma distancia de la tierra, pero su posición respecto a la superficie varía cada momento. Es la más común y conocida de las órbitas. Por lo general son en las que el satélite viaja de norte a sur o de sur a norte tratando siempre de permanecer frente al sol para cargar sus baterías.

Por su parte los satélites de órbitas elípticas u órbitas de Molniya tienen la característica que pueden permanecer más tiempo viendo un mismo lugar de la tierra y sus órbitas son mucho más largas y lejanas por lo que requieren de mayor equipo para trabajarlos.

No existen en la actualidad satélites de radioaficionado geoestacionarios, similares a los satélites comerciales de televisión.

#### ¿QUÉ COBERTURA TIENE UN SATÉLITE DE ÓRBITA BAJA?

Al igual que en las repetidoras tradicionales a mayor altitud mayor cobertura. Los satélites de órbita baja se encuentran entre 400 y 1400 kilómetros de altura, así que el área que pueden cubrir equivale a una gran parte de Argentina en los más bajos o prácticamente todo Sudamérica o todo Europa en los de mayor altura.

Esta área o sombra del satélite permite que cualquier estación que se encuentra dentro de ella pueda, en principio, contactar otras estaciones que están dentro de esa sombra. La duración del satélite en esa posición es muy breve ya que se mueven a gran velocidad. La sombra mantiene su diámetro, pero también se está moviendo.

### **¿CUÁNTAS VECES PASA SOBRE NOSOTROS?**

Un satélite de órbita baja pasa por arriba de un determinado punto, entre 4 y 6 veces al día. La duración de cada pase varía dependiendo de la órbita, pero en promedio podemos decir que entre 10 y 18 minutos están disponibles para que los operemos. Tenemos pues más de una hora diaria para usarlo.

Si consideramos la cantidad de satélites de órbita baja disponibles nos daremos cuenta de que hay más tiempo de satélites que tiempo para hacer radio.

### **¿CÓMO FUNCIONA UN SATÉLITE DE ÓRBITA ELÍPTICA?**

Los satélites de órbita elíptica tienen otras características.

Su órbita tiene dos puntos clave, el más cercano, al que se le conoce como perigeo, y el más lejano, al que se denomina apogeo. En su apogeo casi toda una cara de la tierra está disponible para comunicar ya que en el caso de algunos satélites llegan a estar a más de 35 000 kilómetros de distancia. A diferencia de los satélites de órbita baja el efecto Doppler no se nota tanto.

### **¿CÓMO SABER CUÁNDO PASARÁ UN SATÉLITE?**

La predicción de las órbitas satelitales se hace por lo general con ayuda de una computadora o un celular. No es la única opción, pero hoy por hoy es la más fácil. Los programas indican gráficamente cuando el satélite pasará y dan otros datos importantes como la elevación o altitud sobre el horizonte y el acimut o posición respecto a los cuatro puntos cardinales. Pueden, con la ayuda del hardware correspondiente, mover con precisión nuestras antenas en la dirección indicada, así como controlar la frecuencia del transceptor con las variaciones del efecto Doppler.

### **¿CON QUE INFORMACIÓN LA COMPUTADORA HACE ESTOS CÁLCULOS?**

Los programas de computadora para seguimiento de satélite se actualizan con una serie de datos sobre los satélites mejor conocidos como elementos keplerianos. Existen dos tipos de formatos, el NASA o de dos líneas y AMSAT que es más fácil de entender y por lo mismo son más largos. Para efectos de una computadora da igual cual utilices. Los elementos últimos keplerianos se pueden descargar de internet.

### **¿CUÁL ES LA MEJOR ELEVACIÓN?**

La elevación óptima, que es de 90 grados, sólo se da cuando el satélite pasa exactamente sobre nosotros. Pero esto no quiere decir que con otras elevaciones no se pueda trabajar, pues cualquier elevación superior a 2 o 3 grados es suficiente si nuestro horizonte lo forman montañas lejanas o montes cercanos, pero no muy altos.

### **¿QUÉ ACTIVIDAD ENCUENTRO EN LOS SATÉLITES?**

Hay satélites para todos los gustos. Muchos de los modos de operación que encontramos en las bandas tradicionales también están disponibles en los satélites, banda lateral telegrafía, teletipo, televisión de barrido lento, FM y Packet de diversos tipos.

En los satélites se hacen contactos de larga distancia tan bueno como en 20 metros, hay pile-ups y DXpediciones que trabajan en split.

Hay diplomas, aunque no hay concursos, salvo el Field Day americano. Hay espacio para los que les gusta conversar y hacer nuevos amigos. Para el experimentador y el constructor de equipos y antenas, este es un mundo muy amplio. En pocas palabras: lo que hoy te gusta de la radio casi seguro lo encontraras también vía satélite.

### **¿QUÉ TIPOS DE SATÉLITES HAY?**

Este es un punto importante ya que dependiendo de las características de los satélites será la manera de trabajarlos. Para efectos didácticos podemos dividirlos en cuatro: satélites de órbita baja para voz o analógicos, satélites de órbita baja digitales, satélites de órbita elíptica y satélites tripulados, como por ejemplo la ISS.

**COMPARTA EL PASE**

Los satélites FM son como un repetidor: solo una persona puede transmitir a la vez. Como un satélite está operativo durante 15 minutos como máximo cada operador querrá hacer algunos contactos. Por favor no monopolice el pase, deje que sus otros colegas radioaficionados también tengan algo de tiempo en el pase. Se necesita mucha autodisciplina pero a veces el mejor compromiso es hacer un solo QSO y sentarse a escuchar el resto del pase.

**DEJAR QUE OTROS QSO TERMINEN**

Deje que otras estaciones completen su QSO antes de llamar a otra estación. Es muy frustrante cuando llama a una estación para completar un QSO y otra estación inicia una llamada antes de que se complete su QSO. Llamar a alguien que acaba de llamar a otra estación se considera grosero. Es el equivalente a ser interrumpido. A nadie le gusta ser interrumpido. Si escucha un QSO en curso por favor deje que el QSO se termine antes de hacer su propia llamada.

**MINIMIZAR LOS QSO REPETIDOS**

Con frecuencia escuchará estaciones en un pase que ya ha trabajado varias veces. Si escucha que está llamando una estación con quien ya ha contactado, evite en lo posible hacer el contacto. Al ser finitos los QSO posibles durante una pasada, cada contacto repetido para usted evita que ocurra otro QSO, uno que podría ser un nuevo cuadrado o estado de cuadrícula para otra estación o el primer QSO de una estación.

**NO LLAMAR CQ**

No llame "CQ satélite" en un satélite de FM, es lo mismo que llamar CQ en un repetidor, simplemente no se hace. En general es mejor elegir una estación y llamarla directamente. Sin embargo, si desea anunciar su presencia en un pase de satélite FM durante un pase con poca actividad simplemente haga una llamada con su licencia y cuadrícula, por ejemplo "LU3FV FF96ag". Si ha dado su indicativo varias veces y no recibe llamadas, puede haber un problema con su estación. Tómese un momento para examinarla antes de volver a transmitir.

**USAR EL ALFABETO FONÉTICO**

Puede ser muy difícil durante un pase ocupado escuchar y entender un indicativo correctamente. El uso del alfabeto fonético estándar hará que la copia inicial de su indicativo sea mucho más fácil, lo que se reduce la necesidad de transmisiones repetidas. Esto hace que cada QSO sea más corto lo que permite más contactos en una misma pasada. No es una carrera. No hay necesidad de dar su indicativo de llamada rápidamente.

**LAS ESTACIONES RARAS O PORTÁTILES TIENEN PRIORIDAD**

Es común que los operadores de satélites lleven sus equipos portátiles a ubicaciones raras, sean cuadrículas sin actividad frecuente u otros países inclusive. La cortesía debe extenderse a estas estaciones que están proporcionando una ubicación rara para todos los operadores de satélites y estarán en esa ubicación por un tiempo limitado. Si oye una estación desde una grilla rara o extranjera, ese es el buen juicio antes de llamar a las estaciones en grillas más comunes. Si la estación más rara está trabajando con mucha gente en un pase puede ser mejor dejar que esa estación trabaje con la mayor cantidad de personas posibles. Siempre habrá otro pase para trabajar en las estaciones más comunes. La información sobre cómo saber cuándo estarán encendidas las estaciones raras se encuentran al final de este tema.

**USAR SOLO LA POTENCIA MÍNIMA REQUERIDA**

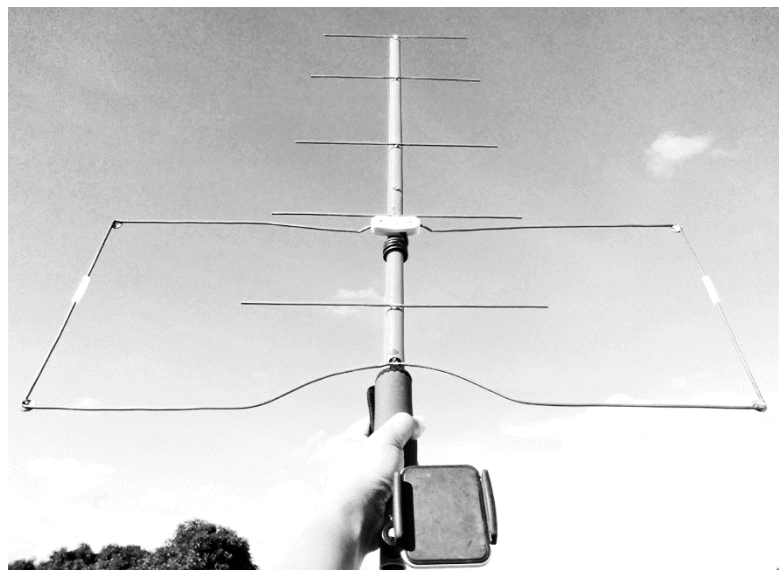
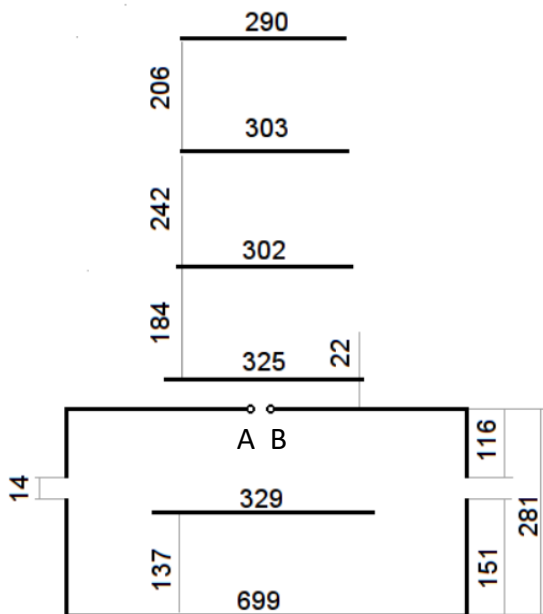
En general 5 vatios de un transceptor manual y una antena direccional son suficientes para trabajar un satélite FM de horizonte a horizonte.

## TRABAJAR LAS NUEVAS ESTACIONES

Los satélites son para todos y la comunidad de satélites ama escuchar nuevas llamadas en los pájaros de FM. Los operadores regulares de satélites deben prestar mucha atención durante un pase si escuchas un indicativo que es nuevo para usted tómese el tiempo para llamarlo. Puede ser el primer QSO satelital de estación.

## TEMA 21-3 ANTENA MOXON PARA SATÉLITES FM

A continuación, se presenta un plano de una antena Moxon doble banda VHF-UHF ideal para trabajar los satélites FM. Puede realizarse tranquilamente con varillas de aluminio u otro metal (tres metros y medio son suficientes), un metro de cable coaxial tipo RG58 y un conector para su equipo. El largo total de la antenna es poco menos de un metro y es muy liviana. Para montar los elementos puede usar una madera de una pulgada de lado, un caño de PVC tipo de agua o similar o cualquier otro elemento no conductor. La antena se alimenta por los puntos señalados por A y B.



## TEMA 21-4

## RECURSOS EXTERNOS

### TEMA 21-4.1

### SITIOS WEB



Sitio web de la IARU con información sobre satélites, reglamentación, ARISS, listado de AMSATs en el mundo entre otros datos, entre otros recursos.

En español.

<https://www.iaru-r2.org/en-el-aire/satelites/>



Sitio web de la AMSAT con información sobre satélites, novedades, recursos educativos, pases de satélites y estado de los satélites, entre otros recursos.

En inglés.

<https://www.amsat.org/>



Sitio web de la AMSAT de Argentina con información sobre satélites, actividades, eventos y certificados, pases de satélites entre otros recursos.

En español.

<http://www.amsat.org.ar/>



Sitio web de la AMSAT de España con información sobre satélites, recursos educativos, proyectos de antena y estado de los satélites, entre otros recursos.

En español.

<https://www.amsat-ea.org/>

### TEMA 21-4.2

### APLICACIONES PARA COMPUTADORAS

**ORBITRON:** aplicación para pases de satélites e información de frecuencias de estos, con posibilidad de agregar funciones por medio de complementos.

Disponible en español para Windows.

Gratuita.

### TEMA 21-4.3

### APLICACIONES PARA CELULARES

**ROBOT36:** aplicación para decodificar imágenes en SSTV. Disponible para Android.

**SSTV Encoder:** aplicación para codificar imágenes en SSTV. Disponible para Android.

**Detector de EEI - ISS Detector:** aplicación para hacer seguimiento de la ISS y satélites de radioaficionados con información de frecuencia de estos. Disponible para Android.





## TEMA 22

## INGLÉS BÁSICO

Dentro de las diferentes satisfacciones que puede reportarnos la radioafición, es evidente que mantener un enlace con un corresponsal lejano representa la culminación a muchos esfuerzos y la propia esencia de nuestra afición.

Aunque el español sea el idioma natural de miles de radioaficionados en todo el mundo, es lógico esperar que la gran mayoría del tráfico de comunicaciones a nivel internacional se realice en inglés, por lo que se puede afirmar que cualquier operador que domine el castellano y un poco de inglés, estará capacitado para hablar con casi cualquier estación del mundo, con un poco de esfuerzo por parte de ambos corresponsales.

Como podrá comprenderse, con el presente curso básico para radioaficionados no se pretende conseguir una fluidez en el habla que permita mantener una conversación extensa con los corresponsales de habla anglosajona, sino dotar a los operadores españoles que desconozcan la lengua inglesa, de las herramientas mínimas que les faciliten completar un contacto vía radio, comprendiendo y haciéndose comprender en condiciones óptimas.

NOTA: el presente tema es obra de Mario Meléndez, TI2DLL y Juan Antonio Morán García, EA4VJ

### TEMA 22-1

### INGLÉS PARA DX

El DX es una comunicación muy breve, que por lo general se realiza con estaciones de todo el mundo. Al ser una modalidad tan abierta, es muy probable que las estaciones que respondan nuestro llamado sean mayoritariamente de habla inglesa.

La ventaja del DX es que, al ser una comunicación tan breve, el conocimiento de inglés requerido para completar un QSO es mínimo. Con solo que conozcamos algunas de las frases más comunes podemos intercambiar la información necesaria para completar un comunicado efectivo.

Quizás la parte más difícil de aprender inglés para DX es aprender a escucharlo. En los cursos conversacionales comunes, la parte más difícil tiende a ser aprender a pronunciar y formar las frases correctamente. En el inglés para DX, esa dificultad se elimina, pero aumenta la dificultad de escuchar e interpretar correctamente lo que nos quiere decir la otra estación.

La interpretación se adquiere solo con el tiempo y la práctica.

### TEMA 22-2

### FONÉTICA

Lo primero que debemos tener en consideración es que el idioma inglés tiene unas raíces distintas a las del español y por consiguiente es extremadamente difícil que una palabra inglesa suene a la misma palabra en castellano, algo que sabemos que si ocurre con los idiomas latinos que suenan muy parecidos al nuestro.

Tenemos la falsa sensación de que el español es muy fácil y el inglés muy difícil. Suele escucharse con frecuencia en boca de personas que desconocen esta lengua, que es muy complicado reproducir determinadas palabras por que las letras no siempre suenan igual, algo que (según ellos) no ocurre con el español, sin embargo basta hacer un poco de memoria y reconoceremos que la letra C tiene un sonido concreto por sí misma, que la H no tiene sonido pero que en la CH pasan a tener un sonido distinto y nuevo, o que la letra G tiene un sonido propio, la U otro sonido propio, la E otro propio pero la combinación GUE es completamente distinta y hace desaparecer incluso el sonido de la u.

