

Decálogo moral del radioaficionado

- *"El radioaficionado es un caballero. Jamás utiliza las bandas en forma que perjudique la actividad de los demás. Se atiene en un todo al presente código y a las normas que regulan su actividad".*
- *"El radioaficionado es amable". Presta la colaboración que los colegas le solicitan.*
- *"El radioaficionado no permite que sus actividades interfieran sus obligaciones privadas".*
- *"El radioaficionado es culto". En los QSO's es mesurado en sus expresiones, correcto en el hablar y evita temas que puedan apartarle de su actividad específica como radioaficionado".*
- *"El radioaficionado es respetuoso" en el uso de las distintas bandas, pues observa estrictamente y aconseja que en las aptas para DX's no se realicen QSO's locales".*
- *"El radioaficionado es consciente" de lo que representa la tarjeta QSL ". Cumple con el compromiso de confirmar todo nuevo QSO o para concursos.*
- *"El radioaficionado sabe que los concursos estrechan vínculos" y le llevan al perfeccionamiento como operador y por esto participa o colabora en la mayor cantidad de competiciones -*
- *"El radioaficionado sabe que su competencia como tal exige mantenerse activo en la práctica de la radiotelegrafía Morse".*
- *"El radioaficionado hace cuanto esta a su alcance, para evitar QRM's", adecuando técnicamente sus equipos e instalaciones y su habilidad operativa, en beneficio de los demás y en el propio.*
- *"El radioaficionado sabe que él y su instalación son reservas de la Nación" y por ello procura ser hábil como operador y mantener en la mayor eficiencia sus equipos.*

CODIGO Q

QAM	Estado del tiempo
QAP	Permanecer a la escucha en frecuencia
QCX	Señal distintiva completa (cuando no se escucha toda la licencia)
QRA	Indicativo O nombre del operador
QRG	Indicación de la frecuencia exacta
QRJ	Estar descompuesto (que no funciona bien, para personas: enfermo)
QRL	Estar ocupado, o que la frecuencia esta ocupada.
QRM	Interferencias producidas, no son por causas naturales(pej. estáticos)
QRN	Perturbaciones atmosféricas.
QRT	Cesar la transmisión, dejar de funcionar.
QRU	No tener <u>mensaje</u> y quedar atento para recibirlo.
QRV	Quedar a sus órdenes
QRX	Esperar un momento
QRZ	Interrogar quien llama
QSA	Señales (R, S, T)
QSB	Variación de las señales (Fading)
QSL	Acuse de recibo, también se denomina a la tarjeta que confirma el comunicado.
QSO	Comunicado
QSP	Retransmitir lo dicho por otro corresponsal
QSY	Pasar a transmitir en otra frecuencia, desplazarse.
QTC	Mensaje para transmitir
QTH	Ubicación exacta de la estación
QTR	Hora local exacta
QRO	Aumentar potencia
QRP	Disminuir potencia
QRS	Disminuir velocidad de transmisión
QRQ	Aumentar velocidad de transmisión
QSJ	Dinero
QSN	Variación de la frecuencia de transmisión
QRY	Turno
XYL	Esposa
YL	Señorita
73	Saludos
Dx's	Comunicados a largas distancias
88	a.esos

CODIGO FONETICO

A	Alfa	J	Juliet	R	Romeo
B	Bravo	K	Kilo	S	Sierra
C	Charlie	L	Lima	T	Tango
	Delta	M	Mike	U	Uniform
E	Echo (eco)	N	November	V	Víctor
F	Foxtrot	Ñ	Ñandu	W	Whisky
G	Golf	O	Oscar	X	X-Ray
	Hotel	p	Papa	y	Yankie
I	India	Q	Quebec	Z	Zulu

CODIGO NUMERICO

1	Uno de primero	6	Seis de sexto
2	Dos de segundo	7	Siete de séptimo
	Tres de tercero	8	Ocho de octavo
4	Cuatro de cuarto	9	Nueve de noveno
5	Cinco de quinto	0	Cero de nada

CONFIRMACION DEL COMUNICADO (QSL plana)

Formato de la tarjeta exigida por la IARU, para confirmar los comunicados internacionales Vía Bureau (Buró)

Frente	Reverso						
Señal Distintiva (pej. LU2AXG)	<table><thead><tr><th>Fecha</th><th>Hora</th><th>Banda</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table> QSO con Frecuencia R.S.T.	Fecha	Hora	Banda			
Fecha	Hora	Banda					

Medidas: 9 cm x 14 cm

DIVISIONES LU



HISTORIA DE LAS RADIOCOMUNICACIONES.

La historia de las radiocomunicaciones tiene su origen con el invento del telégrafo eléctrico en 1832 por Samuel Morse permitió que en el año 1866 se enviara el primer cable telegráfico desde América a Europa por el océano Atlántico, y que Alexander Graham Bell en 1875, enviara la palabra hablada por un alambre a través de miles de kilómetros.

A pesar de lo maravilloso de estas conquistas se siguió experimentando para resolver el problema de la dependencia obligada del alambre como conductor de las señales eléctricas. Fue entonces que en el año 1888 el físico R. Hertz tuvo éxito de transmitir la primera radio-onda de un extremo a otro de una habitación, recepcionando dicha señal mediante un tipo muy imperfecto de receptor; nos referimos al excitador y al detector (resonador) como lo denominaba su inventor.

Siguieron luego varios años de experimentación y actividad hasta que en 1895 el italiano Guglielmo Marconi inventó la telegrafía sin hilos, el primer sistema práctico de la radio.

Según los relatos de la época, el 12 de diciembre de 1901 Marconi recibió en su casa de Terranova la letra "S" en código Morse transmitida desde Inglaterra, cubriendo así una distancia de 3000 km. Para ello se valió de un cohesor para la recepción (en 328 kHz) y una frágil antena sostenida por un barrilete.

