

CURSO INTERACTIVO
Diploma
de
Operador
radioaficionado

Tema 4
Receptores

Temario ajustado al
HAREC
(Harmonized Amateur Radio Examination Certificate)
Certificado Armonizado del Examen de Radioaficionado

desarrollado por los miembros
del Radioclub La Salle
coordinados por
Luis A. del Molino EA3OG

Publicado en PDF en 11 de Junio de 2011 por el Radioclub La Salle
bajo la supervisión de Luis A. del Molino EA3OG
amparado por una licencia *Creative Commons*



Reservados algunos derechos:

No se permite ni el uso comercial de la obra, ni la generación de obras derivadas, ni la utilización parcial del texto

Agradecimientos:

Numerosas ilustraciones han sido cedidas por la Editorial Marcombo (www.marcombo.com), procedentes de su libro: *Radioafición y CB: Enciclopedia Práctica en 60 lecciones*

También hemos de agradecer la colaboración de Víctor Ballesteros en la realización de algunas de las ilustraciones, tarea en la que ha colaborado también Roger Galobardes.

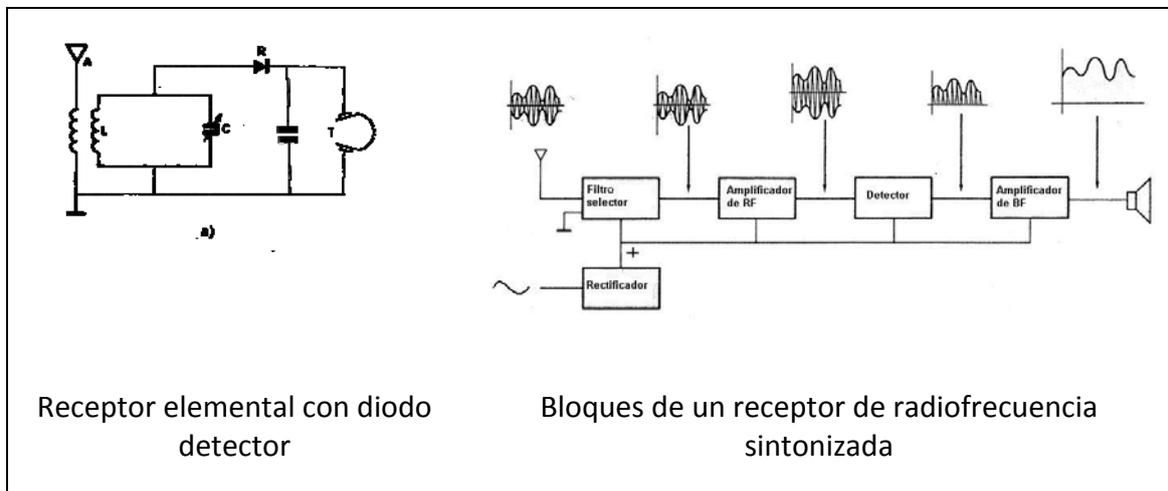
Con tal de mejorar el texto y el contenido, os agradeceremos mucho que cualquier sugerencia de mejora o los errores que encontréis nos los comunicuéis a la dirección:
<radioclub@salle.url.edu>

Tema 4: Receptores

4.1 Tipos de receptores

Un receptor tiene por objetivo escoger una de las muchas señales electromagnéticas captadas por la antena y demodularla, es decir, extraer de ella la información que transporta y que se le añadió con la modulación en el emisor.

En la breve historia de la radio, antes de hablar de los receptores actuales, para extraer la información transportada por una señal electromagnética, tenemos que mencionar en primer lugar el receptor de galena, equipado con un simple diodo detector, derivado del primitivo cohesor de Marconi. Un simple diodo rectificador (la galena) nos proporciona una tensión que se corresponde a las variaciones de amplitud de la señal modulada en AM.