Por otra parte, el inglés, al tratarse de una lengua de raíces anglosajonas tiene determinados sonidos que son propios de ella y que deben ser aprendidos sin más remedio, algo que se vuelve especialmente delicado al tratarse de sonidos que nosotros nunca nos hemos visto obligados a reproducir y que nuestra boca, lengua o cuerdas vocales se resisten a ejecutar. Este problema también lo sufren los extranjeros que intentan hablar español. Pongamos algunos ejemplos: un inglés no tiene en su idioma el sonido "rr", es decir, sus erres son siempre suaves, tan suaves o más que nuestra R cuando va sola. Para un inglés pronunciar perro o guerra es un auténtico suplicio pues su lengua jamás a vibrado tanto, si embargo para un francés no habrá ningún problema porque algunas de sus palabras incluyen sonidos con erres fuertes. Un inglés nunca ha reproducido el sonido ñ porque en su idioma no hay palabras que lo lleven, de modo que tendrá que aprender a reproducir este sonido cuando hable español, sin embargo, un portugués si tiene palabras con ese mismo sonido y por consiguiente solo tendrá que aprender a identificarlo con la Ñ, por cierto, un letra que solo existe en español.

Todo lo dicho anteriormente nos lleva a concluir que el aprendizaje del inglés no es ni más ni menos difícil que el aprendizaje de cualquier otro idioma, si bien sí que es cierto que al no tener raíces latinas puede hacerse más dificultoso de reproducir que el francés, portugués o italiano al no tener palabras fácilmente reconocibles a simple vista u oído.

Durante el aprendizaje de cualquier idioma hay que tener claro que una cosa es como se escribe y otra como se pronuncia, es decir una cosa es la letra escrita y otra su sonido, algo extraordinariamente importante en este cursillo que se basa en la ejecución hablada y no escrita.

La transcripción escrita de los sonidos hablados se denomina transcripción fonética y no debe confundirse con la escritura, pues por ejemplo en español escribimos la letra H y no tiene transcripción fonética al no tener sonido. En la gramática inglesa existen un conjunto de símbolos concretos que representan a cada uno de los sonidos del inglés, pero su aprendizaje implicaría un esfuerzo que no se corresponde con la idea del curso, de modo que adoptaremos tan solo de este método la utilización de *cursivas* para indicar que el contenido entre ellas corresponde al sonido de la letra o palabra y no a su escritura, por ejemplo, en español la palabra tanque la transcribiríamos fonéticamente como *tanke*, o queso como *keso*. Solo durante el curso leeremos en castellano lo escrito en cursivas y al hacerlo sonará igual que el inglés correcto.

Hay que intentar aprender las palabras fijando en nuestra mente el sonido real sin tener que recurrir a otros medios, algo que es especialmente más fácil cuando las palabras y frases que vamos a aprender serán solo unas pocas y circunscritas al ámbito de la radio.

## TEMA 22-3 EL ABECEDARIO Y LOS NÚMEROS EN INGLÉS

Debido a la gran utilidad que tiene el código Q y las abreviaturas dentro del contexto de la radioafición es necesario poder reproducir las distintas combinaciones de letras en la forma correcta. Esto nos obliga a conocer prácticamente todas las letras del abecedario, de modo que se reproduce en este momento el abecedario inglés con su transcripción fonética:

A	<i>ei</i>
B	<i>bi</i>
C	<i>si</i>
D	<i>di</i>
E	<i>i</i>
F	<i>ef</i>
G	<i>yi</i>
H	<i>eich</i>
I	<i>ai</i>
J	<i>yei</i>
K	<i>kei</i>
L	<i>el</i>
M	<i>em</i>
N	<i>en</i>
O	<i>ou</i>
P	<i>pi</i>
Q	<i>kiu</i>
R	<i>aar</i>
S	<i>es</i>
T	<i>ti</i>
U	<i>iu</i>
V	<i>vi</i>
W	<i>dabel-iu</i>
X	<i>eks</i>
Y	<i>uai</i>
Z	<i>sed</i>

Debido a que los indicativos de radio se componen a nivel mundial de combinaciones de números y letras se hace necesario aprender al menos, los números del 0 al 9 con el fin de poder comprender cualquier indicativo y poder conformar cualquier combinación de números que necesitemos comunicar. Los números en inglés suenan así:

0	<i>siro</i>
1	<i>uan</i>
2	<i>tu</i>
3	<i>crii</i>
4	<i>foor</i>
5	<i>faif</i>
6	<i>six</i>
7	<i>seven</i>
8	<i>eight</i>
9	<i>nain</i>

Por encima de 9 los números son:

10	<i>ten</i>
11	<i>ileven</i>
12	<i>tuelf</i>
13	<i>certin</i>
14	<i>fourtin</i>
15	<i>faiftin</i>
16	<i>sixtin</i>
17	<i>seventin</i>
18	<i>eitin</i>
19	<i>naintin</i>
20	<i>tuenti</i>
21	<i>tuenti-uan</i>
22	<i>tuenti-tu</i>
23	<i>tuenti-crii</i>
30	<i>certi</i>
31	<i>certi-uan</i>
32	<i>certi-tu</i>
33	<i>certi-crii</i>
40	<i>forti</i>
41	<i>forti-uan</i>
42	<i>forti-tu</i>
43	<i>forti-crii</i>
50	<i>fifti</i>
60	<i>sixti</i>
70	<i>seventi</i>
80	<i>eiti</i>
90	<i>naiti</i>

Para referirnos a cientos o miles, lo haremos en el formato cantidad de centenas y ciento, o cantidad de unidades de mil y mil.

<b>Cien</b>	<b>Mil</b>
Hundred	Thousand
<i>jandred</i>	<i>zausend</i>

Algunos ejemplos:

**1200**  
One thousand two hundred  
*uan zausend tu handred*

**25600**  
Twenty five thousand six hundred  
*tuenti-faif zausend six handred*

Para referirnos a años, los diremos de dos en dos números

**1998 -> diecinueve noventa y ocho**

Nineteen ninety-eight

*Naintin naiti eigh*

## **TEMA 22-4 EL ALFABETO FONÉTICO INTERNACIONAL**

El alfabeto fonético internacional es una herramienta muy útil cuando queremos deletrear una palabra en cualquier idioma. Como es sabido, consiste en sustituir cada letra por una palabra mundialmente aceptada que comienza por la misma letra que queremos deletrear, por ejemplo, el nombre ANA, se deletrearía ALFA NOVEMBER ALFA.

Aunque este código de deletreo sea extremadamente útil hay que tener en consideración lo que ya venimos diciendo desde el principio, es decir, que las palabras no suenan igual que se escriben porque cada idioma tiene su propia fonética, por lo que es necesario reproducir las palabras del sistema de deletreo internacional, en el mismo registro que el de nuestro corresponsal, pues si no lo hacemos fácilmente no nos entenderá. El alfabeto fonético internacional es el siguiente:

ALFA	alfa
BRAVO	bravou
CHARLIE	charli
DELTA	delta
ECO	ecou
FOXTROT	foxtrot
GOLF	golf
HOTEL	jotel
INDIA	india
JULIET	yuliet
KILO	kilo
LIMA	lima
MAIK	maik
NOVEMBER	noubember
OSCAR	oscar
PAPA	papa
QUEBEC	kuibec
ROMEO	romio
SIERRA	sierra
TANGO	tango
UNIFORM	iuniform
VICTOR	victor
WHISKY	uiski
XRAY	ex rey
YANKY	yanki
ZULU	zulú

NOTA: La palabra HOTEL incluye un sonido en la letra “H” que ha sido transcrito fonéticamente por el sonido “j” pero no es totalmente correcto. El sonido “j” es extraordinariamente fuerte en relación con el verdadero sonido que tiene la letra “H” en la palabra inglesa HOTEL. Se trata más bien de una H “aspirada”.

## TEMA 22-5

## EL QSO PASO A PASO

Se entiende por llamada CQ a la llamada efectuada por un radioaficionado cuando demanda atención general. Cuando esta llamada es escuchada en el ámbito local el tráfico de comunicaciones debe ser suspendido inmediatamente pasando todos los corresponsales a la escucha con el fin de dar prioridad al operador que pidió paso. Exactamente igual que no debemos pulsar el botón de alarma de un tren en movimiento ante cualquier pequeñez, tampoco debemos recurrir a la llamada CQ a nivel local salvo que se precise comunicar algo con la máxima urgencia, por lo que se requiere que en este caso tanto unos como otros obren con la máxima diligencia y responsabilidad. Cuando hacemos radio a nivel mundial, sin embargo, debemos tener en cuenta que la llamada CQ acompañada de las letras DX solo indica a los posibles escuchas nuestra voluntad de querer informar al mundo de que estamos dispuestos a hablar con el extranjero.

### TEMA 22-5.1

### ANTES DE LLAMAR

El primer paso para hacer una llamada CQ es que el operador se cerciore de que la frecuencia no se encuentra ocupada por algún otro radioaficionado del mundo. La fórmula que podemos utilizar es:

#### ¿Está esta frecuencia en uso?

It's this frequency in use?

*its dis frecuensi in ius?*

Puede darse el caso de que estando nosotros en una frecuencia escuchemos la frase anterior por parte de otro corresponsal que desea usar la que tenemos ocupada, por lo que habrá que contestarle diciendo:

#### La frecuencia está en uso

The frequency is in use

*De frecuensi is in ius*

### TEMA 22-5.2

### EL LLAMADO

En un llamado de DX queremos siempre especificar que buscamos solo estaciones DX. No nos sirve realmente que una estación nos responda y desee ponerse a conversar si nuestro conocimiento de inglés es limitado. Por lo tanto, podemos formar nuestro llamado de la siguiente manera:

#### CQ DX CQ DX CQ DX, esta es [nuestra señal distintiva], quien llama a estaciones DX y queda atento

CQ DX CQ DX CQ DX, this is [nuestra señal distintiva], looking for DX stations only please

*Si kiú si kiú si kiú, dis is [nuestra señal distintiva], lukiing for di ex steiyions only plis*

Puede darse el caso de que el operador que efectúa la llamada general para DX demande solamente la contestación de países que se encuentren fuera de su continente. En ese caso escucharemos o iniciaremos la llamada de esta forma, para seguir con el llamado normal indicando nuestra señal distintiva

#### CQ DX CQ DX CQ DX fuera de América...

CQ DX CQ DX CQ DX out of America...

*si-kiu di-ex si-kiu di-ex si-kiu di-ex aut-of america...*

También es posible que se efectúe una llamada CQ hacia una zona concreta del mundo, por lo que en este caso las llamadas serán por ejemplo del tipo:

#### CQ CQ CQ Asia...

si-kiu si-kiu si-kiu eisia...

#### CQ CQ CQ Africa...

si-kiu si-kiu si-kiu efrika...

#### CQ CQ CQ Europa...

si-kiu si-kiu si-kiu iurop...

## TEMA 22-5.3

## LA RESPUESTA

Una contestación muy común, tanto a recibir estando nosotros llamado como para contestar a un CQ de otra estación es la licencia seguido del reporte RS, por ejemplo:

**LU3FV 5/9**

*lima iuniform crii foxtrot victor faif nain*

Quizás la parte más importante de la respuesta es obtener el indicativo de la otra estación. Las estaciones de habla inglesa tienen cierta tendencia a dar sus indicativos sin utilizar el código fonético. Si nos sucede esto, podemos solicitar que utilicen el código fonético:

**La estación [señal distintiva comprendida del corresponsal], por favor dé su indicativo en fonético**

[señal distintiva comprendida del corresponsal] station, please give your callsign slowly and phonetically

*[señal distintiva comprendida del corresponsal] steishion, plis giv iur kolsain fonetikali*

Una vez que ya tenemos los indicativos, podemos saludar a la otra estación.

**[señal distintiva del corresponsal], buenos días/tardes/noches). Su señal es [RS] en [ciudad], Argentina**

[señal distintiva del corresponsal], good morning/afternoon/evening. Your signal is [RS] in [ciudad],

Argentina

*[señal distintiva del corresponsal], gud morning/afternún/ivening). Iur signal is [RS] in [ciudad], aryentina*

Posiblemente el contacto más corto será el que termine con la contestación de la estación llamada que nos dará también la confirmación RS. Si es su intención continuar hablando con nosotros posiblemente nos hará alguna pregunta, pero si quiere continuar hablando con otra estación nueva nos dará las gracias y volverá a solicitar otro indicativo que le escuche.

La mayoría de los contactos DX terminan en este momento, pero lógicamente un contacto puede continuarse siguiendo unas pautas que se repiten normalmente dentro de un contexto establecido y que se circunscriben a unos temas reiterativos que pueden ser aprendidos para, si se tienen conocimientos más amplios, lógicamente hablar de cualquier cosa. Pasemos a conocer como suele desarrollarse un QSO internacional una vez que han sido intercambiados los controles y se dan muestras de querer seguir hablando.

Con el fin de tranquilizar a todos aquellos que nunca han hecho un contacto en inglés podemos decir que una vez que el corresponsal escucha el indicativo ya sabe de qué país somos y valorará la fluidez con la que le contestamos, adecuando la velocidad y el contenido de sus palabras a lo que nosotros vayamos preguntando siendo muy difícil que nos haga una pregunta que se salga de lo estrictamente necesario. Es en este caso, (cuando ya se han dado y recibido los controles) cuando se da paso, si se quiere, al QSO.

Lo normal una vez que ya sabemos que escuchamos y que somos escuchados, es presentarnos a nuestro corresponsal, algo que nuestro corresponsal hará de igual manera.

Si queremos dar nuestro nombre:

**Mi nombre es [nuestro nombre]**

My name is [nuestro nombre]

*Mai neim is [nuestro nombre]*

o bien:

**Nombre del operador por acá es [nuestro nombre]**

Operator name on this end is [nuestro nombre]

*Ópereitor neim on dis end is [nuestro nombre]*

Ahora, es probable que la otra estación nos responda, y si no le entendemos podemos pedir que repita cualquier dato, por ejemplo, su ubicación:

**Por favor repita su ubicación**

Please repeat your location

*Plis ripit iur loukeishion*

## **TEMA 22-5.4 OTROS DATOS PARA INTERCAMBIAR**

Si bien no existe un esquema predefinido sobre los temas que han de tratarse durante un QSO entre radioaficionados, suele ser frecuente que una vez que han sido pasados los controles, los nombres y las situaciones geográficas, se haga algún comentario sobre las condiciones climatológicas reinantes en la zona desde la que transmitimos. Como ya se ha dicho, si nosotros comentamos algo sobre el clima o nuestro equipo, nuestro corresponsal contestará con los mismos datos. Una forma de comenzar podría ser informando:

**Mi equipo es un...**

My equipment is a...

*Mai iquipment is a...*

**Kenwood TS**

*Kenwud ti es*

**Yaesu FT**

*lei su ef ti*

**Icom IC**

*Aicom ay si*

**Alinco DJ**

*Alinco di yei*

**Mi antena es una [tipo de antena]**

My antenna is a [tipo de antena]

*Mai antena is a [tipo de antena]*

**A [altura] metros sobre el suelo**

At [altura] meters over the ground

*At [altura] miters over da ground*

**Estoy usando [potencia] vatios**

I am running [potencia] watts

*Ai am roning [potencia] watts*

**El día está soleado y caliente**

The day is sunny and quite warm

*Da dei is sony and kuwait warm*

**El día está un poco nublado y frío**

The day is a bit cloudy and cold

*Da dei is a bit kloudi and cold*

**El día está totalmente nublado**

The day is overcast

*Da dei is overkast*

**La temperatura es de [temperatura] grados centígrados/Fahrenheit**

The temperature is [temperatura] degrees Celsius/Fahrenheit

*Da tempreshur is [temperatura] degris celsius/farenjeit*

**¿Cuál es su equipo?**

What is your equipment?

*Uat is iur iquip ment?*

**TEMA 22-5.5 INTERCAMBIO DE QSL**

Si estamos trabajando de DX, debemos por supuesto hacer el intercambio de tarjetas QSL.

**Deseo intercambiar tarjetas QSL**

I would like to exchange QSL cards

*Ai wud laik tu exchein kiú es el kards*

**Por favor envíe su tarjeta directo**

Please send your QSL card direct

*Plis send iur kiú es el kard direct*

**Por favor envíe su tarjeta vía bureau**

Please send your QSL card via bureau

*Plis send iur kiú es el kard vaia buró*

**Mi manager de QSL es [QSL manager]**

My QSL manager is [QSL manager]

*Mai kiú es el mánayer is [QSL manager]*

**¿Quién es su manager de QSL?**

Who is your QSL manager?

*Ju is iur kiú es el manager?*

**¿Cuál es su ruta QSL?**

What is your QSL route?

*Uat is iur kiú es el rout?*

**Le enviaré mi tarjeta directo/vía bureau**

I will send my card direct/vía bureau

*Ai wil send mai kard direct/vaia buró*



## TEMA 22-5.6

## LA DESPEDIDA A LA OTRA ESTACIÓN

Ya para concluir el comunicado, debemos despedirnos de la otra estación.

### Gracias por el llamado

Thank you for the call

*Tenk iu for da kol*

### Ha sido un placer comunicarme con usted

It has been a pleasure to QSO with you

*It jas bin a pleshur to kiú es o wit iu*

### Espero encontrarlo de nuevo en un futuro

I hope to meet you on down the log

*Ai joup to mit iu on daun da log*

### Mis mejores deseos para usted y los suyos

Best wishes to you and yours

*Best uishes tu iu and iurs.*

## TEMA 22-6

## FRASES BÁSICAS

### Disculpe, pero mi inglés es muy básico, no puedo comprenderlo.

I am sorry, my english is very limited, I cannot copy your message.

