
 GRUP SAS	<h1>FOC-ELEN20</h1>		
	Instal·lador d'equips i sistemes de comunicació	Conceptos Básicos d'Ones II	

DESARROLLO DE LA RADIO

UN HECHO de crucial importancia es reconocer que las ondas acústicas que creamos cuando hablamos tienen frecuencias relativamente bajas: nuestro oído es sensible a ondas acústicas cuyas frecuencias están comprendidas entre 20 y 20 000 Hz. Estas frecuencias son pequeñas si las comparamos con las frecuencias de la luz visible, por ejemplo, que son del orden de 10^{14} Hz (un uno seguido de catorce ceros).

Supongamos que se hacen interferir dos ondas, una de baja y otra de alta frecuencia (Figura 38). Si la diferencia de frecuencias es muy grande, entonces la onda resultante tiene la misma frecuencia que la onda de alta frecuencia, pero su amplitud va cambiando con la misma frecuencia que la onda de baja frecuencia. Se dice que la onda resultante está modulada en amplitud. Por tanto, si la señal es una onda de baja frecuencia, es posible incorporarla en una onda de alta frecuencia haciéndolas interferir.

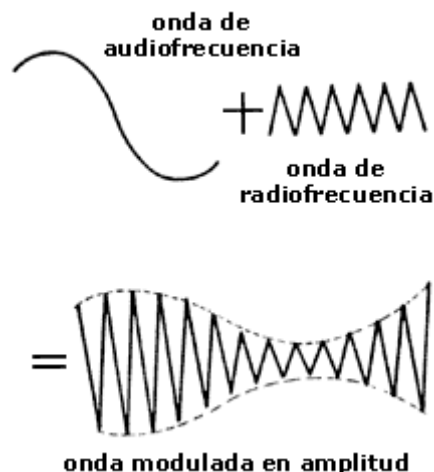


Figura 38. Al interferir una onda de baja frecuencia (audio) con una de alta frecuencia (radio) se obtiene una onda modulada en su amplitud.

Con base en lo anterior se diseñó un aparato transmisor que se muestra esquemáticamente en la figura 39. En primer lugar, un oscilador produce una corriente eléctrica de muy alta frecuencia, llamada radiofrecuencia, cuyos valores están entre 30 000 y 300 000 000 Hz. En segundo lugar, esta corriente se amplifica y se alimenta a un modulador. Una señal con frecuencias acústicas como las de una voz o las de la música, se transforma por medio de un micrófono en una corriente eléctrica. Ésta tiene frecuencias de valor muy pequeño, comparada con la radiofrecuencia generada por el oscilador. Después de amplificar la señal que sale del micrófono, se alimenta al modulador. Éste hace interferir las dos corrientes con baja y alta frecuencia, produciendo una corriente de alta frecuencia modulada en su amplitud; esta corriente lleva incorporadas las características de la señal acústica. La corriente se hace pasar por la antena que emite ondas electromagnéticas con la misma frecuencia y amplitud que tiene la corriente que la alimentó: en particular, la amplitud de las ondas emitidas va

cambiando con la misma frecuencia de la señal de baja frecuencia. De esta forma, el aparato emite ondas electromagnéticas en las que va incorporada la señal de la voz. La frecuencia de la estación de radio que emite de esta manera es precisamente la frecuencia que produce el oscilador. De hecho, los gobiernos asignan a cada estación una frecuencia de emisión, que es la frecuencia de la onda portadora de la señal.

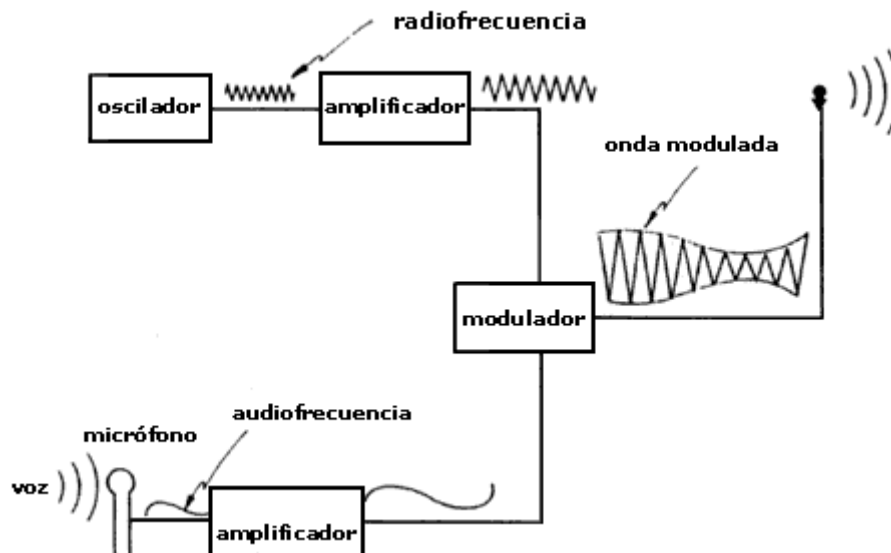


Figura 39. Diagrama de bloques de un emisor de amplitud modulada.