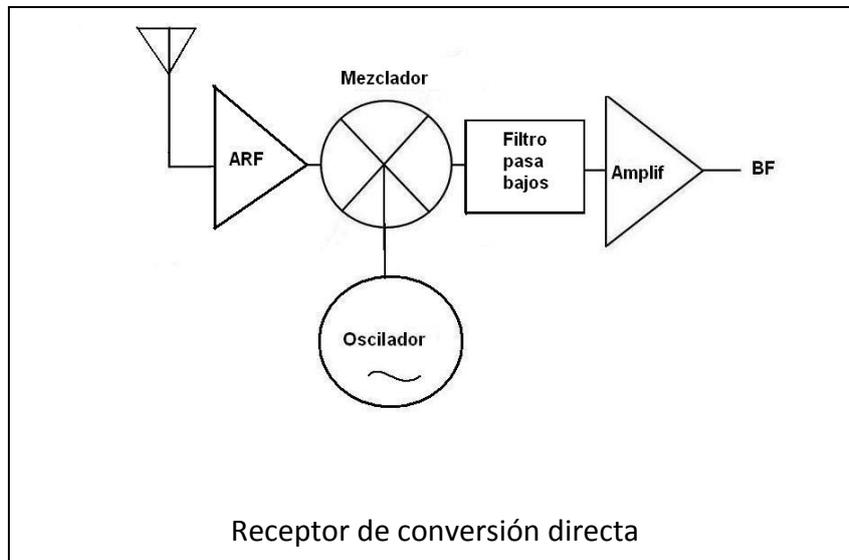
Posteriormente, con la llegada de las válvulas, el receptor con un simple diodo fue mejorado añadiéndole un amplificador de radiofrecuencia antes del diodo detector, y a continuación un amplificador de baja frecuencia, dando lugar al llamado receptor de radiofrecuencia sintonizada.

La selectividad del receptor de radiofrecuencia sintonizada era muy pobre, pero pronto fue muy mejorada con el receptor superheterodino, equipado con un convertor de frecuencia que permitía la conversión de todas las frecuencias en una única frecuencia intermedia que permitía la amplificación muy selectiva de sólo la estación escogida.

4.1.1 Receptores de conversión directa

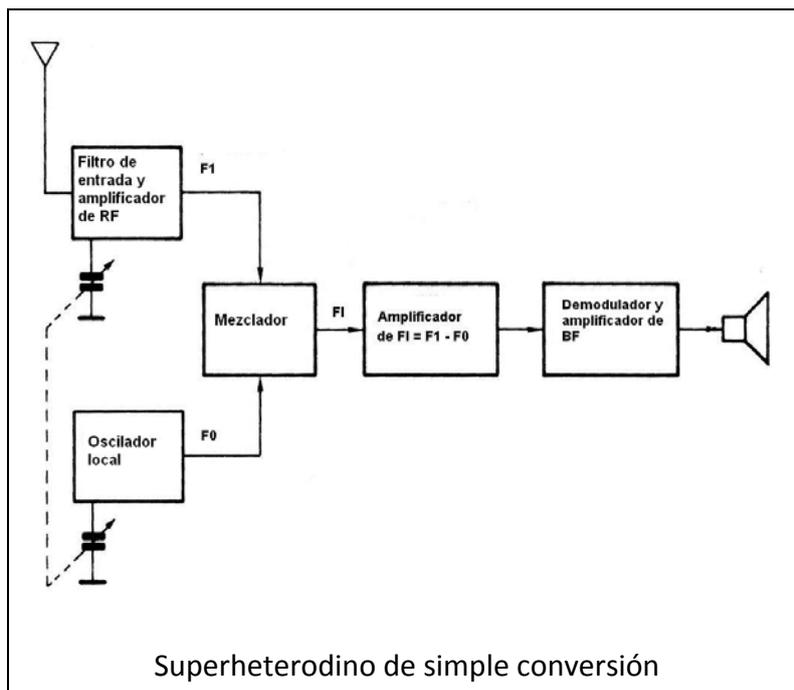
Los receptores de conversión directa son unos de los diseños de receptor más simples que existen. Se caracterizan por estar formados por un oscilador local de casi la misma frecuencia de la señal que queremos recibir y por un mezclador en el que se mezclan las dos, dando lugar a dos señales, suma y diferencia de ambas, de las que

aprovechamos la señal diferencia que resulta ser una señal de baja frecuencia que amplificaremos directamente y escucharemos después como audio en un auricular o altavoz.



4.1.2 Receptor superheterodino de simple y doble conversión

El receptor superheterodino es un paso más para mejorar la selectividad de un receptor y separar mejor la señal deseada de las señales adyacentes. Después de amplificar la señal electromagnética deseada, por medio de un convertidor de frecuencia, convertimos cualquier frecuencia sintonizada en una única frecuencia intermedia, y ésta es la que filtramos y amplificamos exclusivamente, para luego demodularla. Esto nos permite utilizar amplificadores y filtros mucho más selectivos y muy bien ajustados durante la fabricación, lo que nos permiten seleccionar mucho mejor la estación deseada que queremos escuchar.