El propio Marconi visitó nuestro país en el año 1910, eligiendo la localidad de Berna como sitio ideal para sus experimentos.

A partir de este acontecimiento la radioexperimentación tiene una etapa de gran auge, la cual se interrumpe con el inicio de la Segunda Guerra Mundial puesto que la actividad de los radioaficionados fue silenciada en muchos países. Esto trajo aparejado un retraso de la misma. Sin embargo, al finalizar la contienda aparecieron en el mercado algunos adelantos de importancia, producto de las circunstancias propias del acontecimiento.

Lo que durante mucho tiempo caracterizó al radioaficionado como artífice principal de descubrimientos y progreso técnico, poco a poco se fue transformando por el enorme crecimiento de la producción a escala industrial de equipos.

En un corto lapso las grandes empresas fabricantes de equipos y accesorios invirtieron mucho dinero en investigación. La aparición del transistor y el circuito integrado modificaron el campo de la experimentación. En definitiva, el paso del tiempo ha transformado nuestra actividad, llevándola desde la galena hacia el circuito integrado, los satélites, las bandas de UHF, etc etc. Permitiendo que personas interesadas en las actividades comunicativas, adquiriendo con vocación y voluntad conocimientos generales sobre los distintos temas, puedan acceder a la misma.

HISTORIA DE LA RADIOAFICION ARGENTINA.

A principios de este siglo aparecieron los primeros radioaficionados, que entonces se consideraban como experimentadores de los últimos adelantos de la física.

Entre ellos, verdaderos pioneros de la técnica radioeléctrica, figura el ingeniero Teodoro Belloco, quien instaló una estación completa en su casa de la ciudad de Buenos Aires para comunicarse con su residencia de fin de semana ubicada en San Isidro, provincia de Buenos Aires.

El ingeniero Bellaco, respetuoso de las leyes y reglamentaciones que por aquel entonces reglan las comunicaciones inalámbricas, solicitó la autorización pertinente al Gobierno Nacional, la cual fue otorgada en forma provisoria el 15 de octubre de 1913.

Los detalles técnicos de sus equipos resultan interesantes: usaba una bobina de inducción de 15 mm. correspondiente a una tensión aproximada de 15000 V, la longitud de onda era de 150 m, energía máxima de 300 W para lo cual sin duda utilizaba un transformador y los detectores electrolíticos y cristales eran los primeros rectificadores tipo Whenelt y galena respectivamente.

Comienzos de la radiotelefonía.

Recién después de la Primera Guerra Mundial puede decirse que comienza la radiotelefonía de aficionados en la Argentina. Hasta entonces los transmisores eran de ondas amortiguadas, cuya naturaleza no permitía la modulación. Para esto, era imprescindible que la onda portadora fuera de amplitud constante, es decir, sin decrecimiento.

Con la fusión de grandes compañías comerciales como la Radio Corporation of America con la Marconi Wireless Telegraph y la General Electric en 1919, comenzó la venta masiva de aparatos, elementos y accesorios en todo el mundo. A partir de esto se instalaron poderosas "broadcastings" (radiodifusoras) para asegurar a los oyentes motivos de interés que justificara la adquisición de los aparatos. En Buenos Aires se instaló la Radio Sud América con su lema "La radio invade su hogar".

Efectivamente, los hogares se vieron inundados con "radiolas" y regenerativos de toda clase, de construcción nacional, cuando no de modestísimos sintonizadores de galena.

Esta enorme difusión de la radio despertó considerable interés en muchas personas estudiosas que quisieron construir sus propios aparatos receptores, y posteriormente también transmisores para comunicarse con otros experimentadores que tuvieron las mismas inquietudes, y hasta emular a las radiodifusoras comerciales.

Entre estos estudiosos podemos citar el caso de Antonio Moreno, Enrique Susini, Miguel Mujica, Luis Carranza y César Guerrico, quienes realizaron la primera transmisión radiofónica el 26 de agosto de 1920 desde el Teatro Coliseo, donde se difundió la ópera "Parsifal".

Fue para esta época donde surgió la necesidad de un organismo civil que nucleara a la gran masa de radioaficionados argentinos, y como consecuencia de ello el 21 de octubre de 1921 se fundó el Radio Club Argentino; fecha la cual posteriormente fue establecida como Día del Radioaficionado Argentino.

Los años siguientes continuaron con una labor de investigación y experimentación incesante. Se llevaron a cabo los primeros comunicados a larga distancia, como por ejemplo Carlos Braggio que comunicó en ondas de 110 m. con Nueva Zelanda en mayo de 1924, cubriendo una distancia de 10000 km.

Con el paso del tiempo, los radioaficionados argentinos comenzaron a obtener información y experiencias de colegas del exterior referidas a que era posible reducir cada vez más las longitudes de onda, ya que la actividad en esos años estuvo centrada en la obligada banda de 200 m. Para los años 1925/27 los comunicados ya se hacían regularmente utilizando longitudes de onda comprendidas entre 25 y 116 metros, prácticamente en todos los rincones de nuestro planeta, tanto en CW como en fonía. Utilizaban para ello simples detectores regenerativos a válvula y una o dos etapas de audio, con osciladores autoexcitados de una potencia no mayor a 50 Watts. A mediados

de 1932 se publicaban en la Revista Telegráfica diferentes circuitos de receptores super-regenerativos para la banda de 6 m.

En el mismo Palacio de Correos se colocaron dos transmisores con las señales distintivas LPX en 46,2 Mhz, y LPV en una frecuencia muy cercana. Estas estaciones originaron el entusiasmo y experimentación para su recepción.

Entre los años 1944/1947 se lograron DX con México, permitiendo desentrañar un nuevo tipo de propagación: la transecuatorial, descubrimiento realizado por radioaficionados.