*Ai am zorri, mai english is verri limited, ai canot copi iur mesaye.*

### Por favor transmita más despacio, hablo poco inglés.

Please transmit slowly, I speak little English.

*Plis transmit slouli, I spik lítel english.*

### Disculpe, pero mi inglés está limitado a DX solamente.

I am sorry, I speak only DX English.

*Ai am zorri, ai spik ounli di ex english.*

### Lo siento, no puedo entender su señal, talvez podamos intentar más tarde.

I am sorry, I cannot copy your signal. Please try again later.

*Ai am zorri, I kanot copi iur signal. Plis trai agén leiter.*

### Lo siento, pero la propagación no es muy buena.

I am sorry, propagation is not too good.

*Ai am zorri, propageishion is not tu gud.*

**TEMA 22-7****TÉRMINOS FRECUENTEMENTE USADOS EN RADIO**

<b>Español</b>	<b>Inglés</b>	<b>Pronunciación en español</b>
Equipo	Equipment	<i>Y-quip-ment</i>
Radio	Radio	<i>Rey-di-o</i>
Vatios	Watts	<i>Uats</i>
VFO	VFO	<i>Vi-ef-ou</i>
Antena	Antenna	<i>En-tena</i>
Elemento	Element	<i>Ele-ment</i>
Yagi	Yagi	<i>Iagi</i>
Cuadracúbica	Cubical quad	<i>Quiu-bical kuad</i>
Vertical	Vertical	<i>Var-tical</i>
Dipolo	Dipole	<i>Daipol</i>
Cable	Cable	<i>Kei-bul</i>
Acoplador	Tuner	<i>Tu-ner</i>
Fuente de poder	Power supply	<i>Pawer su-plai</i>
Torre	Tower	<i>Ta-wer</i>
Cable de anclaje	Guy wire	<i>Gai uair</i>
Micrófono	Microphone	<i>Mai-kro-foun</i>
Servicio de Buró	Bureau service	<i>Buró servis</i>
Directo	Direct	<i>Dai-rrect</i>
Ubicación	Location	<i>Lou-kei-cion</i>
País	Country	<i>Koun-tri</i>
Tarjeta	Card	<i>Kard</i>
Metros	Meters	<i>Mi-ters</i>
Pies	Feet	<i>Fit</i>
Amplificador	Amplifier	<i>Em-ple-fai-er</i>
Radio paquete	Radio packet	<i>Rey-di-o paket</i>
Loop	Loop	<i>Lup</i>
Radiales	Radials	<i>Rey-di-als</i>
Interferencia	Interference	<i>In-ter-fi-rens</i>
RFI	RFI	<i>Arr-ef-ai</i>
Barbas	Splatter	<i>Spla-ter</i>
Propagación	Propagation	<i>Pro-pa-gei-cion</i>
Mensaje	Message	<i>Me-saye</i>
Telegrafía	CW	<i>Si-doubliu</i>
Fonía	Phone	<i>Foun</i>
DX	DX	<i>Di-ex</i>
Estación	Station	<i>Stei-cion</i>
Bitácora	Logbook	<i>Log-buk</i>

Nota: lista por Carlos Diez, TI5KD

<b>Español</b>	<b>Inglés</b>	<b>Pronunciación</b>
Está la frecuencia en uso?	Is this frequency in use?	<i>Ez thes fricuensi en ius</i>
CQ CQ CQ esta es [SD] llamando y manteniéndose	CQ CQ CQ this is [SD] calling and standing by	<i>Si kiú si kiú si kiú thes ez [SD] kalin and   standin</i>
Por favor repita	Please repeat	<i>Plis ripit</i>
Su indicativo	Your call	<i>Ior kol</i>
Mi reporte	My report	<i>Mai report</i>
Otra vez	Again	<i>Agén</i>
Su ubicación	Your QTH	<i>Ior kiú ti éich</i>
Gracias por la respuesta	Thanks for your call	<i>Tenks for iur kol</i>
Su señal es muy fuerte acá	Your signal is very strong here	<i>Iur signal is verri strong jir</i>
Su señal es muy débil acá	Your signal is very weak here	<i>Iur signal is verri wik jir</i>
Su reporte de señal es	Your signal report is	<i>Iur signal riport is</i>
Mi nombre es	My name is	<i>Mai neim is</i>
Mi ubicación es	My QTH is	<i>Mai kiú ti eich is</i>
Enviaré fonéticamente	I will spell phonetically	<i>Ai wil spel foneticali</i>
Cuál es su nombre	What is your name?	<i>Uat is iur neim</i>
Por favor deletree su nombre	Please spell your name	<i>Plis spel iur neim</i>
Por favor espere	Please stand by	<i>Plis stand bai</i>
Esta frecuencia está en uso	This frequency is in use	<i>Dis friquensi is in ius</i>
Por favor transmita despacio	Please speak slowly	<i>Plis spik slouli</i>
Tengo QRM	I have QRM	<i>Ai jav kiú ar em</i>
Por favor envíe su tarjeta QSL Directo	Please send your QSL card direct	<i>Plis send iur kiú es el kard direct</i>
Enviaré mi tarjeta por el buró	I will send my card through the bureau	<i>Ai uil send mai kard tru da biuro</i>
Por favor suba su frecuencia	Please QSY up	<i>Plis kiú es uai up</i>
Por favor baje su frecuencia	Please QSY down	<i>Plis kiú es uai daun</i>
Me escucha?	Do you copy me?	<i>Du iu copi mi</i>
Buenos días/tardes/noches desde Argentina	Good morning/afternoon evening from Argentina	<i>Gud morning/afternún/ivening from   aryentina</i>
Mi zona CQ es 13	My CQ zone is 13	<i>Mai si kiú zoun is certín</i>
Mi potencia es [P] vatios	My power is [P] watts	<i>Mai pouer is [P] wats</i>
Mi antena está a [m] metros	My antenna is at [m] meters	<i>Mai antena is at [m] miters</i>
Mi ROE es [ROE] a 1	My SWR is [ROE] to 1	<i>Mai es dobliu ar is [ROE] tu uan</i>
La temperatura es de [T] grados	The temperature is [T] degrees	<i>Da tem pe ra tur is [T] degris</i>
Buena suerte, y buenos DX	Good luck and good DX	<i>Gud lok and gud di ex</i>
Gracias por el QSO	Thank you for the QSO	<i>Tenk iu for da kiú es ou</i>
Espero escucharlo de nuevo pronto	I hope to hear you again soon	<i>Ai joup tu jir iu agén sun</i>
Está lloviendo	It's raining	<i>Its reining</i>
Es un día soleado	It's a sunny day	<i>It's a sani dei</i>
Está totalmente nublado	It's overcast	<i>Its ober kast</i>
Quedaré QRT ahora	I will QRT now	<i>Ai wil kiú ar ti nau</i>
Muy bien	Very fine	<i>Verri fain</i>
Voy a cambiar de operador	I will change operator now	<i>Ai wil cheinye oper eitor nau</i>



## TEMA 23

## INTRODUCCIÓN A LOS MODOS DIGITALES

Tema creado por LU4ADN para Buenos Aires Radio Club.

### TEMA 23-1

### COMIENZOS DE LOS MODOS DIGITALES

Con la aparición de las computadoras, microchips y la miniaturización, era inevitable que se generen nuevos métodos de transmisión a través de la radio. Estos métodos permitieron, no sólo llegar a lugares donde la fonía no era inteligible, sino que además podíamos recibir texto, imágenes, noticias de otras partes del mundo, o incluso voz y video digital.

La transmisión digital, a diferencia de fonía, no depende de nuestro oído para ser recibido correctamente. Algunos métodos, como WSPR funcionan a nivel de ruido de fondo de una señal en HF. Esto depende puramente del método que se transmita, varía mucho entre distintos tipos, frecuencia de transmisión y ancho de banda.

Al principio, para transmitir en modo digital, era necesario comprar o construir nuestro propio MODEM o TNC, la computadora hogareña no tenía la velocidad necesaria para codificar/decodificar audio, lo que hacía costoso tener este equipamiento en nuestras casas. Hoy es posible realizar la gran mayoría de los modos digitales a través de nuestra PC, a través de la placa de sonido o de sistemas embebidos, como, por ejemplo, Raspberry Pi.

En épocas donde “chatear” era un término poco familiar, los radioaficionados utilizábamos PSK31, un método que permitía comunicarnos teclado a teclado, de una manera muy efectiva, ya que tiene sólo 100 Hz de ancho de banda. Recordemos que al suprimir la portadora en BLU, menor es la potencia necesaria para transmitir audio o datos.

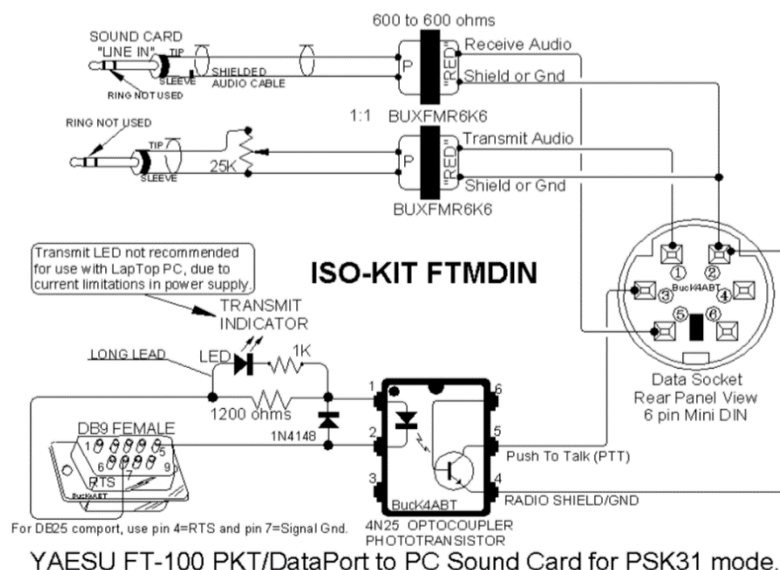
Varios años más adelante, se popularizó transmitir en modo Packet, un método que transmite grupos de bytes en AFSK (Frecuency Shift Keying o desplazamiento por frecuencia), lo que permitía tener corrección de errores, y transmitir gran cantidad de datos en grandes distancias. En esa época decir gran cantidad se refiere a 2 kB, sería imposible transmitir vía Packet un video en HD o una foto de 15 megapíxeles.

Para transmitir video en vivo, se creó el método SSTV (Slow Scan TV, o TV de barrido lento), que, con 3 kHz de ancho de banda, podía transmitir un cuadro (frame) en blanco y negro en 8 segundos y una imagen en color en varios minutos.

### TEMA 23-1.1

### EQUIPOS PARA COMENZAR A OPERAR

Aunque depende mucho del equipo que vamos a utilizar para transmitir y recibir audio, necesitamos en principio una interfaz que comunique con nuestra PC o TNC. La facilidad de construcción de esta interfaz varía en función a la necesidad de acondicionar la señal y la protección de nuestros equipos. Generalmente con algunas resistencias, un transistor y un par de plugs de audio, ya podemos comenzar a comunicar. Existe infinidad de esquemáticos en internet para cada marca de base o handy. En este caso mostramos cómo comunicar un handy YAESU a una PC vía placa de sonido.



## TEMA 23-2

## MODOS Y FRECUENCIAS

Una vez que tengamos armada nuestra interfaz, necesitamos saber en qué parte del espectro podemos comunicar. Según la resolución 50/98 de la ENACOM, dentro del espectro de radioaficionados podemos transmitir, en ciertas frecuencias, modos digitales, ya sea A3F (TV con doble banda lateral), F3F (SSTV), F2D (Packet), J2D (Packet con portadora suprimida) o F1B (RTTY o radioteletipo).

Así como fonía o CW, podemos transmitir en cualquier parte del espectro asignado, los modos más populares tienen su frecuencia asignada. Esto no está reglamentado, simplemente se adoptó entre radioaficionados de todo el mundo.

Por ejemplo, en Argentina, la frecuencia de Packet en la banda 2 Metros es 145 010 MHz. Es requisito casi obligatorio que esté en esa frecuencia, sino la red de Packet no puede comunicar entre LUs. En la banda de 40 metros, 7040 kHz es frecuencia inicial.

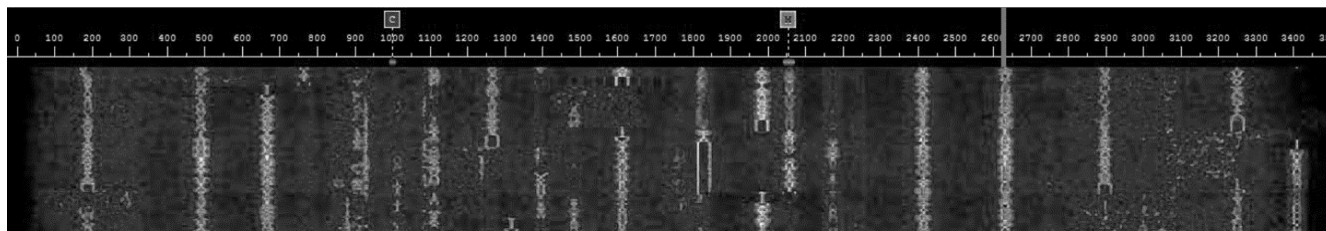
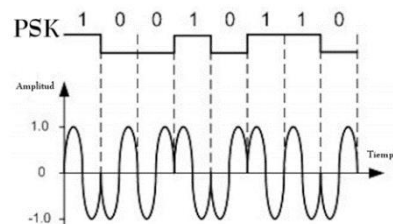
### TEMA 23-2.1

### BPSK31 o QPSK31

Este modo, basado en modulación por inversión de fase (Phase Shift Keying), es similar a radioteletipo, tiene un ancho de banda tan angosto (60 Hz) que es muy poco susceptible a ruido y problemas de decodificación. Permite mantener un QSO (comunicado) con otro radioaficionado que esté muy lejos, y las condiciones sean de mala calidad. Su velocidad es de 50 palabras por minuto.

Modula por inversión de fase, convirtiendo ceros y unos en frecuencia audible.

Abajo podemos ver en modo cascada (Waterfall) varias modulaciones en PSK. Es tan sencillo como seleccionar una transmisión y, escuchar o establecer un QSO con nuestro colega.



### TEMA 23-2.2

### PACKET

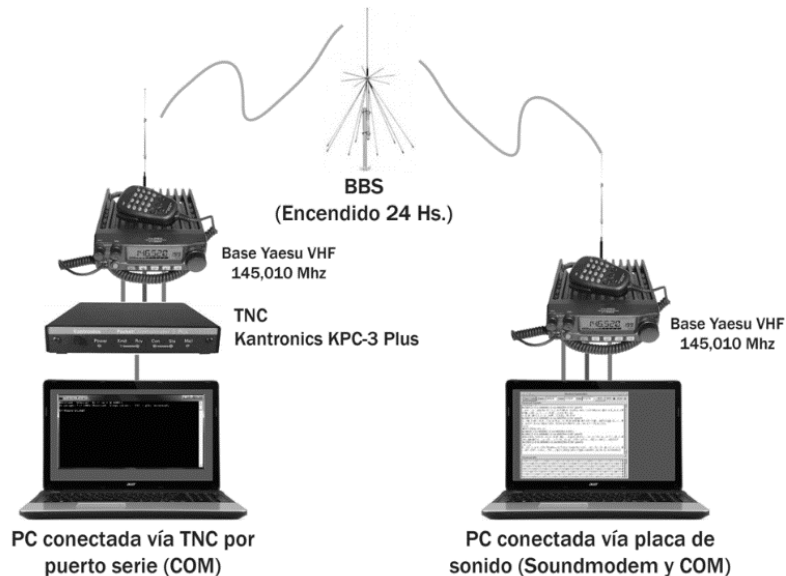
Este modo, diseñado para transmitir gran cantidad de datos, utiliza la modulación AFSK (Audio FSK), que se diferencia de FSK por alternar entre dos frecuencias prefijadas, dependiendo de frecuencia de transmisión.

El dato a enviar es codificado, se le agrega información de decodificación al principio y al final del dato a enviar para asegurar que es decodificado correctamente en el receptor. Este protocolo es llamado AX.25 (Amateur X.25, un protocolo con características similares a las redes que utilizamos hoy en día).

Este modo, no es muy utilizado para conversar directamente con otro radioaficionado, sino que está diseñado para enviar boletines automáticos, imágenes comprimidas, y reenviar información recibida de otros nodos en otras frecuencias.

En la época donde no existía Internet, la única manera digital instantánea de compartir información era a través de BBS (Bulletin Board System, o sistema de tablón de anuncios), donde los radioaficionados envían circuitos, análisis de antenas, noticias de diarios de otros países, chistes y mensajes personales a otros radioaficionados de todo el mundo. Esta red, utilizada hoy en día, depende de estaciones o nodos que reciban correctamente y reenvíen esta información. Una vez reenviada, nos podemos conectar a nuestro BBS más cercano y leer o descargar la información.