Vamos a poner un ejemplo numérico:

Queremos recibir una señal de 14.000 KHz (14 MHz o 20 m) y hacemos funcionar el oscilador local a 14.450 kHz, de forma que obtendremos una Frecuencia Intermedia de $14.450 - 14.000 = 450 \text{ kHz}$ que es la que filtraremos y amplificaremos para llevarla al detector o demodulador, según sea la modalidad de recepción escogida.

4.1.2.b Frecuencia imagen y superheterodino de doble conversión

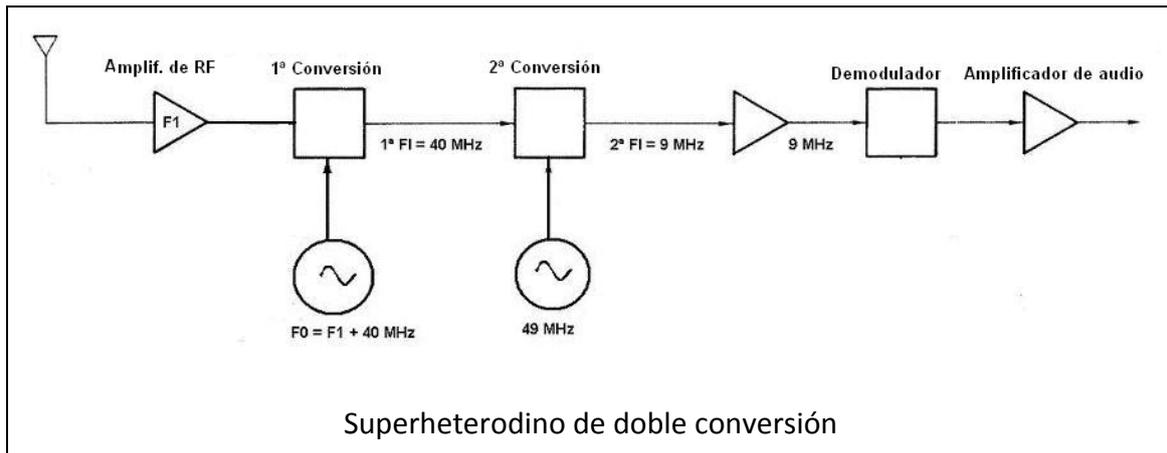
En el proceso de la simple conversión, se produce la recepción simultánea de otra señal llamada frecuencia imagen que está separada de la frecuencia que queremos recibir por el doble de la frecuencia intermedia.

El superheterodino de simple conversión sufre el problema de la recepción simultánea de la señal deseada, por una parte, y la de una frecuencia imagen por otra, que aparecen después de la conversión con la misma frecuencia intermedia, lo que hace bastante problemático su rechazo a un nivel suficiente para que no interfiera con la señal deseada.

Por ejemplo, si tenemos una FI de 450 kHz y queremos recibir una señal de 14.450 kHz, haremos que se mezcle con un oscilador de 14.000 kHz para obtener la FI de 450 kHz. Pero, al mismo tiempo, recibiremos una estación que se encuentre en 13.550 kHz (imagen), porque $14.000 - 13.550 = 450 \text{ kHz}$ también.

Tenemos que encontrar el medio de favorecer los 14.450 y rechazar la señal de 13.550 kHz al máximo posible. Este problema cuesta mucho de resolver en toda la banda cubierta por un receptor de simple conversión, pues ambas señales están bastante próximas.

Para superar este problema, se desarrolló el superheterodino de doble conversión, que se caracteriza por disponer de dos frecuencias intermedias distintas. La primera FI siempre es una frecuencia más alta y que permita rechazar mejor la frecuencia imagen, mientras que la segunda conversión nos proporciona una segunda frecuencia intermedia mucho más baja, que nos permite utilizar filtros muchos más selectivos en esta segunda FI.



Vamos a poner un ejemplo numérico:

Tenemos la recepción de una señal de 14.000 kHz (banda de 20 metros) y aplicamos un oscilador local que la mezcla con 54 MHz para obtener una primera FI de $54 - 14 = 40$ MHz. La Frecuencia imagen sería $54 + 14 = 68$ MHz, una frecuencia que será bastante fácil de rechazar, pues está muy alejada de los 14 MHz que queremos recibir.

Posteriormente una segunda mezcla con un oscilador de 49 Mhz nos produce una segunda FI de $49 - 40 = 9$ MHz, que será amplificada y filtrada muy cómodamente, pues se rechazará muy bien una posible imagen de $40 + 49 = 89$ MHz.

Hemos resuelto el problema de la frecuencia imagen a costa de introducir otro mezclador y otro oscilador que aumentarán ligeramente el ruido de fase percibido en la señal recibida.