En la figura 40 se muestra un esquema de un receptor. Las ondas electromagnéticas que emite el transmisor se propagan en todas direcciones y se pueden captar por medio de una antena. Estas ondas inducen en la antena una corriente eléctrica que tiene las mismas características de frecuencia y amplitud de las ondas y así la corriente inducida en la antena lleva la señal. Si solamente hubiese una sola transmisión en el área geográfica en que está ubicado el receptor, entonces la señal recibida sería precisamente la que envió el transmisor. Sin embargo esto no sucede así, pues en muchas localidades hay más de una emisión. Pero como cada emisión se hace con diferente frecuencia, la antena capta todas las emisiones que se hacen en la región en ese instante y la corriente que se induce en ella está compuesta de todas estas frecuencias. Por este motivo, se hace pasar la corriente de la antena por un aparato llamado sintonizador, formado por circuitos eléctricos, que selecciona la frecuencia en que uno está interesado. Ahora bien, la onda que recibe la antena tiene muy poca intensidad, por lo que produce una corriente muy débil que es necesario amplificar. Así, se hace pasar la corriente por otro aparato, el filtro, que elimina la componente de alta frecuencia, es decir, es un circuito que solamente deja pasar la onda de baja frecuencia, que es precisamente la señal. Una vez amplificada la corriente resultante se hace pasar a una bocina que la transforma en una onda de sonido. De esta manera, el receptor transforma la señal eléctrica en auditiva y se puede oír el mensaje que se transmitió.

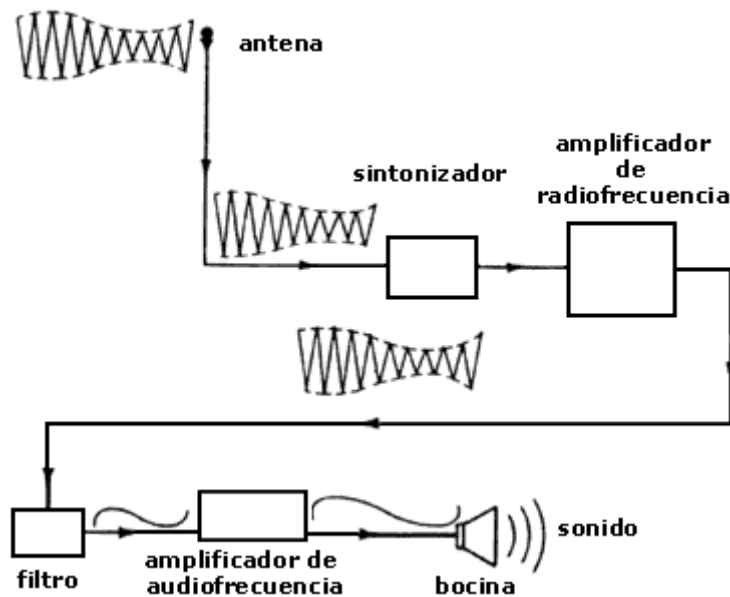




Figura 40. Diagrama de bloques de un receptor de amplitud modulada.

Un elemento crucial para el desarrollo de la radio fue el oscilador. Este circuito fue inventado en 1913 por el físico estadounidense Edwin Howard Armstrong (1890-1954). Su fundamento es un circuito basado en un triodo, de cuya salida se toma una parte de la corriente que se vuelve a alimentar a la entrada del triodo, formando así un circuito de retroalimentación. En ciertas condiciones bien determinadas, la corriente que circula en este circuito oscila. Conectando entre la salida y la entrada del triodo condensadores y bobinas de valores adecuados se puede lograr que la corriente oscile con la frecuencia que uno desee.

Este tipo de transmisión y recepción se dio hacia la tercera década del presente siglo. La radiotelefonía resultó ser muy útil para conversaciones privadas. El primer programa público de radio fue emitido en Inglaterra el 23 de febrero de 1920. Así nació una nueva industria que ha tenido un explosivo crecimiento aun hasta nuestros días.

En 1933 Armstrong inventó otro tipo de emisión de señales de radio: el de frecuencia modulada (FM). En este sistema la frecuencia emitida por el oscilador se cambia de acuerdo con el valor de la amplitud de la onda sonora que se desea transmitir. Mientras más intensa sea la onda acústica, mayor será el valor de la frecuencia de la onda emitida. En la figura 41(a) se muestra la onda producida por el oscilador; en la figura 41(b) vemos dos pulsos que se quieren transmitir; nótese que los pulsos tienen amplitudes diferentes. En la figura 41(c) vemos la onda modulada en frecuencia: de izquierda a derecha están, sucesivamente, en I la onda del oscilador, en II la onda modulada en frecuencia por el primer pulso, en III otra vez la onda del oscilador, ya que en este intervalo no hay señal, en IV la onda modulada en frecuencia por el segundo pulso, etc. Nótese que la frecuencia de la región II es menor que la de la región IV, ya que la amplitud del primer pulso es menor que la del segundo; además, la amplitud de la onda en la figura 41(c) es siempre la misma.