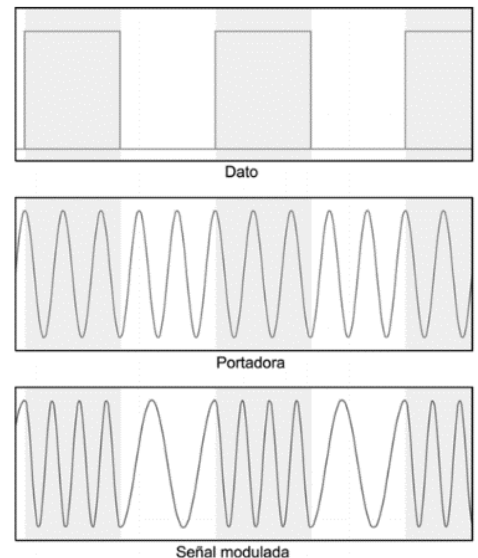
La ventaja de este sistema es que no es necesario tener encendida la PC y la base 24 horas para recibir nuestros mensajes, ya que el BBS se encarga de ello. También hace posible que no haga falta un equipo de gran potencia para enviar un mensaje a gran distancia, ya que la red se encarga de distribuir los mensajes al BBS más cercano a nosotros de manera automática (cada BBS guarda nuestra licencia y genera un boletín global con la información donde debe reenviar nuestros mensajes).



### TEMA 23-2.3 MODULACIÓN FSK

El modo FSK modula su señal variando la frecuencia de portadora, manteniendo la fase entre cambios de estado del dato. La frecuencia de portadora y la velocidad de transmisión varía en función de la frecuencia a la que queremos transmitir. En el caso de HF, nos permite una velocidad máxima de 300 bps, en VHF 1200 bps, y en UHF hasta 9600 bps con equipos muy precisos.

Un TNC (Terminal Node Controller) maneja velocidades de 300/1200 bps configurables desde su terminal.



### TEMA 23-2.4 BBS

Hoy en día sigue siendo una red activa, tanto en el país como en el mundo. Ya que no es necesario tener un TNC gracias a la emulación por software, es posible conectar a estas redes sin invertir en equipos (que hoy ya no se fabrican), con la misma interfaz para otros modos.

Para comunicar necesitaremos un sistema de PMS (Personal Messaging System), que 'dialogue' con el BBS en protocolo AX.25, a través de un TNC o Soundmodem, un software que permite decodificar este protocolo.

### TEMA 23-2.5 SSTV - TELEVISIÓN DE BARRIDO LENTO

Para transmitir video en vivo, ya sea desde un equipo satelital (como los globos que a menudo lanza AMSAT), o para un equipo estacionario, utilizamos SSTV, que solamente utiliza 3kHz de ancho de banda, lo que permite operar en diversas bandas.

Diversos modos de SSTV permiten enviar con mayor velocidad/calidad, según nuestra preferencia, o las condiciones de la transmisión. De cualquier manera es difícil obtener una imagen en movimiento, ya que por ejemplo, utilizando el modo Martin 1, un sólo cuadro va a llegar cada 114 segundos.

Para convertir una imagen en audio, cada píxel (punto de color) se convierte en una frecuencia específica, enviando brillo, cantidad de rojo, verde y azul de manera separada. Esta frecuencia varía entre 1500 y 2300 Hz.

Además de las señales de audio de la propia imagen, también envía una señal al comienzo y fin de la transmisión, para avisar al receptor que se está por enviar una imagen. Los métodos más utilizados son Marín, AVT, Robot y Scottie.

### TEMA 23-2.5.1 EJEMPLOS DE USO

La Estación Espacial Internacional (ISS), tiene una estación de radioaficionado, la cual a través de la licencia RS0ISS, transmite a 25 Watts en la frecuencia de 145 800 MHz. Con una antena apta para recepción satelital, y un software de SSTV en modo PD120, podemos recibir imágenes que transmite la ISS, si es que está pasando por encima de nosotros. Hay software como Gpredict que permite saber cuándo va a pasar un satélite.

Yendo al ejemplo local, anualmente AMSAT Argentina lanza satélites y globos, que transmite imágenes en vivo por SSTV en modo Robot 36, también se le agrega una repetidora de fonía en FM, y un seguidor por APRS (Automatic Position Reporting System, o Sistema de Reporte de posición automático), para saber su ubicación. Este evento es muy importante entre LU argentinos, por la satisfacción que trae recibir imágenes desde la atmósfera y realizar QSO con estaciones lejanas que con VHF no llegaríamos habitualmente.

### TEMA 23-2.5.2 AVANCES DE SSTV

Teniendo en cuenta que siempre recibimos una imagen analógica, estamos susceptibles a ruidos de frecuencia e interferencias. Para superar estos problemas, VK3EVL desarrolló un software llamado EasyPal, que permite enviar SSTV digital, con resolución mucho mayor a SSTV convencional, y un ancho de banda de 2.4 kHz.

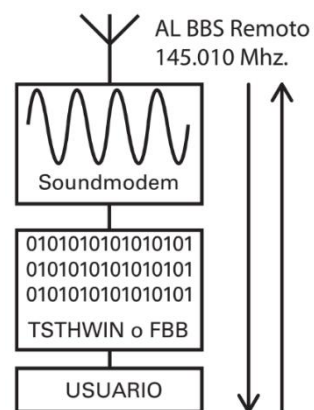
### TEMA 23-3 COMO TRANSMITIR DATOS POR RADIO

Supongamos que deseamos conversar con un colega ubicado en Rusia. Sabemos que en cierto horario, en HF, las condiciones se dan para llegar. Colocamos nuestro equipo en 7035 kHz, abrimos nuestro programa (en este caso MixW) y nos ponemos a transmitir un llamado CQ en BPSK31.

El software más amigable, y que recomiendo para utilizar es el MixW, que permite enviar SSTV, RTTY, y BPSK de una manera fácil. Además es fácil configurar nuestra interfaz de PTT, no requiere instalación de software adicional, y es compatible con un amplio rango de versiones de Windows y velocidades de procesador.

Estando posicionado en una frecuencia en particular, comenzamos a ver en la cascada diversas señales de colegas que transmiten, en este caso en BLU. Seleccionamos una transmisión con buena calidad e inmediatamente vemos que es un llamado CQ de un colega de Rusia. Inmediatamente respondemos el llamado CQ como si fuera fonía o CW, indicando licencia, calidad de señal, nombre y ubicación. ¡Ya tenemos nuestro QSO! Lo anotamos en el libro de guardia y quedamos QAP. Se utiliza el mismo método para SSTV, RTTY, FAX, etc.

Para Packet, recordemos que desde MixW podemos recibir, pero no posee la capacidad de almacenar mensajes ni de establecer un QSO, ya que tendríamos que escribir manualmente el protocolo. Hay software dedicado a Packet, como el TSTHWIN, y para BBS, FBB lidera el podio. En la página de TSTHWin, tenemos diversos archivos de configuración, introduciendo nuestra licencia, puerto que comunica con Soundmodem, y tiempo en el que emitimos una baliza, anunciando que estamos al aire, disponibles para recibir mensajes o QSO. Dejamos el software abierto, y si está configurado y el BBS nos dio acceso, comenzamos a recibir automáticamente.



### TEMA 23-4 SEÑALES DÉBILES

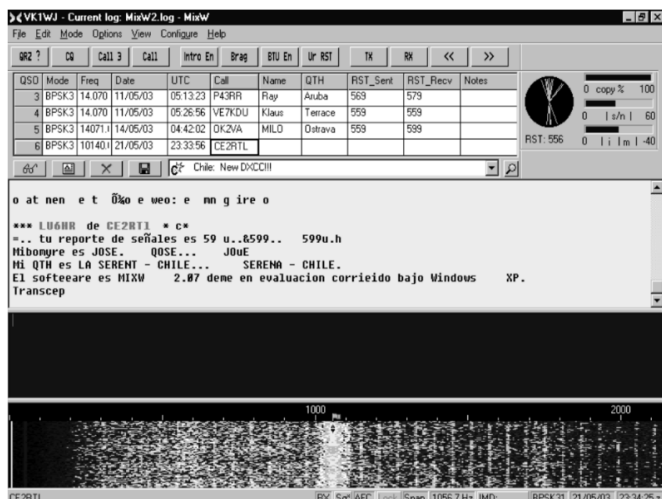
Parte del interés del radioaficionado en digitales es recibir y transmitir lo más lejos posible a la menor potencia posible. Y del otro lado, poder recibirlas. Hay colegas que transmiten con 1W y son escuchados por todo el mundo, dependiendo de la propagación en HF.

Estos métodos, son escuchados donde los otros modos digitales no llegan. Es posible recibir en condiciones de ruido extremo, donde nuestro oído ni siquiera llega a captar alguna frecuencia digital, ni hablar en fonía.



Estos modos se caracterizan por tener un ancho fijo de caracteres, teniendo sus reglas de transmisión (no podemos chatear ni mandar cualquier dato), tienen un ancho de banda mayor al de BPSK, o RTTY, y una velocidad muy lenta.

Este modo no necesita una excelente antena para transmitir ni para recibir, solamente paciencia y estar atento para responder.

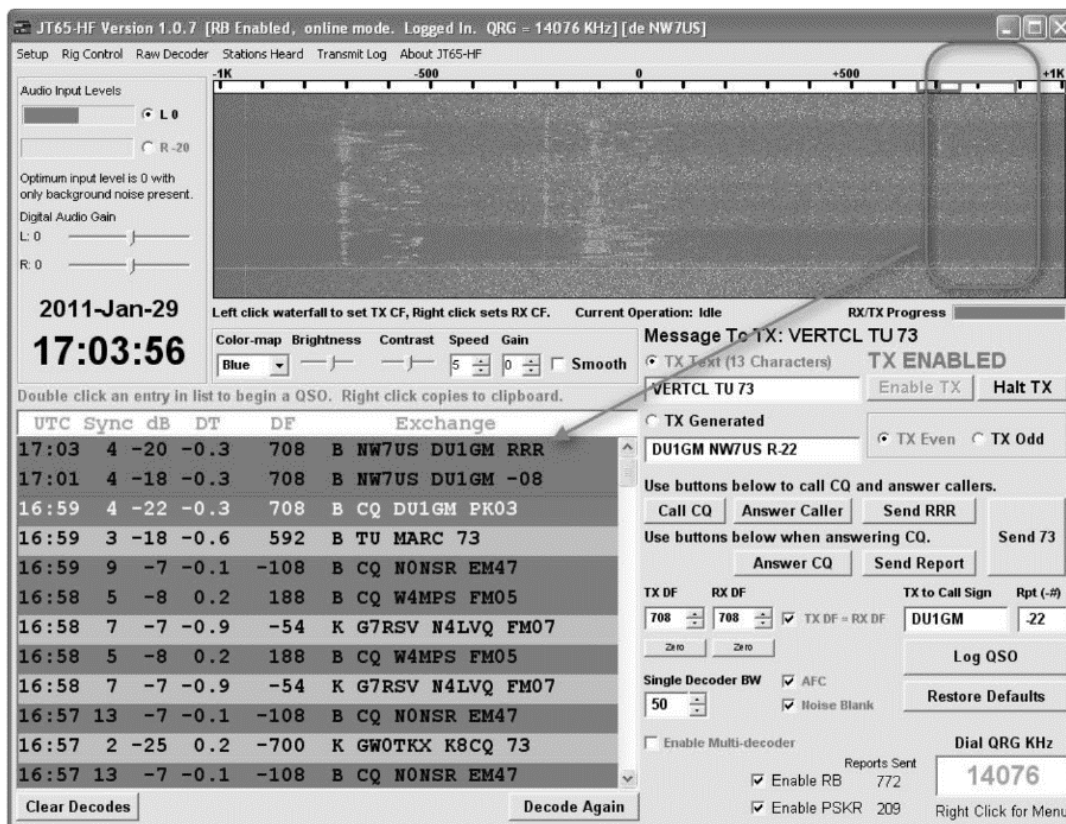


## TEMA 23-4.1 JT65 (JT65-HF)

Este modos nos permite recibir señales muy débiles, pero a diferencia de WSPR (ver abajo), nos deja enviar texto personalizado, demora 47 segundos en enviar la cadena completa, y el software funciona con Windows y Linux.

Una vez establecido un QSO debemos reenviar nuestro grid locator (por ejemplo, FF96ag para LU3FV), potencia de transmisión, QRG (frecuencia), reporte de recepción, enviar RRR (reconocimiento de recepción), y por ultimo un texto libre de 13 caracteres.

Finalmente permite subir estos datos a PSK Reporter, una web que almacena los QSO establecidos de diversas partes del mundo para analizar la propagación.



## TEMA 23-4.2

## WSPR O WHISPER

WSPR, siglas de Weak Signal Propagation Reporter, es un software diseñado para probar rutas de propagación en distintas frecuencias, subir los datos a WSPRnet, y luego armar un mapa de propagación de diversas partes el mundo. Este programa, parecido a JT65 en su modo de funcionamiento, es 100 % automatizado, si no tenemos interés en ver los datos recibidos pero sí en el mapa, podemos tenerlo corriendo de fondo para analizar la propagación desde nuestra ubicación.



## TEMA 23-5

## DATOS ÚTILES

### TEMA 23-5.1

### VELOCIDADES DE SSTV

En esta lista se incluye el modo de transmisión, si es a color o blanco y negro, la cantidad de líneas y el tiempo necesario para transmitir cada imagen.

#### AVT

24	COLOR	120 líneas	24 segundos
90	COLOR	240 líneas	90 segundos
94	COLOR	200 líneas	94 segundos
125	COLOR	400 líneas	125 segundos

#### Martin

M1	COLOR	240 líneas	114 segundos
M2	COLOR	240 líneas	58 segundos
M3	COLOR	120 líneas	57 segundos
M4	COLOR	120 líneas	29 segundos
HQ1	COLOR	240 líneas	90 segundos
HQ2	COLOR	240 líneas	112 segundos

#### Pasokon TV

P3	COLOR	496 líneas	203 segundos
P5	COLOR	496 líneas	305 segundos
P7	COLOR	496 líneas	406 segundos

#### PD

240	COLOR	480 líneas	248 segundos
180	COLOR	480 líneas	187 segundos
160	COLOR	384 líneas	161 segundos
120	COLOR	480 líneas	126 segundos
90	COLOR	240 líneas	90 segundos

#### Robot

8	ByN	120 líneas	8 segundos
12	ByN	120 líneas	12 segundos
24	ByN	240 líneas	24 segundos
36	ByN	240 líneas	36 segundos
12	COLOR	120 líneas	12 segundos
24	COLOR	120 líneas	24 segundos
36	COLOR	240 líneas	36 segundos
72	COLOR	240 líneas	72 segundos

#### Scottie

S1	COLOR	240 líneas	110 segundos
S2	COLOR	240 líneas	71 segundos
S3	COLOR	120 líneas	55 segundos
S4	COLOR	120 líneas	36 segundos
DX	COLOR	240 líneas	269 segundos

## TEMA 23-5.2

## FRECUENCIAS TÍPICAS DE LLAMADO CQ

En esta lista se incluye la banda, y dentro de cada banda, frecuencia para cada modo.