Ya en plena época de postguerra se comenzó a experimentar en 144 Mhz y en 432 Mhz sacando muy buen provecho de numerosos equipos sobrantes de guerra.

Las ruedas.

Las ruedas estaban formadas por grupos de aficionados que se reunían por simpatía, amistad o costumbre, en forma rutinaria. Se comunicaban con relativa frecuencia a las mismas horas, además de reunirse algunas veces en comidas de camaradería.

Las ruedas comenzaron quizás antes que se tuviera el concepto de organización de los radioclubes. Por supuesto no formaban entidades responsables jurídicamente ni podían hacer una obra práctica y concreta para el radioaficionado. Su acción se limitaba a cultivar la amistad y cordialidad, pero sin aplicación institucionalizada hacia la radiotecnica y la radiocomunicación.

El auge de estos grupos se extendió por algunos años, donde cada una de ellas era bautizada por sus integrantes con los más pintorescos nombres. Así es como existieron la "Rueda del Oeste" (la que tenía mayor cantidad de adherentes), "Rueda del Jabón Amarillo", "La Barra de la Esponja", "Los Perinolos", "Rueda del Norte" y otras tantas.

La desaparición de las ruedas comenzó con la prohibición del Estado Nacional a su funcionamiento, resuelto el 20 de julio de 1938. Esta decisión gubernamental, tuvo lugar debido que no era posible su profusión, ya que implicaba de hecho el aduenarse de determinadas frecuencias en perjuicio de los demás. Por otra parte, las discrepancias y discusiones que se generaban dentro del funcionamiento de las ruedas debido a las diferencias entre sus miembros y la existencia de "presidentes" de ruedas y otras divisiones pseudo-jerárquicas terminaron con las mismas y con el espíritu de amistad y camaradería con que se suponía estaban

Radio, sistema de comunicación mediante ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio. Debido a sus características variables, se utilizan ondas radiofónicas de diferente longitud para distintos fines; por lo general se identifican mediante su frecuencia. Las ondas más cortas poseen una frecuencia (número de ciclos por segundo) más alta; las ondas más largas tienen una frecuencia más baja (menos ciclos por segundo). El nombre del pionero alemán de la radio Heinrich Hertz ha servido para bautizar al ciclo por segundo (hertzio, Hz). Un kilohertzio (KHz) es 1.000 ciclos por segundo, 1 megahertzio (MHz) 1 millón de ciclos por segundo y 1 gigahertzio (GHz) es 1 billón de ciclos por segundo. Las ondas de radio van desde algunos kilohertzios a varios gigahertzios. Las ondas de luz visible son mucho más cortas. En el vacío, toda radiación electromagnética se desplaza en forma de ondas a una velocidad uniforme de 300.000 km por segundo.

Las ondas de radio se utilizan no sólo en la radiodifusión, sino también en la telegrafía inalámbrica, la transmisión por teléfono, la televisión, el radar, los sistemas de navegación y la comunicación espacial. En la atmósfera, las características físicas del aire ocasionan pequeñas variaciones en el movimiento ondulatorio, que originan errores en los sistemas de comunicación radiofónica como el radar. Además, las tormentas o las perturbaciones eléctricas provocan fenómenos anormales en la propagación de las ondas de radio.

Las ondas electromagnéticas dentro de una atmósfera uniforme se desplazan en línea recta, y como la superficie terrestre es prácticamente esférica, la comunicación radiofónica a larga distancia es posible gracias a la reflexión de las ondas de radio en la ionosfera. Las ondas radiofónicas de longitud inferior a unos 10 m, que reciben los nombres de frecuencias muy alta, ultraelevada y superelevada (VHF, UHF y SHF), no se reflejan en la ionosfera; así, en la práctica, estas ondas muy cortas sólo se captan a distancia visual. Las longitudes de onda inferiores a unos pocos centímetros son absorbidas por las gotas de agua o por las nubes; las inferiores a 1,5 cm pueden quedar absorbidas por el vapor de agua existente en la atmósfera limpia.

Los sistemas normales de radiocomunicación constan de dos componentes básicos, el transmisor y el receptor. El primero genera oscilaciones eléctricas con una frecuencia de radio denominada frecuencia portadora. Se puede amplificar la amplitud o la propia frecuencia para variar la onda portadora. Una señal modulada en amplitud se compone de la frecuencia portadora y dos bandas laterales producto de la modulación. La frecuencia modulada (FM) produce más de un par de bandas laterales para cada frecuencia de modulación, gracias a lo cual son posibles las complejas variaciones que se emiten en forma de voz o cualquier otro sonido en la radiodifusión, y en las alteraciones de luz y oscuridad en las emisiones televisivas.

Transmisor

Los componentes fundamentales de un transmisor de radio son un generador de oscilaciones para convertir la corriente eléctrica común en oscilaciones de una determinada frecuencia de radio; los amplificadores para aumentar la intensidad de dichas oscilaciones conservando la frecuencia establecida y un transductor para convertir la información a transmitir en un voltaje eléctrico variable y proporcional a cada valor instantáneo de la intensidad. En el caso de la transmisión de sonido, el transductor es un micrófono; para transmitir imágenes se utiliza como transductor un dispositivo fotoeléctrico.

Otros componentes importantes de un transmisor de radio son el modulador, que aprovecha los voltajes proporcionales para controlar las variaciones en la intensidad de oscilación o la frecuencia instantánea de la portadora, y la antena, que radia una onda portadora igualmente modulada. Cada antena presenta ciertas propiedades direccionales, es decir, radia más energía en unas direcciones que en otras, pero la antena siempre se puede modificar de forma que los patrones de radiación varíen desde un rayo relativamente estrecho hasta una distribución homogénea en todas las direcciones; este último tipo de radiación se usa en la radiodifusión.