 GRUP SAS	FOC-ELEN20		
	Instal·lador d'equips i sistemes de comunicació	Conceptos Básicos d'Ones II	

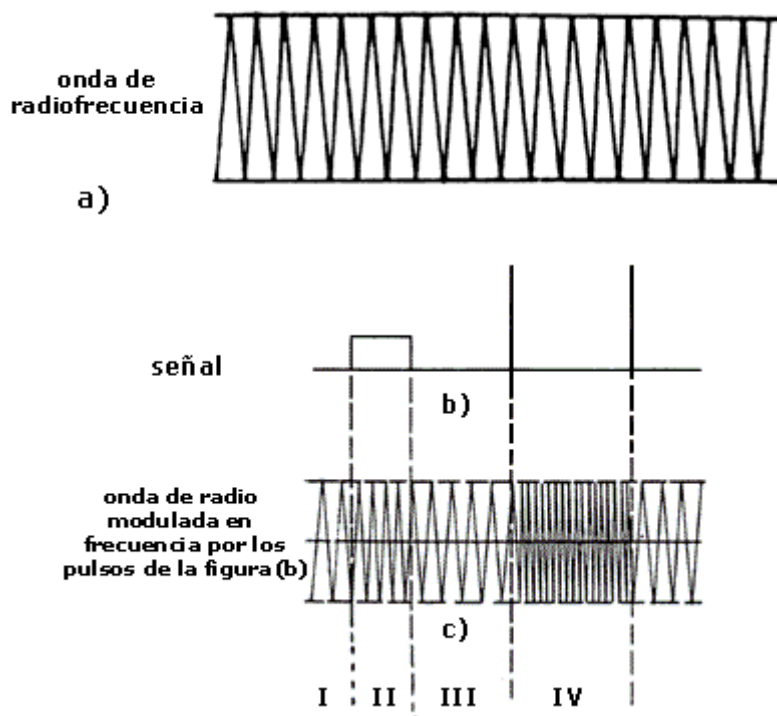




Figura 41. La señal modula la frecuencia de la onda de radiofrecuencia.

En un receptor de FM hay un circuito que separa la señal a partir de los cambios de frecuencia, es decir, un circuito que es sensible a los cambios de frecuencia de la corriente entrante con respecto a la frecuencia de la onda del oscilador.

La transmisión por FM, iniciada comercialmente en Estados Unidos en febrero de 1941, comparada con la forma arriba descrita de amplitud modulada (AM), tiene la ventaja de que sus transmisiones no se alteran con las perturbaciones, ya sean atmosféricas o producidas por el hombre, que afectan la amplitud de la onda pero no su frecuencia. En el sistema de FM no se presenta el llamado fenómeno de "estática", que es un ruido sistemático que se oye en emisiones de AM.

La radio como la conocemos en la actualidad fue la creación de tres hombres de genio, visión, determinación y de gran complejidad: Lee de Forest, autodenominado "padre de la radio", cuya invención del triodo hizo posible el nacimiento de la electrónica moderna; Edwin Howard Armstrong, inventor del circuito retroalimentador (y del oscilador) así como de la frecuencia modulada, que forman la base de la transmisión y recepción de los sistemas actuales de radio (y de televisión); finalmente, David Sarnoff, quien encabezó la Radio Corporation of America (RCA), sucesora de la filial estadounidense de la compañía establecida por Marconi, a quien se le debe que las invenciones mencionadas fueran llevadas a sus fases tanto industrial como comercial.

Los creadores de la radio experimentaron derrotas pasmosas así como victorias extraordinarias. Desafortunadamente la historia de las relaciones entre estas tres personas fue muy trágica. De Forest hizo y perdió tres veces fortuna, vio quebrar a la

	FOC-ELEN20		
	Instal·lador d'equips i sistemes de comunicació	Conceptos Básicos d'Ones II	

mayoría de sus compañías y casi fue a la cárcel por acusaciones de fraude. Armstrong demandó a Forest por los derechos del circuito retroalimentador. A pesar de que Armstrong lo inventó, perdió en 1934 el juicio que duró más de 20 años y que llegó a la Suprema Corte de Justicia de Estados Unidos. Armstrong, que durante varios años fue el más grande accionista de la RCA, perdió casi toda su fortuna demandando, a partir de 1948, a la compañía por los derechos de la FM. En este otro juicio fue víctima de las maquinaciones de la corporación encabezada por Sarnoff. En 1954, acosado y empobrecido, Armstrong se suicidó. Sin embargo, su viuda logró, a fines de 1954, que la RCA llegara a un acuerdo fuera del juicio y recibió 1 050 000 dólares por derechos. Asimismo logró por medio de acuerdos fuera de la corte que casi todas las demás compañías electrónicas que usaban el sistema de FM le pagaran los derechos correspondientes. La única que se negó y fue llevada a juicio fue la Motorola, que finalmente perdió por una decisión dada en 1967 por la Suprema Corte de Justicia de Estados Unidos. Así, después de 53 años los litigios judiciales sobre los inventos de Armstrong, finalmente terminaron 13 años después de su muerte, con su reinvidicación.