### 160 metros

1 838 150 kHz	PSK31
1 890 000 kHz	SSTV

### 80 metros

3,58 a 3,62 MHz	RTTY, PSK31, Hellschreiber, MFSK16
3,62 a 3,635 MHz	Packet
3,845 MHz	SSTV

### 40 metros

7 035 150 kHz	PSK31
7,037 MHz	Hellschreiber, MFSK16
7,067 MHz	JT65
7,08 MHz	RTTY
7,171 MHz	SSTV

### 30 metros

10,13 MHz	PSK31
10,13 a 10,14 MHz	RTTY
10,137 MHz	Hellschreiber
10,14 a 10,15 MHz	Packet, APRS

### 20 metros

14,0635 MHz	Hellschreiber
14 070 150 kHz	PSK31
14,07 a 14,095 MHz	RTTY
14,076 MHz	JT65
14,08 MHz	MFSK16
14,1005 a 14,112 MHz	Packet
14,23 MHz	SSTV
14,233 MHz	SSTV

### 17 metros

18,1 a 18,105 MHz	RTTY
18,103 MHz	Hellschreiber
18,105 MHz	MFSK16
18,105 a 18,110 MHz	Packet

### 15 metros

21,063 MHz	Hellschreiber
21,07 a 21,1 MHz	RTTY
21 070 150 kHz	PSK31
21,076 MHz	JT65
21,08 MHz	MFSK16
21,1 a 21,11 MHz	Packet
21,34 MHz	SSTV

**12 metros**

24,92 a 24,925 MHz	RTTY
24,925 a 24,93 MHz	Packet
24,929 MHz	MFSK16

**10 metros**

28,07 a 28,15 MHz	RTTY
28,076 MHz	JT65
28 080 MHz	MFSK16
28 120 150 kHz	PSK31, Hellschreiber
28,68 MHz	SSTV
28,69 MHz	SSTV - repetidoras
28,7 MHz	SSTV

**6 metros**

50,276 MHz	JT65
50,68 MHz	SSTV

**2 metros**

144,93 MHz	APRS en Argentina
145,01 MHz	Punto de encuentro Packet en Argentina
145,5 MHz	SSTV
145,55 MHz	Hellschreiber, MFSK16

## TEMA 23-6

## RECURSOS EXTERNOS

### TEMA 23-6.1

### APLICACIONES PARA COMPUTADORAS

#### DIGITALES EN GENERAL

**MIXW:** <http://mixw.net/>

**HRD:** <https://www.hamradiodeluxe.com/>

**WSJT:** <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/>

**JT65-HF:** <https://sourceforge.net/projects/jt65-hf/>

**APRS:** <https://aprs.fi/>

#### PACKET

**FBB:** <http://www.f6fbb.org/>

**TSTHWIN:** <https://www.qsl.net/iw0fol/packet/packetuk.htm>

**SoundModem para Windows:** <http://uz7.ho.ua/packetradio.htm>

**SoundModem para Linux:** [https://www.george-smart.co.uk/aprs/ax25\\_soundmodem/](https://www.george-smart.co.uk/aprs/ax25_soundmodem/)

#### SSTV

**EasyPal:** <http://www.vk3evl.com/>

**KG-STV:** <http://www.g0hwc.com/kg-stv-english.html>

**MMSSTV:** <http://hamsoft.ca/pages/mmsstv.php>

## TEMA 24

## DSP

El rendimiento en el tratamiento de una señal de audio utilizando las técnicas digitales conocidas como DSP (Digital Signal Processing) (procesado digital de la señal) es superior al obtenido con técnicas analógicas clásicas, sobre todo en los filtros pasabanda y en la reducción del ruido.

Hoy en día los sistemas DSP son capaces de eliminar la mayor parte de los ruidos de banda, tanto los de origen natural como los creados por el hombre lo que facilita el uso de la radio al permitir una mejor escucha ya que permiten construir filtros muy agudos, con anchos de banda por debajo de los 100 Hz, algo casi imposible con los filtros analógicos.

Normalmente se utilizan microprocesadores específicos que tienen la capacidad para realizar multiplicaciones muy rápidas, por medio de multiplicadores de 16 bits, ejecutables en un solo ciclo de programas.

Hoy los chips DSP se han hecho accesibles al radioaficionado por su bajo costo relativo. Los circuitos DSP tienen varias ventajas respecto a los analógicos ya que no necesitan ajuste alguno, además son insensibles a las derivas térmicas y sus características de los componentes es invariable. El DSP permite además realizar tratamientos tan complejos de la señal que sería casi imposible si utilizamos técnicas analógicas debido a volverse crítica la tolerancia de los componentes analógicos.

### TEMA 24-1

### TRATAMIENTO ANALÓGICO Y DIGITAL DE SEÑAL

En el procesado de una señal a través de un sistema analógico tenemos que toda variación de corriente o de tensión representa un sonido o una señal de radio y éstas se tratan utilizando resistencias, condensadores, bobinas, etc. En cambio, en el procesado digital de la señal DSP, lo primero es convertir la señal analógica en una secuencia de números llamadas muestras (samples) y a partir de allí la procesamos con herramientas totalmente diferentes como son los sumadores, puertas lógicas, registros de desplazamiento, etc. y luego de tratada a nuestro antojo, la volvemos a convertir en forma de onda analógica, para poder escucharla en un altavoz.

Los modernos chip DSP nos permiten realizar en forma muy simple retardos de señal, procesos no lineales, filtros automáticos y filtros autoadaptativos (varían sus características en forma automática en función de la señal que están recibiendo).

Hay que tener cuidado porque también hay limitaciones pues si intentamos procesar una señal de FI (frecuencia intermedia) de 9 MHz necesitaremos un procesador potentísimo y un conversor analógico-digital con una resolución muy grande, 16 bits como mínimo, lo que es poco práctico.

Sin embargo, podemos diseñar infinidad de aplicaciones en audio o en FI bajas (del orden de 25 a 50 KHz). Además, se pueden obtener muy buenos resultados en receptores lineales (los de SSB y CW son lineales, los de FM no lo son) haciendo la selectividad en audio en lugar de hacerla como hasta hoy en RF o en FI.

### TEMA 24-2

### FILTROS DSP PARA CW

Utilizando el DSP se pueden lograr filtros de audio mucho más estrechos y precisos que el mejor filtro a cristal, además se logran retardos constantes en todo el ancho de banda del filtro (linealidad de fase) lo que permite reducir el campanilleo y la distorsión en la señal de CW ya que en el DSP no hay problemas de tolerancia y si una instrucción dice "multiplicar el valor de la señal actual por 24351" sabemos que esa señal será multiplicada por 24351 y no por una cantidad ligeramente mayor o menor, tan común en los filtros analógicos, por lo que se logra precisión sin problemas de sintonía, acoplamiento, etc.

La figura 1 representa las curvas en frecuencia y de retardo de grupo de un circuito de filtro analógico (no lineal) pasabanda en CW y en la misma figura vemos la curva de un filtro DSP diseñado con igual criterio que el anterior, pero si bien las diferencias en la banda pasante son casi nulas vemos claramente que la respuesta en retardo se inclina en forma muy favorable hacia el filtro DSP que presenta una curva totalmente plana. En la figura 2 vemos una señal de CW filtrada por los dos filtros, el analógico (A) y el digital (B) y observamos como en el filtrado digital la envolvente es mucho más uniforme y posee menos autooscilaciones.

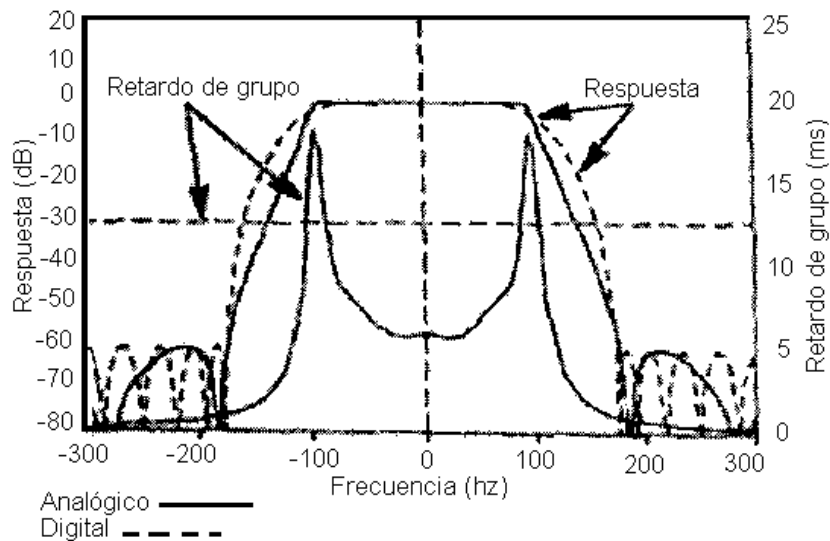


Figura 1: Curvas de respuesta y de retraso de grupo de un filtro analógico y otro digital (FIR) para CW

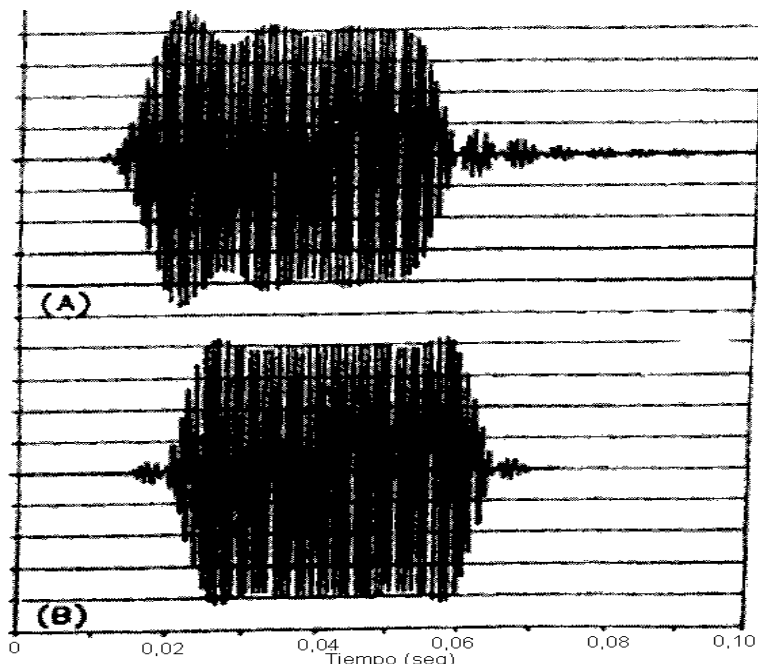


Figura 2: Comparación entre las envolventes de un pulso de CW tratado con filtro analógico (A) y con filtro digital (FIR) (B)

### TEMA 24-3 FILTRADO ADAPTATIVO PARA SEÑALES VOCALES

La mayor virtud del DSP desde el punto de vista del radioaficionado sea su capacidad para la reducción de ruidos y cuando se prueba por primera vez un filtro DSP casi no se puede dar crédito a lo que oímos ya que desaparecen los “pitos, pajaritos y silbidos” que pueblan las bandas.

La reducción del ruido en DSP se basa en buscar las líneas espectrales de mayor densidad y crear alrededor de éstas filtros pasabanda, siendo el algoritmo utilizado el que marca la forma de hacerlo.

Dos son los más utilizados llamados LMS (Least Mean Square) y el DFT (Discrete Fourier Transform) y en este último se basa el método de sustracción espectral.



## TEMA 24-4

## FILTROS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA

Para poder entender el funcionamiento de los filtros DSP debemos hacer un esfuerzo y pensar los filtros de forma diferente a lo que estamos acostumbrados ya que los filtros convencionales tratan la señal en función de la frecuencia y así por ejemplo un filtro a cristal para SSB con ancho de banda de 2400 Hz y con extremos del paso de banda en 300 y 2700 Hz rechazará automáticamente una señal de 4000 Hz por estar fuera de su banda pasante, pero permitirá sin problemas el paso de una señal de 1000 Hz independientemente de que sea una interferencia o no.

## TEMA 24-5

## FILTROS DE AUTOCORRELACIÓN

Los filtros DSP y los filtros NOTCH funcionan discriminando una señal en función de su grado de autocorrelación y la autocorrelación es una función directamente proporcional al grado de repetitividad de una señal y para ello estudiemos la figura 3.

En la figura 3A vemos una señal senoidal y apreciamos su alto grado de correlación (todos sus periodos son iguales). La figura 3B representa una señal típica de ruido atmosférico y si nos fijamos no hay ningún tipo de repetición periódica de la señal, y en la figura 3C se muestra una señal mezcla entre A y B ya que sin ser iguales (un ciclo no es igual a otro) existe una cierta repetitividad y ello es la voz humana.

Resumiendo, las señales senoidales puras tienen el máximo de autocorrelación, la voz humana tiene algo y el ruido nada en absoluto.

¿Cómo podemos filtrar una señal en función de su grado de autocorrelación? Una de las soluciones del problema es el algoritmo LMS. Toda señal puede ser representada de dos formas diferentes:

1. En el dominio del tiempo (como la vemos en el osciloscopio), donde el eje Y es la amplitud y el eje X es el tiempo.
2. En el dominio de la frecuencia (como la vemos en el analizador de espectro) donde en el eje Y tenemos la amplitud y en el eje X tenemos la frecuencia (ver figura 4).

Las señales muy repetitivas tienen un máximo de energía concentrada en una raya del espectro, así una señal senoidal pura de 400 Hz tendrá toda su energía concentrada en la línea espectral de los 400 Hz. Sin embargo, una señal de ruido (no repetitiva) tendrá su energía repartida por igual en todo el espectro, sin ningún tipo de concentración energética. La palabra está en medio de las dos, tiene varias líneas espectrales fuertes y el resto de la energía está repartida por el espectro con niveles más bajos. La figura 5 muestra el espectro del diptongo de la figura 3C, vemos que hay varias líneas de energía fuertes por debajo de los 1500 Hz y unas pocas más entre los 2500 y 3000 Hz y continuando con la misma figura podemos ver la posible respuesta de un filtro adaptativo. Que, como se ve, va formando filtros pasabanda alrededor de las líneas espectrales con mayor

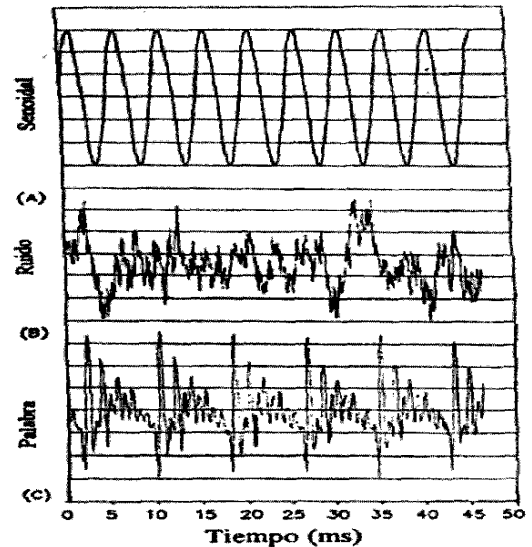


Figura 3: Diferentes tipos de señal con diferentes niveles de autocorrelación representadas en el dominio del tiempo. - En (A) una señal de alto nivel de correlación (senoidal), en (B) todo lo contrario, la correlación es nula (ruido) y en (C) tenemos una intermedia (la voz)

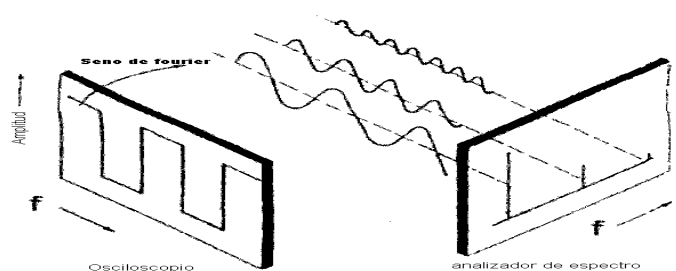


Figura 4: Comparación entre las representaciones de una onda cuadrada (senoidal + sus infinitos armónicos), en los dominios del tiempo (osciloscopio) y de la frecuencia (analizador de espectro).-

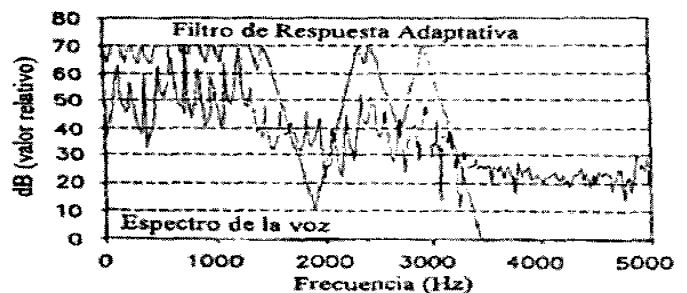


Figura 5: Respuesta de un filtro adaptativo para una señal de voz

energía. Si la señal tiene ruido, el filtro lo reducirá en los límites de banda (los valles existentes entre dos filtros pasabanda) que en nuestro caso será alrededor de los 2000 Hz y por encima de los 3000 Hz.

El ruido que está muy próximo a la señal se reduce muy poco con el DSP pero llega en nuestro auxilio otro procesador -el cerebro humano- que es capaz de eliminar éste ruido.

De la misma forma que el espectro de la señal de audio cambia continuamente con cada sílaba, el filtro adaptativo va cambiando su curva de respuesta en función de la señal de entrada (de ahí su nombre de filtro adaptativo).

Un filtro DSP reductor de ruido rechaza las señales con muy poca o ninguna autocorrelación, permitiendo el paso de todas las demás.

En el caso de que un filtro DSP cree filtros de rechazo entorno a las líneas de mayor energía del espectro (en lugar de los filtros pasabanda que vimos al principio), se convierte en un filtro de rechazo automático "notch" o sea rechaza las señales muy repetitivas y permite el paso de todas las demás.

Un filtro adaptativo para voz rechaza las señales poco o nada repetitivas, así como las muy repetitivas, dejando paso libre sólo a las que tienen un cierto grado de repetitividad (la voz), y de tal forma se consigue reducir el ruido (nada repetitivo) y elimina los tonos puros generados por el batido de las portadoras interferentes (muy repetitivos).

## **TEMA 24-6 SUSTRACCIÓN ESPECTRAL**

La sustracción espectral es otro método para la reducción del ruido en las señales vocales.

Hasta ahora los sistemas DSP que hemos visto se basan en el tratamiento de una serie de números, que representan la señal en función del tiempo. Pero existe otra manera de representar una señal y es hacerlo en función de las frecuencias que contiene y es en este campo en el que trabaja el método de sustracción espectral.