El método concreto utilizado para diseñar y disponer los diversos componentes depende del efecto buscado. Los criterios principales de una radio en un avión comercial o militar, por ejemplo, son que tenga un peso reducido y que resulte inteligible; el coste es un aspecto secundario y la fidelidad de reproducción carece totalmente de importancia. En una emisora comercial de radio, sin embargo, el tamaño y el peso entrañan poca importancia, el coste debe tenerse en cuenta y la fidelidad resulta fundamental, sobre todo en el caso de emisoras FM; el control estricto de la frecuencia constituye una necesidad crítica. En Estados Unidos, por ejemplo, una emisora comercial típica de 1.000 kHz posee un ancho de banda de 10 kHz, pero este ancho sólo se puede utilizar para modulación; la frecuencia de la portadora propiamente dicha tiene que mantenerse exactamente en los 1.000 kHz, ya que una desviación de una centésima del 1% originaría grandes interferencias con emisoras de la misma frecuencia, aunque se hallen distantes.

Osciladores

En una emisora comercial normal, la frecuencia de la portadora se genera mediante un oscilador de cristal de cuarzo rigurosamente controlado. El método básico para controlar frecuencias en la mayoría de las emisoras de radio es mediante circuitos de absorción, o circuitos resonantes, que poseen valores específicos de inductancia y capacitancia y que, por tanto, favorecen la producción de corrientes alternas de una determinada frecuencia e impiden la circulación de corrientes de frecuencias distintas. De todas formas, cuando la frecuencia debe ser enormemente estable se utiliza un cristal de cuarzo con una frecuencia natural concreta de oscilación eléctrica para estabilizar las oscilaciones. En realidad, éstas se generan a baja potencia en una válvula electrónica y se amplifican en amplificadores de potencia que actúan como retardadores para evitar la interacción del oscilador con otros componentes del transmisor, ya que tal interacción alteraría la frecuencia. El cristal tiene la forma exacta para las dimensiones necesarias a fin de proporcionar la frecuencia deseada, que luego puede modificarse ligeramente agregando un condensador al circuito para conseguir la frecuencia exacta. En un circuito eléctrico bien diseñado, dicho oscilador no varía en más de una centésima del 1% en la frecuencia. Si se monta el cristal en vacío a temperatura constante y se estabilizan los voltajes, se puede conseguir una estabilidad en la frecuencia próxima a una millonésima del 1%. Los osciladores de cristal resultan de máxima utilidad en las gamas denominadas de frecuencia muy baja, baja y media (VLF, LF y MF). Cuando han de generarse frecuencias superiores a los 10 MHz, el oscilador maestro se diseña para que genere una frecuencia intermedia, que luego se va duplicando cuantas veces sea necesario mediante circuitos electrónicos especiales. Si no se precisa un control estricto de la frecuencia, se pueden utilizar circuitos resonantes con válvulas normales a fin de producir oscilaciones de hasta 1.000 MHz, y se emplean los klistron reflejos para generar las frecuencias superiores a los 30.000 MHz. Los klistron se sustituyen por magnetrones cuando hay que generar cantidades aún mayores de potencia.

Modulación

La modulación de la portadora para que pueda transportar impulsos se puede efectuar a nivel bajo o alto. En el primer caso, la señal de frecuencia audio del micrófono, con una amplificación pequeña o nula, sirve para modular la salida del oscilador y la frecuencia modulada de la portadora se amplifica antes de conducirla a la antena; en el segundo caso, las oscilaciones de radiofrecuencia y la señal de frecuencia audio se amplifican de forma independiente y la modulación se efectúa justo antes de transmitir las oscilaciones a la antena. La señal se puede superponer a la portadora mediante modulación de frecuencia (FM) o de amplitud (AM).

La forma más sencilla de modulación es la codificación, interrumpiendo la onda portadora a intervalos concretos mediante una clave o conmutador para formar los puntos y las rayas de la radiotelegrafía de onda continua.

La onda portadora también se puede modular variando la amplitud de la onda según las variaciones de la frecuencia e intensidad de una señal sonora, tal como una nota musical. Esta forma de modulación, AM, se utiliza en muchos servicios de radiotelefonía, incluidas las emisiones normales de radio. La AM también se emplea en la telefonía por onda portadora, en la que la portadora modulada se transmite por cable, y en la transmisión de imágenes estáticas a través de cable o radio.

En la FM, la frecuencia de la onda portadora se varía dentro de un rango establecido a un ritmo equivalente a la frecuencia de una señal sonora. Esta forma de modulación, desarrollada en los años treinta, presenta la ventaja de generar señales relativamente limpias de ruidos e interferencias procedentes de fuentes tales como los sistemas de encendido de los automóviles o las tormentas, que afectan en gran medida a las señales AM. Por tanto, la radiodifusión FM se efectúa en bandas de alta frecuencia (88 a 108 MHz), aptas para señales grandes pero con alcance de recepción limitado.

Las ondas portadoras también se pueden modular variando la fase de la portadora según la amplitud de la señal. La modulación en fase, sin embargo, ha quedado reducida a equipos especializados.

El desarrollo de la técnica de transmisión de ondas continuas en pequeños impulsos de enorme potencia, como en el caso del radar, planteó la posibilidad de otra forma nueva de modulación, la modulación de impulsos en tiempo, en la que el espacio entre los impulsos se modifica de acuerdo con la señal.

La información transportada por una onda modulada se devuelve a su forma original mediante el proceso inverso, denominado demodulación o detección. Las emisiones de ondas de radio a frecuencias bajas y medias van moduladas en amplitud. Para frecuencias más altas se utilizan tanto la AM como la FM; en la televisión comercial de nuestros días, por ejemplo, el sonido va por FM, mientras que las imágenes se transportan por AM. En el rango de las frecuencias superaltas (por encima del rango de las ultraaltas), en el que se pueden utilizar anchos mayores de banda, la imagen también se transmite por FM. Se han realizado algunos experimentos en los que tanto el sonido como las imágenes se envían de forma digital a dichas frecuencias. Estas transmisiones sustituirán algún día a las técnicas actuales de difusión analógica.