Para ello el DSP utiliza una operación matemática compleja denominada Transformada de Fourier (ver figura 4), para pasar del dominio del tiempo al dominio de las frecuencias.

Lo que tenemos a la salida de un conversor analógico-digital de audio son una serie de números que representan el valor de la tensión en función del tiempo: V a los 0  $\mu$ s, a los 100  $\mu$ s, a los 200  $\mu$ s, etc. Las operaciones de transformación dan como resultado otra serie de números que representan la misma señal, pero esta vez en función de la energía que posee en cada frecuencia: V a 300 Hz, 320 Hz, 340 Hz, etc., hasta los 3000 Hz o más. Si a estos números les aplicamos otra operación llamada Transformada Inversa volvemos a tener la serie de números originales.

Todo lo anterior funciona de la siguiente forma:

1. Transformación de la señal del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia.
2. Tratamiento de los datos en el dominio de la frecuencia.
3. Transformación inversa del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo.

Este proceso se va repitiendo sucesivamente para periodos cortos de la señal de audio (fracciones de segundo).

La sustracción espectral se basa en dos premisas:

1. La energía de la voz está concentrada en un número pequeño de frecuencias.
2. La energía del ruido está distribuida uniformemente a través de todo el espectro.

Los algoritmos de la sustracción espectral intentan determinar el “umbral de ruido” de la señal. Hecho esto, consideran que cualquier frecuencia con un nivel por debajo del umbral es ruido y las eliminan y de la misma forma, cualquier señal por encima del umbral la consideran válidas y permiten su paso sin problemas.

La figura 6A representa el mismo espectro que el de la figura 5 al que se le añadió algo de ruido. La línea horizontal a +45 dB representa el umbral de ruido. Cualquier frecuencia con un nivel por debajo de +45 dB se considera ruido y se elimina, es decir se le asigna un valor cero. Por otro lado, toda frecuencia con un nivel por encima del umbral, en este caso +45 dB, pasa sin problemas o dicho de otro modo conserva su nivel. En la figura 6B podemos apreciar el resultado de este proceso.

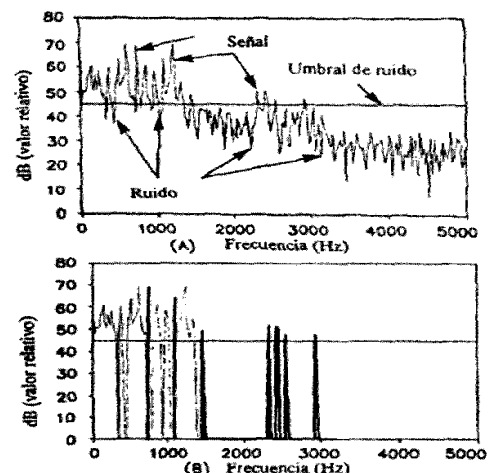


Figura 6. La sustracción espectral elimina todas las señales que están por debajo del umbral de ruido (A). - En (B) vemos el resultado

Algunos filtros DSP para radioaficionados utilizan la sustracción espectral para la reducción del ruido, pero el algoritmo que hemos descrito tiene varios inconvenientes:

1. El tiempo utilizado en los cálculos matemáticos es bastante significativo y este retraso produce molestias como el impedir una sintonía rápida del receptor ya que no están sincronizados el sonido del altavoz con el dial lo que hace muy difícil el intercambio rápido de datos, como sucede en los concursos.
2. Cuando se están procesando señales muy ruidosas, a veces aparecen “tonos de audio”, dando la impresión de que se están recibiendo ruidos aleatorios de frecuencias también aleatorias y esto es debido a la dificultad que tienen a veces los algoritmos para distinguir el ruido de la señal.
3. La sustracción espectral requiere mucho más poder de cálculo que el algoritmo LMS.

Todos los algoritmos tienen sus ventajas e inconvenientes, siendo las circunstancias de cada momento las que determinan cuál es el mejor sistema para una situación concreta.

## TEMA 24-7 LOS DIFERENTES TIPOS DE RUIDO

¿Qué tipo de ruido es el mejor elimina el DSP?

En cuanto a reducción de ruido se refiere, el DSP se muestra más eficaz con los ruidos de nivel más o menos constante (pitos, silbidos, etc.) que con los de tipo impulsivo.

El algoritmo de reducción funciona mejor con ruidos débiles y constantes, ya que para los ruidos de tipo impulsivo (coches, motos, etc.) funciona mejor el “noise blanker” convencional.

Cuando el ruido es de alrededor de 120 Hz los antiparasitarios convencionales son más eficaces que el DSP pero para el ruido blanco o de fondo es mejor el DSP.

Debemos recordar que el filtrado DSP se realiza en audio y el noise blanker funciona en frecuencia intermedia.

Conclusión: los sistemas DSP ofrecen muchas prestaciones y están llegando a un nivel de precio moderado, además la facilidad de programación de dichos circuitos permite a diseñadores y fabricantes incluir un montón de funciones en un pequeño espacio físico y como sus precios siguen bajando los sistemas DSP estarán cada vez más presentes en nuestros equipos, permitiendo todo tipo de filtrado, anchos de banda variables en receptores, moduladores y demoduladores para todo tipo de emisión ya sean digitales o analógicas.



**TEMA 25****APÉNDICE DE DATOS INTERESANTES****TEMA 25-1****INVENTOS Y DESCUBRIMIENTOS RELATIVOS A LA RADIO**

1877	Micrófono de carbón	Thomas Alva Edison
1887	Antena	Heinrich Rudolf Hertz
1896	Radiotelegrafía	Guillermo Marconi
1897	Resistencia de carbón	T. E. Gambrell y A. F. Harris
1897	Tubo rayos catódicos	Ferdinand Braun
1898	Grabación magnética	Valdemar Poulsen
1900	Capacitor cerámico	L. Lombardi
1904	Válvula diodo	John Ambrose Fleming
1906	Radiodifusión	Reginald Fessenden
1906	Válvula tríodo	Lee de Forest
1908	Teoría de la TV	Allan Archibald Campbell-Swinton
1912	Circuitos regenerativos	Lee de Forest
1912	Heterodinos	Reginal Fessenden y Edwin Howard Armstrong
1916	Micrófono electret	E. C. Wente
1920	Flip-flop	William Eccles y Frank Wilfred Jordan
1921	Control de frecuencia con cristal	Varios
1924	Onda diente de sierra	Ansos
1925	Radio comercial onda corta	Philips
1926	Antena Yagi	Hidetsugu Yagi y Shintaro Uda
1928	Válvula pentodo	Tellegran y Holtz
1930	Transistor FET	Lilienfeld
1931	Sonido estereo	Laboratorios Bell
1933	Modulación en frecuencia	Edwin Howard Armstrong
1934	Cristales líquidos	Morton, Malter y otros
1939	Computadora digital	Empresa IBM
1943	Circuitos impresos	Paul Eisler
1945	Teoría satelital	Arthur Clarke
1947	Radar de pulsos	Laboratorios Bell
1948	Fabricación del cristal de germanio	John B. Little and Gordon K. Teal
1948	Transistor	Bardeen, Brattain y otros
1951	Sistema super regenerativo	Edwin Howard Armstrong
1952	Concepto circuito integrado	Geoffrey Dummer
1952	Transistor darlington	Sidney Darlington
1952	Fabricación del cristal de silicio	Gordon K. Teal y Ernest Buehler
1952	Voltímetro digital	Andrew Kay
1952	Control de tono	Peter Baxandall
1953	Transistor de barrera	Empresa Philco
1953	Circuitos integrados	Jack S. Kilby
1953	Transistor unijuntura	Empresa General Electric
1954	Radio a transistores	Texas Instruments e IDEA
1954	Baterías solares	Chapin, Fuller y otros
1956	Diodo varicap	Giacoletto y otros
1958	Diodo túnel	Leo Esaki
1959	Fabricación semiconductores	Hoernig
1960	Circuitos integrados lógicos	Varios
1961	Reloj electrónico	Vogel et Cie
1963	Diodos Gunn	John Battiscombe Gunn
1964	Cubierta DIL	Don Forbes, Rex Rice y Bryant Rogers
1965	Satélite de comunicaciones	Empresa INTELSAT
1966	Fibras ópticas	Charles Kao y George Hockham
1972	Tecnología V-MOS	Thurman John Rodgers

## TEMA 25-2

## REPRODUCTORES ACÚSTICOS

Se llama reproductor acústico al conjunto formado por los parlantes y sus cajas o a los auriculares, ambos sistemas son usados por los radioaficionados para mejorar la calidad y/o bajar el nivel de ruido ambiente percibido por el oído. Tanto los parlantes como los auriculares son transductores que convierten energía eléctrica en ondas sonoras por un proceso de conversión mecánica. Están formados por una parte magnética, una parte mecánica y una parte acústica. Según sus elementos eléctricos se clasifican en: dinámicos, electrostáticos, piezoeléctricos. En los parlantes dinámicos un imán permanente de alta permeabilidad contiene en su entrehierro una bobina móvil que, solidaria con un cono de papel o diafragma ofrece muy poca inercia para lograr buena respuesta a los sonidos y a su vez este cono tiene una suspensión externa que lo fija al aro externo. Al aplicarse una corriente a la bobina, por estar sumergida en un campo magnético, se desplazará hacia dentro o hacia afuera generando una onda acústica que variará según los cambios en la corriente y cuya magnitud depende de la intensidad de corriente que cruza la bobina y de la inducción del imán. En los electrostáticos el principio de funcionamiento es el de un condensador o sea que se aplica una corriente entre dos placas de las cuales una es móvil y de alta respuesta acústica, son de respuesta lineal, de alta impedancia y su onda sonora es aguda, se los utiliza comúnmente en los transceptores de mano.

Los parlantes piezoeléctricos basan su funcionamiento en la deformación mecánica de un cristal al cual se le adosa una lámina o diafragma encargado de generar las ondas sonoras. Su respuesta en frecuencia sonora no es buena y son de bajo rendimiento. Los auriculares poseen en su interior parlantes de alguno de los tipos mencionados, pero poseen la ventaja de llevar el sonido a los oídos sin interacciones extrañas y algunos poseen control de volumen independiente para cada oído.

## TEMA 25-3

## LOS INVERSORES DE CORRIENTE

Los inversores suministran una tensión alterna (por ejemplo, 220 V) partiendo de una tensión continua (por ejemplo, 12 V provenientes de una batería). Son construidos en estado sólido y producen una corriente alternada con una regulación muy precisa de la frecuencia. En los inversores se utilizan transistores conmutadores de alto voltaje con transformadores relativamente pequeños y que funcionan silenciosamente o lo dejan de hacer cuando no existe consumo lo que tiene la ventaja de poder dejarlos permanentemente conectados ya que en ese lapso consumen solo 1 mA pero al detectar el inicio de un consumo comienzan a aportar una salida suave e instantánea. La eficiencia típica de estos inversores es del orden del 78 % por lo que por cada 10 amperes a 12 voltios de corriente continua consumida se pierde solo 1 ampere en calor. El tamaño físico de los inversores actuales es muy pequeño ya que como ejemplo baste decir que para otorgar 200 vatios a 220 voltios su tamaño es el de un handy normal y para un consumo de 2000 vatios su tamaño es el de un equipo de HF.

## TEMA 25-4

## ESPECTRO DE FRECUENCIAS DE RADIO

El espectro de frecuencias de ondas senoidales se divide en:

- De energía eléctrica de 25 ciclos a 60 ciclos.
- De audiodiferencia desde 20 ciclos a 20 000 ciclos.
- De radiofrecuencia este espectro se divide en ocho segmentos y cada uno es diez veces superior en frecuencia al anterior. Sus nombres están dados en inglés como se los conoce internacionalmente.

VLF	Very Low Frecuency	de 1,8 kHz a 30 kHz
LF	Low Frecuency	de 30 kHz a 300 kHz
MF	Middle Frecuency	de 300 kHz a 3 MHz
HF	High Frecuency	de 3 MHz a 30 MHz
VHF	Very High Frecuency	de 30 MHz a 300 MHz
UHF	Ultra High Frecuency	de 300 MHz a 3000 MHz
SHF	Super High Frecuency	de 3 GHz a 30 GHz
EHF	Extreme High Frecuency	de 30 GHz en adelante

**TEMA 25-4.1****FRECUENCIA DE CANALES DE TV AIRE Y CABLE**

A continuación, se detallan las frecuencias extremas de los canales de televisión por aire (números solos) y de cable (letra y luego número) establecidos por convención internacional.

Canal	Banda [MHz]	Canal	Banda [MHz]	Canal	Banda [MHz]
2	54 – 60	3	60 - 66	4	66 - 72
A 8	72 – 78	5	76 - 82	A 7	78 - 84
6	82 – 88	A 6	84 - 90	A 5	90 - 96
A 4	96 - 102	A 3	102 - 108	A 2	108 - 114
A 1	114 - 120	A 14	120 - 126	B 15	126 - 132
C 16	132 - 138	D 17	138 - 144	E 18	144 - 150
F 19	150 - 156	G 20	156 - 162	H 21	162 - 168
I 22	168 - 174	7	174 - 180	8	180 - 186
9	186 - 192	10	192 - 198	11	198 - 204
12	204 - 210	13	210 - 216	J 23	216 - 222
K 24	222 - 228	L 25	228 - 234	M 26	234 - 240
N 27	240 - 246	O 28	246 - 252	P 29	252 - 258
Q 30	258 - 264	R 31	264 - 270	S 32	270 - 276
T 33	276 - 282	U 34	282 - 288	V 35	288 - 294
W 36	294 - 300	AA 37	300 - 306	BB 38	306 - 312
CC 39	312 - 318	DD 40	318 - 324	EE 41	324 - 330
FF 42	330 - 336	GG 43	336 - 342	HH 44	342 - 348
II 45	348 - 354	JJ 46	354 - 360	KK 47	360 - 366
LL 48	366 - 372	MM 49	372 - 378	NN 50	378 - 384
OO 51	384 - 390	PP 52	390 - 396	QQ 53	396 - 402
RR 54	402 - 408	SS 55	408 - 414	TT 56	414 - 420
UU 57	420 - 426	VV 58	426 - 432	WW 59	432 - 438
AAA 60	438 - 444	BBB 61	444 - 450	CCC 62	450 - 456
DDD 63	456 - 462	EEE 64	462 - 468	14	470 - 476
15	476 - 482	16	482 - 488	17	488 - 494

**TEMA 25-5****LAS PRIMERAS MEDIDAS DEL TIEMPO**

El hombre primitivo sólo pudo contar el tiempo a través de los ciclos de la naturaleza, como el día y la noche, las fases de la luna o la sucesión de las estaciones. Los primeros astrónomos de la humanidad, observando el cielo justo antes del amanecer y justo después del anochecer debieron constatar que los puntos de salida y puesta del sol parecían desplazarse lentamente hacia el Este por entre las estrellas cuando se alargaba el día, y que estas posiciones completaban un ciclo entero sobre el horizonte en el transcurso de las cuatro estaciones. Los historiadores todavía no han logrado ponerse de acuerdo acerca de a quién se le ocurrió por primera vez dividir el día y la noche en horas. Lo mismo pudieron ser los babilonios que los egipcios o los griegos. El Dr. Winkler, del Observatorio de la Marina de EUA, sostiene que probablemente fueron los babilonios quienes primero dividieron los días y las noches en doce partes iguales. La división por doce podría haber sido una consecuencia lógica de la división natural del año en doce meses. Parece ser que la subdivisión de las horas en minutos y segundos se debió a los egipcios y a los romanos. El astrónomo egipcio Ptolomeo, sirviéndose de un sistema de medida con base 60 que procedía de Babilonia, dividió cada hora en 60 partes iguales y cada una de estas partes en otras tantas. Los romanos dieron nombre a dichas partes denominando las mayores "pars minutae primae" o "pequeñas partes primarias" y las menores "pars minutae secundae" o "pequeñas partes secundarias". Nacieron los minutos y los segundos.

## TEMA 25-6

### RELOJES ATÓMICOS

Los relojes atómicos funcionan con átomos de Cesio se depositan en una cavidad resonante en el interior de una máquina que constituye en sí el reloj atómico. Estos átomos se someten a la irradiación de un campo electromagnético y cuando el campo tiene la frecuencia adecuada, entran en oscilación pasando de una a otra polaridad, oscilación que se mantiene mientras el campo electromagnético no altere esta frecuencia de resonancia (si varía la frecuencia del campo en uno u otro sentido, cesa instantáneamente la oscilación). El número de vibraciones por segundo que experimentan los átomos de Cesio en esta oscilación es de 9 192 631 770 y recíprocamente, la frecuencia del campo electromagnético para que entren en vibración es de 9 192 631 770 Hz de manera que la propia cuenta de las vibraciones atómicas se utiliza como señal de realimentación patrón para mantener absolutamente estabilizada la frecuencia del campo electromagnético excitador. La idea inicial de un reloj atómico partió de Isidor Isaac Rabi, de la Universidad de Columbia, quien la expuso en una conferencia de 1929. La oscilación del átomo de Cesio fue observada por primera vez por Harold Lyons de la NBS en 1952. El primer reloj atómico patrón que prestó un servicio continuo a partir de 1955 fue el perteneciente al National Physical Laboratory de Gran Bretaña.

## TEMA 25-7

### QUE PESO SOPORTA EL TECHO CON UNA TORRE

Cuando recibimos nuestra licencia o a veces antes de ello decidimos adquirir nuestros equipos, buscar un lugar de la casa que nos sea cómodo, preparar el rack de transmisión y recién por último nos acordamos de las antenas y por ende de la torre y es entonces que llamamos a un antenista con lo cual derivamos todo el problema al instalador y éste con un afán netamente mercantilista define la altura de la torre y su ubicación, luego procede a montarla, colocar las antenas solicitadas y con dicho acto termina su relación con nosotros. Pero ni nosotros ni el instalador hemos calculado el peso que debe soportar nuestro techo y si el lugar elegido es el adecuado para soportar dicho peso. Para nuestro análisis tomaremos una torre de 15 metros de altura con una sección triangular de 20 cm. de lado de tres parantes confeccionados con hierro n.º 12 y reticulado con hierro n.º 8, con un rotor, una direccional de tres elementos para HF, una direccional para VHF, y además dos antenas en V invertida y una antena omnidireccional para VHF. Aparte de este peso que añadimos a nuestra casa debemos calcular los esfuerzos, que se traducen en peso, del viento y de la tensión de las riendas que, por error, normalmente, se tensan demasiado aumentando artificialmente el peso total y para completar el cuadro debemos calcular el peso de una persona subida en nuestra torre y en definitiva debemos calcular que el peso total que soportará nuestro techo es de 300 kilos sin considerar una tormenta de viento. Comencemos por establecer los pesos aproximados de los elementos usados:

Base hormigón donde apoya la torre	8 kg
Estructura de la torre	46 kg
Rotor y remate de apoyo	8 kg
Caño 32 mm para montaje antenas	6 kg
Antena direccional HF	18 kg
Riendas, aisladores, tensores etc.	20 kg
Antenas para VHF (2)	6 kg
Coaxiales de alimentación	15 kg
<b>Total aproximado de peso</b>	<b>127 kg</b>

## TEMA 25-8

### LAS ONDAS Y LAS PRIMERAS TRANSMISIONES

En el año 1865, James C. Maxwell, primer profesor de Física Experimental en la Universidad de Cambridge, admirador y sucesor de Michael Faraday publica su artículo histórico: "A dynamical theory of the electromagnetic field" (Una teoría dinámica del campo electromagnético).

En vez de presentar un modelo mecánico que siempre usaba en sus investigaciones para darle realidad física, empleó un modelo puramente matemático, con una aparente contradicción en las conocidas leyes de la electricidad y el magnetismo con la ley física básica de la continuidad, estableciendo que la carga eléctrica no podía ser creada ni destruida. Esta contradicción desaparece si se tiene en cuenta un término que Maxwell



introduce en las ecuaciones, y más precisamente en la ley de la electrodinámica de Ampere, término que tiene la característica de una corriente eléctrica que puede fluir en un medio dieléctrico o aislador en vez de circular sobre un conductor como se había pensado hasta ese momento. Al poder circular corriente en un medio dieléctrico, ésta podría circular entonces en el espacio libre, ya que se trata de un medio dieléctrico casi perfecto. Maxwell llamó a esta corriente "corriente de desplazamiento". La idea es que, con tal corriente que varía en el tiempo, podría haber un campo magnético también variable en el tiempo, producido por dicha corriente. Estos dos elementos formarían lo que Maxwell llamó el "campo electromagnético".

La manera en que tal corriente podría fluir en el medio dieléctrico y cómo este campo electromagnético podría propagarse en el espacio, no era muy claro, pero se llegó a una solución teórica matemática no desprovista de elegancia. El modelo establecido se basaba en un sistema de ecuaciones. Su contrapartida física era bastante oscura, puesto que era el resultado de una deducción matemática y no había una evidencia experimental en ese tiempo, que pudiera sostener su hipótesis. Fue precisamente esta falta de evidencia experimental y la dificultad de visualizar el modelo de Maxwell en términos físicos y mecánicos, que llevó a eminentes científicos de la época, tales como Von Helmholtz y Lord Kelvin (William Thompson), a tomarlo con reserva, máxime a la luz de la teoría de la acción a distancia en forma instantánea, en boga desde la elaboración de la teoría de la gravitación universal de Isaac Newton.

Las implicancias de este modelo fueron sin embargo intrigantes, puesto que el campo electromagnético podría propagarse tanto a través del espacio libre como guiado por conductores, de tal modo que dicha propagación sería en forma de ondas que viajarían a la velocidad de la luz. Es más, Maxwell predijo que la luz misma sería una manifestación electromagnética dentro de un cierto rango de longitudes de onda. Si el modelo de Maxwell era válido se produciría la unión de la óptica y el electromagnetismo, y la ciencia tendría a su disposición un esquema conceptual único con un mayor poder de explicación de los fenómenos físicos. Pocos años antes, en 1820, se había unido la electricidad y el magnetismo con la experiencia de Oersted, en Dinamarca. Sin embargo, había dificultades, pues las ecuaciones de Maxwell tenían una enorme cantidad de soluciones. La generalización ha permitido a posteriori solucionar diferentes problemas que en un principio no tenían solución, ya que no se podían demostrar. Asimismo, la teoría de Maxwell implica profundos problemas filosóficos. ¿Cómo podría la materia actuar donde no estaba? Si había ondas, ¿qué ondas eran y en que medio podrían propagarse? Las antiguas creencias de las acciones a distancia, tal como la gravedad o las acciones por impacto, como en la teoría corpuscular de la luz, no conducen fácilmente a nociones nuevas de campos que viajan a velocidad finita en un medio vacío. Se necesitaron 23 años para producir un soporte experimental para el modelo de Maxwell.

**HEINRICH HERTZ:** en el año 1880, Hertz se doctora en Física en el Instituto de Física de Berlín, "Magna Cum Laude", a la temprana edad de 23 años. Su profesor de física era nada menos que Hermann Von Helmholtz, una de las primeras personalidades que interpretó la labor de Maxwell y trató de influenciar a Hertz para que investigara la validez de dicha teoría. Hertz declinó llevarlo a cabo por no disponer en dicha academia, de un detector capaz de responder a las oscilaciones de alta frecuencia. En 1885 aceptó la cátedra de Física en el Instituto Técnico de Karlsruhe, donde se disponía de un laboratorio muy bien equipado, En el, descubrió un medio simple pero muy eficaz para detectar dichas oscilaciones. La labor que desarrolló en el laboratorio fue muy intensa y en el año 1888 anuncia que ha podido generar ondas electromagnéticas, detectarlas y medir su velocidad. De este modo, tal como lo había predicho Maxwell, la velocidad de propagación era igual que la de la luz, dentro de los límites del error experimental. La evidencia fue sorprendente. Para aquellos que por años habían aceptado el modelo de Maxwell fue obvio, pero para los que lo habían resistido fue difícil aceptarlo. El experimento de Hertz era fácilmente reproducible, y no había manera de negar que la energía electromagnética viajaba por el espacio y que la velocidad era finita.

Para los que analizaron los informes de Hertz, el hecho más sorprendente de sus experimentos fueron la brillantez intelectual y su simplicidad. Lo de simple, por supuesto, no siempre es elemental. Para demostrar la validez del modelo de Maxwell había tres problemas fundamentales. El primero y el menos serio era la generación de la onda electromagnética. El segundo era más serio. Suponiendo que se pudiera generar la onda, ¿cómo podría ser observada, detectada y medida? La tercera dificultad, que estaba relacionada a la anterior fue la menos obvia, ya que había que generar una onda electromagnética con una longitud de onda tal que pudiera medirse dentro de los límites de los laboratorios disponibles en ese tiempo. Además, era importante tener la

seguridad que la detección respondiera realmente a la onda electromagnética y no a cualquier otra perturbación eléctrica.

El modelo de Maxwell fue un descubrimiento de ciencia pura. No puede haber al respecto un ejemplo tan claro, como lo expresó Hertz, "la teoría de Maxwell no es meramente un sistema de ecuaciones, es el sistema mismo". El propósito del experimento de Hertz fue solamente demostrar la validez del modelo de Maxwell, no hay en él un atisbo de implicancias tecnológicas o económicas.

Sin embargo, cuando Hertz publica su descubrimiento en 1888, ha creado sin pensarlo los elementos básicos de una nueva tecnología, la radiotelegrafía sin hilos y no solamente la evidencia clara y concluyente de la validez del modelo propuesto por Maxwell. Así quedó establecido un paso en la transferencia del conocimiento entre la ciencia pura y la tecnología que fue completado por Oliver Lodge en Inglaterra. Tanto Hertz como Lodge habían trabajado en el mismo tema y tenían idénticos objetivos científicos, si bien con técnicas diferentes. Lodge trabajó con circuitos cerrados o resonantes, mientras que Hertz si bien trabajó inicialmente en lo mismo, lo hizo con circuitos abiertos o antenas, los cuales perdían rápidamente la energía en forma de radiación. De este modo el producto del trabajo de Hertz es la invención básica de la telegrafía a chispa, mientras que del trabajo científico de Lodge surge el descubrimiento de la sintonía de un circuito eléctrico. El equipo de laboratorio que creara Hertz, para generar, irradiar y detectar ondas electromagnéticas, permitió demostrar la teoría electromagnética de la luz. Lodge, con este mismo equipo de laboratorio, refinado y más sensible, logró en 1894 un sistema tecnológico que podría ser, y de hecho lo era, utilizado como un medio para enviar mensajes a distancia. En este tiempo Lodge tenía a su disposición todos los elementos tecnológicos necesarios para un equipo de comunicaciones, con lo cual se completó la transferencia inicial entre ciencia y tecnología.

**OLIVER LODGE:** en agosto de 1888, Lodge, profesor de física experimental en la Universidad de Liverpool, publica en el *Philosophical Magazine*, un artículo donde divulga los resultados de sus experimentos con descargas eléctricas mediante botellas de Leyden (capacitores) y las ondas estacionarias que tales descargas producían en conductores largos o líneas de transmisión como se las denomina hoy en día. Durante las pruebas de su publicación, agrega una cita, en la cual menciona haber leído en el número de julio de ese año de la revista *Wiedemann Annalen*, un artículo del doctor Hertz. En él se menciona la existencia y medición de ondas excitadas por descargas en bobinas y convertidas en ondas estacionarias, no por reflexión de pulsos transmitidos a lo largo de conductores y reflejados en el extremo abierto, como él lo había hecho, sino por reflexión de ondas en el espacio libre por medio de una pared conductora, y agrega parece que la radiación eléctrica trabaja espléndidamente

El conocimiento del éxito de Hertz, no hizo que Lodge apurara la publicación de sus propios experimentos, ni produjo en él ningún resentimiento, máxime que el mismo se había impuesto como tarea demostrar la validez de la teoría de Maxwell. Es más, durante ese verano se tomó unas vacaciones con toda tranquilidad en el Tirol. Esta es una característica propia de Lodge, un hombre amable y de temperamento tranquilo. En el otoño de 1888, presenta formalmente sus resultados experimentales sobre ondas eléctricas en la Asociación Británica para el avance de las ciencias, y quedó claro para los que conocían el tema, que la verificación experimental de las ecuaciones de Maxwell se hizo casi al mismo tiempo que Hertz y en principio, con las mismas conclusiones. El método de Lodge fue más convencional al utilizar ondas guiadas, pero las implicancias teóricas eran las mismas. Lodge admiró la manera en que Hertz demostró la existencia de las ondas electromagnéticas y con el apoyo de su amigo, el físico y matemático Fitzgerald, tomó a su cargo la tarea de publicar los trabajos de Hertz en Inglaterra, traducéndolos del idioma original. Años después, cuando la industria de las Radiocomunicaciones estaba en pleno florecimiento dijo simplemente: "Maxwell y Hertz son esencialmente los fundadores del sistema de radiocomunicación". Hertz falleció en enero de 1894, mientras continuaba sus investigaciones en ultra frecuencias, a la temprana edad de 36 años. Lodge, por el contrario, tuvo una larga vida y pudo recibir los honores máximos que un país otorga a sus hombres preclaros, ya que el rey Eduardo lo nombró caballero en 1902 y todas las sociedades científicas lo consideraron con la máxima estima. Se lo ha considerado un científico desinteresado, puesto que en este tiempo no mostró ninguna intención de comercializar sus inventos.

En particular no hizo absolutamente nada por reclamar a través de un patentamiento, un reconocimiento para su equipo y circuitos empleados al efecto. El sólo lo consideraba un dispositivo para despertar el interés de los que asistan a sus clases públicas. Los inventos de Lodge, el cohesor y los sistemas de sintonía fueron de una importancia fundamental para el posterior desarrollo de las comunicaciones sin hilo, ya que permitieron

incrementar la sensibilidad de los sistemas y la disminución del ancho de banda de las emisoras a chispa, mejorando en consecuencia el uso del espectro. Sir Oliver Lodge falleció en 1940, a la edad de 89 años.

**GUGLIELMO MARCONI:** a pesar del avance científico que significó demostrar la validez de las ecuaciones de Maxwell y que realmente las ondas electromagnéticas se comportaban de una manera similar a la luz y con velocidad finita, los equipos que se habían producido no pasaron de ser una mera curiosidad científica. Esto se debió fundamentalmente a que, en los laboratorios de las academias más prestigiosas de la época se encontraban trabajando personas para las cuales, el objeto principal o la mayor preocupación no eran las aplicaciones técnicas y menos su comercialización.

Sin embargo, un joven con curiosidad científica y con inclinación hacia los experimentos fisicoquímico y sin una formación académica formal, es el que vislumbra la posibilidad de transformar esos equipos de laboratorio en verdaderos objetos tecnológicos al servicio de las comunicaciones sin hilos. Los informes de Hertz no eran de una complejidad matemática que pudieran ser entendidos solamente por determinadas personas con una formación académica superior. Además, la familia de Marconi era amiga del Dr. Augusto Righi, profesor en la Universidad de Bologna, donde realizaba experimentos similares a los de Hertz, tratando de lograr frecuencias cada vez mayores para que el comportamiento de las ondas fuese cuasi óptico. Con tal motivo logró frecuencias del orden de los 3 GHz, es decir, bien dentro del espectro de las microondas. Righi escribió un artículo con motivo del fallecimiento de Hertz, donde explicaba con bastante detalle los equipos empleados para el descubrimiento de las ondas eléctricas. Estos antecedentes interesaron vivamente a Marconi, el cual luego de leer los informes disponibles, suspendió sus vacaciones en los Alpes, volvió a la residencia de su padre y comenzó

construyendo equipos similares a los de Hertz, para repetir las experiencias en primera instancia y para luego tratar de lograr mayores alcances. Los primeros ensayos fueron realizados dentro del altillo de la residencia y para la detección empleó un cohesor similar al que había inventado Lodge. En las manos de Marconi se perfeccionó el detector, encapsulando y seleccionando cuidadosamente las partículas de hierro dentro de una ampolla de vidrio, las cuales quedaban en un vacío parcial. Obtenidos los primeros éxitos, comenzó los experimentos fuera del edificio, aprovechando los amplios terrenos que rodeaban a la residencia. En este ambiente trató de obtener cada vez mayores alcances, ya que había vislumbrado que el dispositivo permitiría la comunicación telegráfica sin el empleo de las clásicas líneas aéreas. Observó que incrementando la altura de la antena transmisora y receptora mejoraba el alcance, pero este procedimiento era engorroso sobre todo si la altura era considerable. Esto se debía a que la chispa debía producirse en el centro del dipolo irradiante y para lograrlo había que elevar los elementos para producir la alta tensión. No obstante, debido a las escasas dimensiones de los dipolos empleados, la frecuencia de operación era sumamente elevada, ya que la antena era al mismo tiempo el oscilador (generador). Hoy en día se conoce perfectamente que las frecuencias muy y ultra elevadas se comportan de manera casi óptica y que el alcance depende de que las antenas estén a la vista para un enlace eficiente. Marconi experimentó con ambas polarizaciones con resultados similares. Una de las cosas que le han llamado la atención fue que, al aumentar el tamaño de la antena, el alcance también aumentaba.