Antenas

La antena del transmisor no necesita estar pegada al propio transmisor. La radiodifusión comercial a frecuencias medias exige normalmente una antena *muy* grande, *cuya* ubicación óptima es de forma aislada, lejos de cualquier población, mientras que el estudio de radio suele hallarse en medio de la ciudad. La FM, la televisión y demás emisiones a frecuencias *muy* elevadas exigen antenas *muy* altas si se pretende conseguir un cierto alcance y no resulta aconsejable colocarlas cerca del estudio de emisión. En todos estos casos las señales se transmiten a través de cables. Las líneas telefónicas normales suelen valer para la mayoría de las emisiones comerciales de radio; si se precisa obtener alta fidelidad o frecuencias *muy* altas, se utilizan cables coaxiales.

Receptores

Los componentes fundamentales de un receptor de radio son: (1) una antena para recibir las ondas electromagnéticas y convertirlas en oscilaciones eléctricas; (2) amplificadores para aumentar la intensidad de dichas oscilaciones; (3) equipos para la demodulación; (4) un altavoz para convertir los impulsos en ondas sonoras perceptibles por el oído humano (y en televisión, un tubo de imágenes para convertir la señal en ondas luminosas visibles), y (5) en la mayoría de los receptores, unos osciladores para generar ondas de radiofrecuencia que puedan "mezclarse" con las ondas recibidas.

La señal que llega de la antena, compuesta por una oscilación de la portadora de radiofrecuencia, modulada por una señal de frecuencia audio o video que contiene los impulsos, suele ser *muy* débil. La sensibilidad de algunos receptores de radio modernos es tan grande que con que la señal de la antena sea capaz de producir una corriente alterna de unos pocos cientos de electrones, la señal se puede detectar y amplificar hasta producir un sonido inteligible en el altavoz. La mayoría de los receptores pueden funcionar aceptablemente con una entrada de algunas millonésimas de voltio. Sin embargo, el aspecto básico en el diseño del receptor es que las señales *muy* débiles no se convierten en válidas simplemente amplificando, de forma indiscriminada, tanto la señal deseada como los ruidos laterales (véase Ruido más adelante). Así, el cometido principal del diseñador consiste en garantizar la recepción prioritaria de la señal deseada.

Muchos receptores modernos de radio son de tipo superheterodino, en el que un oscilador genera una onda de radiofrecuencia que se mezcla con la onda entrante, produciendo así una onda de frecuencia menor; esta última se denomina frecuencia intermedia. Para sintonizar el receptor a las distintas frecuencias se modifica la frecuencia de las oscilaciones, pero la intermedia siempre permanece fija (en 455 kHz para la mayoría de los receptores de AM y en 10,7 MHz para los de FM). El oscilador se sintoniza modificando la capacidad del condensador en su circuito oscilador; el circuito de la antena se sintoniza de forma similar mediante un condensador.

En todos los receptores hay una o más etapas de amplificación de frecuencia intermedia; además, puede haber una o más etapas de amplificación de radiofrecuencia. En la etapa de frecuencia intermedia se suelen incluir circuitos auxiliares como el control automático de volumen (que funciona rectificando parte de la salida de un circuito de amplificación y alimentando con ella al elemento de control del mismo circuito o de otro anterior. El detector, denominado a menudo segundo detector (el primero es el mezclador), suele ser un simple diodo que actúa de

rectificador y produce una señal de frecuencia audio. Las ondas FM se demodulan o detectan mediante circuitos que reciben el nombre de discriminadores o radiodetectores; transforman las variaciones de la frecuencia en diferentes amplitudes de la señal.

Amplificadores

Los amplificadores de radiofrecuencia y de frecuencia intermedia son amplificadores de voltaje, que aumentan el voltaje de la señal. Los receptores de radio pueden tener una o más etapas de amplificación de voltaje de frecuencia audio. Además, la última etapa antes del altavoz tiene que ser de amplificación de potencia. Un receptor de alta fidelidad contiene los circuitos de sintonía y de amplificación de cualquier radio. Como alternativa, una radio de alta fidelidad puede tener un amplificador y un sintonizador independientes.

Las características principales de un buen receptor de radio son una sensibilidad, una selectividad y una fidelidad muy elevadas y un nivel de ruido bajo. La sensibilidad se consigue en primera instancia mediante muchas etapas de amplificación y factores altos de amplificación, pero la amplificación elevada carece de sentido si no se pueden conseguir una fidelidad aceptable y un nivel de ruido bajo. Los receptores más sensibles tienen una etapa de amplificación de radiofrecuencia sintonizada. La selectividad es la capacidad del receptor de captar señales de una emisora y rechazar otras de emisoras diferentes que limitan con frecuencias muy próximas. La selectividad extrema tampoco resulta aconsejable, ya que se precisa un ancho de banda de muchos kilohertzios para recibir los componentes de alta frecuencia de las señales de frecuencia audio. Un buen receptor sintonizado a una emisora presenta una respuesta cero a otra emisora que se diferencia en 20 kHz. La selectividad depende sobre todo de los circuitos en la etapa de la frecuencia intermedia.

Sistemas de alta fidelidad

Fidelidad es la uniformidad de respuesta del receptor a diferentes señales de frecuencia audio moduladas en la portadora. La altísima fidelidad, que se traduce en una respuesta plana (idéntica amplificación de todas las frecuencias audio) a través de todo el rango audible desde los 20 Hz hasta los 20 kHz, resulta extremadamente difícil de conseguir. Un sistema de alta fidelidad es tan potente como su componente más débil, y entre éstos no sólo se incluyen todos los circuitos del receptor, sino también el altavoz, las propiedades acústicas del lugar donde se encuentra el altavoz y el transmisor a que está sintonizado el receptor. La mayoría de las emisoras AM no reproducen con fidelidad los sonidos por debajo de 100 Hz o por encima de 5 kHz; las emisoras FM suelen tener una gama de frecuencias entre 50 Hz y 15 kHz.

Distorsión

En las transmisiones de radio a menudo se introduce una forma de distorsión de amplitud al aumentar la intensidad relativa de las frecuencias más altas de audio. En el receptor aparece un factor equivalente de atenuación de alta frecuencia. El efecto conjunto de estas dos formas de distorsión es una reducción del ruido de fondo o estático en el receptor. Muchos de éstos van equipados con controles de tono ajustables por el usuario, de forma que la amplificación de las frecuencias altas y bajas se pueda adaptar a gusto del oyente. Otra fuente de distorsión es la modulación transversal, la transferencia de señales de un circuito a otro por culpa de un apantallamiento defectuoso. La distorsión armónica ocasionada por la transferencia no lineal de señales a través de las etapas de amplificación puede reducirse notablemente utilizando circuitos de realimentación negativa que anula gran parte de la distorsión generada en las etapas de amplificación.

Ruido

El ruido constituye un problema grave en todos los receptores de radio. Hay diferentes tipos de ruido, como el zumbido, un tono constante de baja frecuencia (unas dos octavas por debajo del do), producido generalmente por la frecuencia de la fuente de alimentación de corriente alterna (por lo común 60 Hz) que se superpone a la señal debido a un filtrado o un apantallamiento defectuoso; el siseo, un tono constante de alta frecuencia, y el silbido, un tono limpio de alta frecuencia producido por una oscilación involuntaria de frecuencia audio, o por un golpeteo. Estos ruidos se pueden eliminar mediante un diseño y una construcción adecuados.

Sin embargo, ciertos tipos de ruidos no se pueden eliminar. El más importante en los equipos normales de AM de baja y media frecuencias es el ruido parásito, originado por perturbaciones eléctricas en la atmósfera. El ruido parásito puede proceder del funcionamiento de un equipo eléctrico cercano (tales como los motores de automóviles o aviones), pero en la mayoría de los casos proviene de los relámpagos. Las ondas de radio producidas por estas perturbaciones atmosféricas pueden viajar miles de kilómetros sin sufrir apenas atenuación, y dado que en un radio de algunos miles de kilómetros respecto del receptor de radio siempre hay alguna tormenta, casi siempre aparecen ruidos parásitos.

Los ruidos parásitos afectan a los receptores FM en menor medida, ya que la amplitud de las ondas intermedias está limitada mediante circuitos especiales antes de la discriminación, lo que elimina los efectos de los ruidos parásitos.

Otra fuente primaria de ruido es la agitación térmica de los electrones. En un elemento conductor a temperatura superior al cero absoluto, los electrones se mueven de forma aleatoria. Dado que cualquier movimiento electrónico constituye una corriente eléctrica, la agitación térmica origina ruido al amplificarlo en exceso. Este tipo de ruido se puede evitar si la señal recibida desde la antena es notablemente más potente que la corriente causada por la agitación térmica; en cualquier caso, se puede reducir al mínimo mediante un diseño adecuado. Un receptor teóricamente perfecto a temperatura ordinaria es capaz de recibir la voz de forma inteligible siempre que la potencia de la señal alcance los $4 \cdot 10^{-18} \text{ W}$; sin embargo, en los receptores normales se precisa una potencia de señal bastante mayor.

Fuente de alimentación

La radio no tiene componentes móviles excepto el altavoz, que vibra algunas milésimas de centímetro, por lo que la única potencia que requiere su funcionamiento es la corriente eléctrica para hacer circular los electrones por los diferentes circuitos. Cuando aparecieron las primeras radios en los años veinte, la mayoría iban accionadas por pilas. Aunque se siguen utilizando de forma generalizada en los aparatos portátiles, la fuente de alimentación conectada a la red presenta ciertas ventajas, ya que permite al diseñador una mayor libertad a la hora de seleccionar los componentes de los circuitos.

Si la fuente de alimentación de corriente alterna (AC) es de 120 V, ésta se puede alimentar directamente del arrollamiento primario del transformador, obteniéndose en el secundario el voltaje deseado. Esta corriente secundaria debe rectificarse y filtrarse antes de poder ser utilizada ya que los transistores requieren corriente continua (DC) para su funcionamiento. Las válvulas utilizan DC como corriente anódica; los filamentos se calientan tanto con AC como con DC, pero en este último caso puede originarse algún zumbido.

Las radios a transistores no necesitan una corriente OC tan alta como las válvulas de antallo, pero sigue siendo imprescindible el uso de fuentes de alimentación para convertir el voltaje AC de la red comercial a DC y para aumentarla o reducirla al valor deseado mediante transformadores. Los aparatos de los aviones o de los coches que funcionan con voltajes entre 12 y 14 voltios OC suelen incluir circuitos para convertir el voltaje DC disponible a AC; tras elevarlo o reducirlo hasta el valor deseado, se vuelve a convertir a OC mediante un rectificado. Los aparatos que funcionan con voltajes entre 6 y 24 DC siempre disponen de un elemento para aumentar el voltaje. La llegada de los transistores, los circuitos integrados y demás dispositivos electrónicos de estado sólido, mucho más reducidos y que consumen muy poca potencia, ha suprimido casi totalmente el uso de las válvulas en los equipos de radio, televisión y demás formas de comunicación.

Historia

Aun cuando fueron necesarios muchos descubrimientos en el campo de la electricidad hasta llegar a la radio, su nacimiento data en realidad de 1873, año en el que el físico inglés James Clerk Maxwell publicó su teoría sobre las ondas electromagnéticas.