La ciencia no le ofrecía ninguna solución puesto que nadie había incursionado en ese campo antes que él. Por lo tanto, debió hacer uso de métodos empíricos. Una modificación en la antena, colocando un extremo a tierra le ha permitido colocar el chispero al alcance de la mano y con un solo punto elevado. Logró así la primera antena monopolo, que, al emplear la tierra como plano de referencia, obtenía una imagen especular de la antena elevada, con la consiguiente disminución de la frecuencia de resonancia, polarización vertical y por lo tanto un mayor alcance. El alcance era la obsesión de Marconi, ya que el éxito del sistema de comunicaciones dependía de que este fuera el mayor posible. Ya corría el año 1895, hace un siglo, el equipo prometía ser útil para realizar comunicaciones a pesar de que necesitaba ser perfeccionado. Marconi hace el intento de interesar al gobierno italiano en su invento, pero infructuosamente. La madre de Marconi, Annie Jameson de Marconi, era de origen irlandés-escocés, y conoció al padre de Marconi en Bologna, donde estudió "bel-canto". Su padre, Andrew Jameson era de origen escocés y tenía una destilería en Irlanda que llegó a ser una de las más importantes y de las más prósperas. Tenían relación con las familias Haig y Ballantyne de Escocia, también destiladores de licores y muy famosos en esa época. Inglaterra era una de las potencias mundiales más importantes y con la mayor flota naval tanto militar como mercante. Ese era evidentemente el lugar más adecuado para patentar el invento del joven Marconi. La madre de Marconi siempre apoyó entusiastamente las ideas y esfuerzos de su hijo a pesar de las reticencias del padre que lo consideraba un "dilettante" (aficionado). En la primavera de 1896 Marconi y

su madre se dirigen a Inglaterra, donde con la ayuda de su primo Henry Jameson Davis presentó formalmente la demanda de una patente para un sistema de comunicaciones sin hilo. Mientras tanto se obtenía apoyo de personas influyentes para interesar a las altas esferas del gobierno inglés. El 2 de junio de 1896 se le concede la Patente Británica n.º 12 039. Logró una carta de presentación para William Preece, jefe de ingeniería del Post Office, que tenía el monopolio de todas las comunicaciones telegráficas en todo el imperio. Preece, del que siempre Marconi se consideró deudor, preparó una experiencia entre dos tejados en la ciudad de Londres, que tuvo un rotundo éxito.

Además, preparó una presentación en la llanura de Salisbury con la presencia de representantes del Post Office y de las fuerzas armadas, donde se obtuvieron alcances del orden de las dos millas (3 kilómetros aproximadamente). Preece, también dio una conferencia pública histórica en el Toynbee Hall el 12 de diciembre de 1896 sobre la invención de Marconi y le dio el apoyo de su departamento de ingeniería. El sistema de Marconi funcionaba, pero necesitaba mejoras para ser utilizado comercialmente, para lo cual se necesitaban fondos. El apoyo del gobierno inglés era de difícil obtención y además muy lento debido a la maraña burocrática y a la normal falta de interés de la mayoría de los funcionarios, máxime desconociendo totalmente el tema en cuestión. A sugerencia de su primo, se forma la Wireless Telegraph and Signal Company para comercializar y mejorar el aparato de Marconi, compañía que pasó a llamarse Marconi Wireless Telegraph en 1900. Dicha compañía era de carácter familiar y en primera instancia se formó un capital de 100.000 libras esterlinas, en su mayoría provenientes de las destilerías y de su padre, con lo cual Marconi pudo seguir con sus investigaciones y mejorar su aparato tanto en potencia como en alcance. ¿Cuáles eran los posibles clientes para un aparato de esta naturaleza? En principio la marina tanto comercial como militar. No hay que olvidar que el telégrafo funcionaba desde décadas y las redes eran muy extensas y eficientes no sólo en los continentes sino uniendo Europa y los Estados Unidos mediante cables submarinos. Las ventajas del aparato de Marconi eran indudables para la marina, ya que, en esa época, cuando un barco zarpaba del puerto quedaba completamente aislado del mundo hasta que llegaba al próximo. Sería de gran ayuda para casos de emergencia, por razones tácticas, estratégicas y administrativas. Las experiencias del año 1897 le permitieron comunicar a través del canal de la Mancha y con el *Mayflower*, un barco alquilado al efecto. En junio del mismo año se trasladó a Italia para hacer demostraciones ante el rey y la reina en el palacio Quirinale. En ese tiempo Marconi, convertido en empresario y trabajador incansable, continuó las experiencias, se rodeó de ingenieros y científicos de primer orden para que colaboraran con él e instaló la primera fábrica en el mundo que produjo aparatos de radio.

Los acontecimientos se sucedían vertiginosamente, en 1898 la Marina Italiana adopta el sistema de Marconi para sus comunicaciones, el Lloyd británico adopta el mismo sistema para comunicación con los barcos que llegan de ultramar. Se realiza la primera comunicación entre el príncipe de Gales en el yate real y la reina Victoria y el envío del primer telegrama pagado que se transmitió sin hilos por parte de Lord Kelvin. En 1899 se realiza el primer auxilio en el mar por medio de la comunicación sin hilos cuando el navío R. F. Matthews tuvo una colisión en alta mar. La armada real británica instaló y utilizó el equipo en tres buques con resultados sobresalientes. En ese mismo año Marconi se traslada a Estados Unidos, donde utilizó su sistema para transmitir informaciones de la Copa América entre un yate inglés y uno americano. En noviembre funda en USA la Marconi Wireless Telegraph Company of América, que posteriormente se convirtió en la poderosa RCA. Sin embargo, no todo era simple y no todo era técnico. Por un lado, la puesta en funcionamiento de un transmisor a chispa significaba una interferencia para un sistema en operación, así que hubo que estudiar el problema de independizar las emisiones haciéndolas de menor ancho de banda. En este terreno se generaron conflictos, puesto que Lodge a instancia de Muirhead formó una compañía que patentó el sistema de sintonía y además trató de intervenir en el mercado de las comunicaciones sin hilo. Marconi también patenta un sistema de sintonía en Gran Bretaña, pero se basaba en el principio de Lodge. Esto se puede comprobar con el correr del tiempo, puesto que la compañía de Marconi tuvo que adquirir los derechos de Lodge en 1911 para poder competir en el mundo con las demás empresas y constituirse en un verdadero monopolio mundial para 1914, antes de comenzar la primera guerra. Además, en 1943 la Suprema Corte de los Estados Unidos luego de muchos años de disputa legal, solamente reconoce a la empresa Marconi la patente adquirida a Lodge en 1911 como realmente válida. La llegada del siglo veinte encuentra a Marconi y a su compañía en plena actividad y ampliando sus objetivos. Sin embargo, era necesario disponer de personal capacitado y para ello funda una escuela en la disciplina de radiocomunicaciones. Se contrata al Dr. John Ambrose Fleming, como asesor científico de la compañía. Se planea realizar las comunicaciones a través del Atlántico, que se concretó el 21 de diciembre de

1901 con un poderoso equipo transmisor de alrededor de 50 kW de potencia, diseñado por el profesor Fleming e instalado en Poldhu, Cornualles. La recepción la realizó el mismo Marconi en St. John, Newfolundland, Canadá, empleando un auricular para tener mayor sensibilidad en el equipo, pero al no poder registrar las señales quedaron dudas al respecto. Esto quedó documentado al año siguiente con un equipo receptor a bordo del buque de pasajeros Philadelphia, que realizaba el viaje entre Europa y USA, en el cual se pudieron recibir las señales transmitidas desde Poldhu hasta distancias del orden de los 3000 Km., que quedaron impresas en la cinta de papel. El capitán del buque, los oficiales y varios pasajeros fueron testigos, con lo cual no quedaron dudas de la hazaña.

Las dudas quedaban entonces para la ciencia, ya que había que determinar por qué se lograban tales distancias, puesto que en ese tiempo se pensaba que las ondas electromagnéticas viajaban, tal como la luz, en línea recta o reflejadas por superficies reflectoras. Para explicarlo se postuló la existencia de una capa reflectora, la ionosfera, o capa de Kennelly y Heaviside en honor a los que propusieron su existencia en 1902. No obstante, se necesitaron 23 años para confirmar esta hipótesis con mediciones del ángulo de llegada de las ondas por parte de Edward Appleton en Inglaterra y por medio del primer sondaador ionosférico de Breit y Tuve de EUA. Como mérito de su labor Marconi recibe el premio Nobel de física en el año 1909 y, además, las más altas distinciones en numerosos países. Se le nombró ciudadano de Roma, senador, marqués, caballero de la Orden de Santa Ana y caballero de la Gran Cruz de la Real Orden de la Reina Victoria. A pesar de tantos honores siguió trabajando denodadamente, en pos de nuevas técnicas y de mejorar los sistemas de comunicaciones, que durante el siglo veinte se vieron impulsadas vertiginosamente con la labor de miles de científicos y técnicos que han logrado los fantásticos resultados que hoy en día están a la vista de todos.

## **TEMA 25-9 UN COMUNICADO HISTÓRICO - CB8 Y 2AC**

El 2 de mayo de 1924 se dio el famoso comunicado entre CB8 Carlos Braggio de Bernal, Provincia de Buenos Aires, Argentina y 2AC Ivan O'Meara de la ciudad de Gisborne, Nueva Zelanda y que estableció el récord mundial de distancia entre estaciones de radioaficionados, nada menos que 10.000 Km. En aquellos días nuestros colegas LU tenían éxito en sus contactos dentro del país y con los países vecinos, pero fracasaban en los comunicados a larga distancia a causa de las interferencias provocadas por las estaciones de broadcastings tanto nacionales como las norteamericanas que operaban con potencias del orden de 5 kW. y usando longitudes de onda de 200 a 500 metros. Pronto se dieron cuenta que el camino a seguir era experimentar con longitudes de onda más corta, lo que provocaba bastantes dificultades técnicas. La prestigiosa Revista Telegráfica publicó en abril de ese año un artículo traducido de QST dando los detalles de construcción de tres famosos receptores de la época, el Perry O. Briggs, el F. H. Schnell y el Reinartz, los que fueron inmediatamente construidos por nuestros aficionados. Desde octubre de 1923 la misma revista realizaba gestiones ante la ARRL para realizar pruebas de comunicación entre EUA y Argentina. En enero de 1924 se recibió la contestación, proponiendo la banda de 105 a 120 metros, que ya habían usado con total éxito con estaciones de Inglaterra, Francia y Holanda en el mes de noviembre anterior y se fijó como fecha desde el 19 al 31 de mayo, en el horario de 02:00 a 04:30 UTC para Argentina y 5 a 7.30 UTC para los norteamericanos. La longitud de onda sería de 105 a 125 metros y de 150 a 200 metros. En un editorial, Revista Telegráfica incita a los aficionados locales a no escatimar esfuerzos para demostrar a los colegas norteamericanos el progreso alcanzado por la radiotelegrafía argentina. Asimismo, ofrecía operadores de telegrafía pertenecientes a la Armada, a los aficionados que desconocían el código morse pero que poseían buenos equipos. En el mes de abril Braggio recibió un mensaje enviado especialmente a los aficionados argentinos por el señor Reinartz de la ARRL. Se sucedieron las recepciones de estaciones de EUA, pero sin lograr establecer comunicación, hasta que en la madrugada del día 21 de mayo, estando Braggio junto a su hijo como todos los días anteriores tratando de comunicarse, deciden retirarse a descansar debido a lo avanzado de la hora. Pero como buen aficionado decide hacer un último CQ. Al pasar el cambio, oye que se le contesta y se le invita a conversar. La característica 2AC no le resultaba conocida y en el acto le interroga sobre desde que punto del globo le hablaba, dando al propio tiempo su ubicación. Cuando le comunica que le transmitía desde la ciudad de Gisborne, Nueva Zelanda, no quiso creer en un principio, pero ante el cúmulo de datos le fue imposible dudar. No es fácil describir la emoción recíproca que habrán experimentado esos dos hombres, frente a sus modestos aparatos, con la visión de la larga distancia que sus ideas recorrían en tan breve plazo de tiempo, gracias al maravilloso invento de las Radiocomunicaciones. Fue tal el entusiasmo, que

transcurrieron dos largas horas de amena charla, y ella hubiera continuado si Braggio no hubiera solicitado permiso para acostarse breves momentos, después de una fatigosa noche de trabajo. Es temprano, le dice O'Meara, mi reloj marca las 21:15 y el tiempo es muy bueno. Aquí son las seis de la mañana, le responde Braggio, empieza a amanecer y llueve. Luego de pasarse los respectivos QTH se ponen de acuerdo para volver a comunicar al día siguiente, cosa que lograron con toda facilidad. El transmisor empleado por Braggio era un oscilador Hartley, improvisado para las pruebas con EUA, con 4 lámparas Radiotron 203A de 10 V en filamento y 1000 V en placa, suministrados por generador ESCO, corriente de placa de 380 mA, corriente de antena 5 A, longitud de onda 118 metros, pudiendo bajar a 75. La antena era aperiódica multifilar y vertical soportada por un mástil de madera de aproximadamente 30 metros de altura, y contra antena de 12 metros de largo multifilar de 8 hilos. El receptor era un regenerativo circuito Perry O'Biggs, con una etapa de baja frecuencia y auriculares, que actualmente se encuentra en custodia en el Radio Club Argentino. A las pocas horas del emocionante comunicado Braggio Y O'Meara intercambiaron cablegramas de felicitaciones que sirvieron como confirmación del contacto. La noticia del récord alcanzado por Braggio causó sensación y asombro entre los aficionados argentinos y fue comentada por los diarios nacionales y extranjeros. De inmediato se pensó en rendirle un homenaje público, que por lo original merece mencionarse. A las doce de la noche del día 29, todos los transmisores callaron, incluso las broadcasting. Después de cinco minutos de perfecto silencio, el ingeniero Ismael Andrade pronunció un discurso desde su transmisor ensalzando el triunfo de Braggio y de la onda corta. Al final pidió un ¡hurra! para el triunfador que fue coreado por todos los transmisores en las distintas ondas, de manera que se escuchara en todos los receptores, cualquiera que fuese la sintonía. El homenaje fue agradecido por breves y emocionadas palabras de Braggio, quien hizo votos para poder participar en otro semejante como "público", es decir, rindiendo él su homenaje a otros triunfadores.

## **TEMA 25-10**

## **SE FUE UN GRANDE - JA1MP - SAKO HASEGAWA**

El 12 de junio de 1993 la comunidad mundial de radioaficionados sufrió la pérdida de una de sus figuras más reconocidas. En su doble condición de Ingeniero Electrónico y radioaficionado, Hasegawa introdujo la telefonía en banda lateral única en las bandas de aficionados, esto ocurría en Japón en 1956. Basándose en trabajos de sus contemporáneos, construyó generadores de SSB y pronto tuvo numerosos requerimientos de transmisores y receptores y en 1959 fundó la Yaesu Musen Co. Ltd. para cumplir con los pedidos de equipos. Con su inspiración y bajo su guía, la compañía desarrolló el transceptor FT 101, que significó una revolución para la radioafición. Su espíritu innovador y su excelente ingeniería continuó en permanente desarrollo hasta llegar a nuestros días. Hasegawa fue conocido en Yaesu como su presidente con permanente intervención en el manejo de esta, y un marcado interés por conocer aspectos de la vida y trabajo de cada uno de sus empleados, lo mismo que los usuarios de equipos Yaesu.

Su señal distintiva JA1MP es bien conocida en todo el mundo y se mantuvo activo en la radio y actividades asociadas a través de toda su vida. En 1980 fue cofundador y presidente de la Asociación de Industria Japonesa para aficionados. Sirva este pequeño recuerdo como un testimonio de reconocimiento a su espíritu de investigación tecnológica, plasmado en los equipos Yaesu mundialmente reconocidos entre los radioaficionados.

## BIBLIOGRAFIA

- Comunications Interfase Primer and control  
Mejoramiento de medidas en ingeniería  
Aspectos técnicos de la comunicación  
Datos varios e interesantes  
Montajes para radioaficionados  
Saber Electrónica (números varios)  
Enciclopedia Radio Aplicada (tomos 1 al 7)  
Manual aparatos maniobra  
The ARRL HandBook  
Comunicaciones  
Fibras ópticas  
Reguladores de tensión  
Re-entrant Cavity Antena for the VHF Bands.  
Simple Pole Bandpass Filters. "Ham Radio" septiembre 1969, página 51  
Two Meter Cavity Filter. "CQ" julio-agosto 1970, página 62  
Tunable Bandpass Filters for 25-2.500 MHz. "Ham Radio" setiembre 1966, página 46  
Coaxial lines resonators. "Ham Radio" Abril 1970, página 82  
The Two-Gallon Cavity. "CQ" junio 1960, página 23
- J. Washburn  
Hewlett-Packard Co.  
J. Mc Namara  
Ing. H. Vallejo  
Oscar Persa  
Editorial Quark  
Editorial Coyne  
Siemens Argentina  
American Radio  
Siemens Argentina  
E. Safford  
National Corp.  
Tucker, W.  
Brown, F.  
Corr, L.  
Crowell, D.  
Franson F.  
Gibson T.

El presente libro preparado para la ASOCIACIÓN CIVIL RADIO CLUB VENADO TUERTO fue recopilado y ordenado por:

Gerardo A. Martín (LU7JX)

Colaboró en esta edición

Fabián Del Mestre (LU7JI)

Daniel R. Amadori (LU5FD)

Marcos A. Garbagna (LU8FMG)