Finales del siglo XIX

La teoría de Maxwell se refería sobre todo a las ondas de la luz, 15 años más tarde, el físico alemán Heinrich Hertz logró generar eléctricamente tales ondas. Suministró una carga eléctrica a un condensador y a continuación lo cortocircuitó mediante un arco voltaico. En la descarga eléctrica resultante, la corriente saltó desde el punto neutro, creando una carga de signo contrario en el condensador, y después continuó saltando de un polo al otro, creando una descarga eléctrica oscilante en forma de chispa. El arco voltaico radiaba parte de la energía de la chispa en forma de ondas electromagnéticas. Hertz consiguió medir algunas de las propiedades de estas ondas hertzianas, incluyendo su longitud y velocidad.

La idea de utilizar ondas electromagnéticas para la transmisión de mensajes de un punto a otro no era nueva; el heliógrafo, por ejemplo, transmitía mensajes por medio de un haz de rayos luminosos que se podía modular con un obturador para producir señales en forma de los puntos y las rayas del código Morse. A tal fin la radio presenta muchas ventajas sobre la luz, aunque no resultasen evidentes a primera vista. Las ondas de radio, por ejemplo, pueden cubrir distancias enormes, a diferencia de las microondas (usadas por Hertz).

Las ondas de radio pueden sufrir grandes atenuaciones y seguir siendo perceptibles, amplificables y detectadas; pero los buenos amplificadores no se hicieron una realidad hasta la aparición de las válvulas electrónicas. Por grandes que fueran los avances de la radiotelegrafía (por ejemplo, en 1901 Marconi desarrolló la comunicación transatlántica), la radiotelefonía nunca habría llegado a ser útil sin los avances de la electrónica. Desde el punto de vista histórico, los desarrollos en el mundo de la radio y en el de la electrónica han ocurrido de forma simultánea.



Guglielmo Marconi

Para detectar la presencia de la radiación electromagnética, Hertz utilizó un aro parecido a las antenas circulares. Por aquel entonces, el inventor David Edward Hughes había descubierto que un contacto entre una punta metálica y un trozo de carbón no conducía la corriente, pero si hacían circular ondas electromagnéticas por el punto de contacto, éste se hacía conductor. En 1879 Hughes demostró la recepción de señales de radio procedentes de un emisor de chispas alejado un centenar de metros. En dichos experimentos hizo circular una corriente de una célula voltaica a través de una válvula rellena de limaduras de zinc y plata, que se aglomeraban al ser bombardeadas con ondas de radio.

Este principio lo utilizó el físico británico sir Oliver Joseph Lodge en un dispositivo llamado cohesor para detectar la presencia de ondas de radio. El cohesor, una vez hecho conductor, se podía volver a hacer aislante golpeándolo y haciendo que se separasen las partículas. Aunque era mucho más sensible que la bocina en ausencia de amplificador, el cohesor sólo daba una única respuesta a las ondas de radio de suficiente potencia de diversas intensidades, por lo que servía para la telegrafía, pero no para la telefonía.

El Ingeniero eléctrico e inventor italiano Guglielmo Marconi está considerado universalmente como el inventor de la radio. A partir de 1895 fue desarrollando y perfeccionando el cohesor y lo conectó a una forma primitiva de antena, con el extremo conectado a tierra. Además mejoró los osciladores de chispa conectados a antenas rudimentarias. El transmisor se modulaba mediante una clave ordinaria de telégrafo. El cohesor del receptor accionaba un instrumento telegráfico que funcionaba básicamente como amplificador.

En 1896 consiguió transmitir señales desde una distancia de 1,6 km, y registró su primera patente inglesa. En 1897 transmitió señales desde la costa hasta un barco a 29 km en alta mar. En 1899 logró establecer una comunicación comercial entre Inglaterra y Francia capaz de funcionar con independencia del estado del tiempo; a principios de 1901 consiguió enviar señales a más de 322 km de distancia, y a finales de ese mismo año transmitió una carta entera de un lado a otro del Océano Atlántico. En 1902 ya se enviaban de forma regular mensajes transatlánticos y en 1905 muchos barcos llevaban equipos de radio para comunicarse con emisoras de costa. Como reconocimiento a sus trabajos en el campo de la telegrafía sin hilos en 1909 Marconi compartió el Premio Nobel de Física con el físico alemán Karl Ferdinand Braun.

A lo largo de todos estos años se introdujeron diferentes mejoras técnicas. Para la sintonía se utilizaron circuitos resonantes dotados de inductancia y capacitancia. Las antenas se fueron perfeccionando, descubriéndose y aprovechándose sus propiedades direccionales. Se utilizaron los transformadores para aumentar el voltaje enviado a la antena. Se desarrollaron otros detectores para complementar al cohesor y su rudimentario descohesor. Se construyó un detector magnético basado en la propiedad de las ondas magnéticas para desmagnetizar los hilos de acero, un bolómetro que medía el aumento de temperatura de un cable fino cuando lo atravesaban ondas de radio y la denominada válvula de Fleming, precursora de la válvula termoiónica o lámpara de vacío.

Siglo XX

El desarrollo de la válvula electrónica se remonta al descubrimiento del inventor norteamericano Thomas Alva Edison de que entre un filamento de una lámpara incandescente y otro electrodo colocado en la misma lámpara fluye una corriente, que además sólo lo hace en un sentido. La válvula de Fleming apenas difiere del tubo de Edison. Su desarrollo se debe al físico e ingeniero eléctrico inglés John Ambrose Fleming en 1904 y fue el primer diodo, o válvula de dos elementos, que se utilizó en la radio. El tubo actuaba de detector, rectificador y limitador.

En 1906 se produjo un avance revolucionario, punto de partida de la electrónica, al incorporar el inventor norteamericano Lee De Forest un tercer elemento, la rejilla, entre el filamento y el cátodo de la válvula. El tubo de De Forest, que bautizó con el nombre de audión y que actualmente se conoce por triodo (válvula de tres elementos), en principio sólo se utilizó como detector, pero pronto se descubrieron sus propiedades como amplificador y oscilador; en 1915 el desarrollo de la telefonía sin hilos había alcanzado un grado de madurez suficiente como para comunicarse entre Virginia y Hawái (Estados Unidos) y entre Virginia y París.

Las funciones rectificadoras de los cristales fueron descubiertas en 1912 por el ingeniero eléctrico e inventor norteamericano Greenleaf Whittier Pickard, al poner de manifiesto que los cristales se pueden utilizar como detectores. Este descubrimiento permitió el nacimiento de los receptores con detector de cristal, tan populares en los años veinte. En 1912 el ingeniero electrónico americano Edwin Howard Armstrong descubrió el circuito reactivo, que permite realimentar una válvula con parte de su propia salida. Este y otros descubrimientos de Armstrong constituyen la base de muchos circuitos de los equipos modernos de radio.

En 1902 el ingeniero americano Arthur Edwin Kennelly y el físico británico Oliver Heaviside (de forma independiente y casi simultánea) proclamaron la probable existencia de una capa de gas ionizado en la parte alta de la atmósfera que afectaría a la propagación de las ondas de radio. Esta capa, bautizada en principio como la capa Heaviside o Kennelly-Heaviside, es una de las

capas de la ionosfera. Aunque resulta transparente para las longitudes de onda más cortas, desvía o refleja las ondas mayores. Gracias a esta reflexión, las ondas de radio se propagan mucho más allá del horizonte.

La propagación de las ondas de radio en la ionosfera se ve seriamente afectada por la hora del día, la estación y la actividad solar. Leves variaciones en la naturaleza y altitud de la ionosfera, que tienen lugar con gran rapidez, pueden afectar la calidad de la recepción a gran distancia. La ionosfera es también la causa de un fenómeno por el cual se recibe una señal en un punto muy distante y no en otro más próximo. Este fenómeno se produce cuando el rayo en tierra ha sido absorbido por obstáculos terrestres y el rayo propagado a través de la ionosfera no se refleja con un ángulo lo suficientemente agudo como para ser recibido a distancias cortas respecto de la antena.

Radio de onda corta

Aun cuando determinadas zonas de las diferentes bandas de radio, onda corta, onda larga, onda media, frecuencia muy alta y frecuencia ultraelevada, están asignadas a muy diferentes propósitos, la palabra **radio de onda corta** se refiere generalmente a emisiones de radio en la gama de frecuencia elevadas (3 a 30 MHz) que cubren grandes distancias, especialmente en el entorno de las comunicaciones internacionales. Sin embargo, la comunicación mediante microondas a través de un satélite de comunicaciones, proporciona señales de mayor fiabilidad y libres de error.

Por lo general se suele asociar a los radioaficionados con la onda corta, aunque tienen asignadas frecuencias en la banda de onda media, la de muy alta frecuencia y la de ultraalta, así como en la banda de onda corta. Algunas conllevan ciertas restricciones pensadas para que queden a disposición del mayor número posible de usuarios.

Durante la rápida evolución de la radio tras la I Guerra Mundial, los radioaficionados lograron hazañas tan espectaculares como el primer contacto radiofónico (1921) transatlántico. También han prestado una ayuda voluntaria muy valiosa en caso de emergencias con interrupción de las comunicaciones normales. Ciertas organizaciones de radioaficionados han lanzado una serie de satélites aprovechando los lanzamientos normales de los Estados Unidos, la antigua Unión Soviética y la ESA (Agencia Espacial Europea). Estos satélites se denominan normalmente Osear (Orbiting Satellites Carrying Amateur Radio). El primero de ellos, **Osear 1**, colocado en órbita en 1961, fue al mismo tiempo el primer satélite no gubernamental; el cuarto, en 1965, proporcionó la primera comunicación directa vía satélite entre Estados Unidos y la Unión Soviética. A principios de los años ochenta había en todo el mundo más de 1,5 millones de licencias de radioaficionados, incluidos los de la radio de banda ciudadana.

La radio actual

Los enormes desarrollos en el campo de la tecnología de la comunicación radiofónica a partir de la II Guerra Mundial han hecho posible la exploración espacial, puesta de manifiesto especialmente en las misiones Apollo a la Luna (1969-1972). A bordo de los módulos de mando y lunar se hallaban complejos equipos de transmisión y recepción, parte del compacto sistema de comunicaciones de muy alta frecuencia. El sistema realizaba simultáneamente funciones de voz y de exploración, calculando la distancia entre los dos vehículos mediante la medición del tiempo transcurrido entre la emisión de tonos y la recepción del eco. Las señales de voz de los

astronautas también se transmitían simultáneamente a todo el mundo mediante una red de comunicaciones. El sistema de radio celular es una versión en miniatura de las grandes redes radiofónicas.¹

FRECUENCIA	DENOMINACIÓN	ABR	LONG. ONDA
3-30kHz	Frecuencia muy baja	VLF	100.000-10.000 m
30-300 kHz	Frecuencia baja	LF	10.000-1.000 m
300-3.000 kHz	FrOQJencia media	MF	1.000-100 m
3-30 MHz	Frewencia alta (onda corta)	HF	100-10 m
30-300 MHz	Frecue_ncia muy alta	VHF	10-1 m
300-3000 MHz	Frecuencia ultraelevada	UHF	1 m-10 cm
3-30 GHz	Frecuencia superelevada	SHF	10-1 cm
30-300GHz	FrOQJenela extremadamente alta	EHF	1 cm-1 m m
• kHz kilohercio, o 1.000 Hz; MHz megahercio, o 1.000 kHz; GHz gigahercio, o 1.000 MHz			