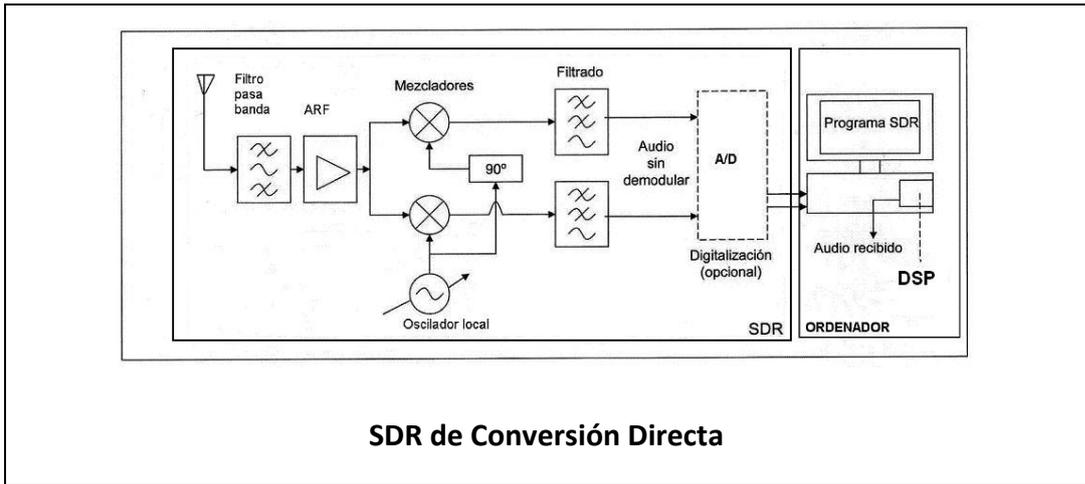
4.1.3 Receptores SDR (Software Designed Radio)

Modernamente se aprovecha la potencia de los ordenadores actuales, especialmente de las tarjetas de sonido equipadas con chips DSP de altas prestaciones para el cálculo numérico (del inglés *Digital Signal Processor*), para realizar Receptores Diseñados por Software, cuyas características y prestaciones dependen del procesado digital en el ordenador de las señales radioeléctricas previamente digitalizadas.

En estos momentos los podemos dividir en dos grupos principales SDR de conversión directa y SDR de digitalización directa.

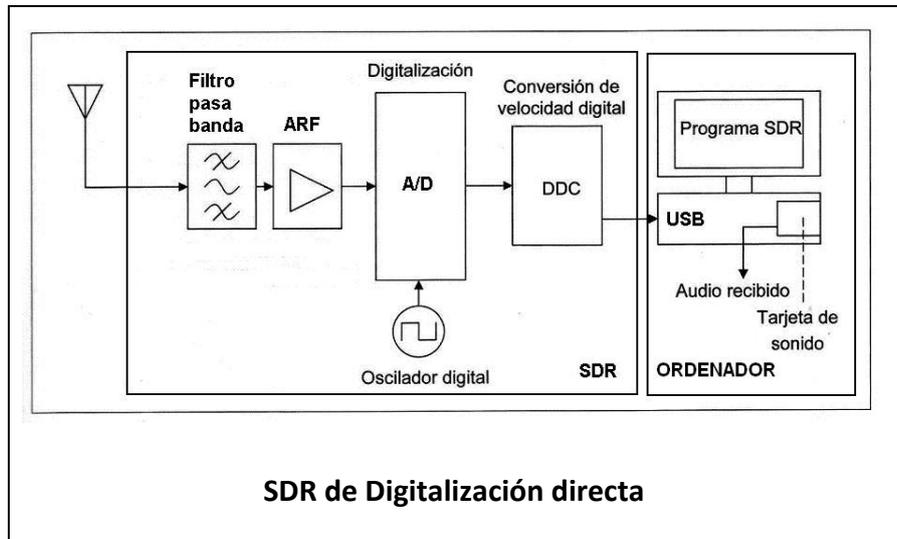
4.1.3.1 SDR de conversión directa

El SDR de conversión directa es un receptor que inicialmente se comporta como un receptor de conversión directa, mezclando la señal en un mezclador doble balanceado y un oscilador local que inyecta una señal de la misma frecuencia que deseamos recibir. En el mezclador se generan dos señales de baja frecuencia en cuadratura I y Q, que luego son procesadas por la tarjeta de sonido de ordenador, equipada con un chip DSP, que las filtrará y demodulará, mostrando además un amplio espectro de la banda escogida.



4.1.3.2 SDR de digitalización directa

Un SDR de digitalización directa es un receptor en el que la señal captada por la antena es digitalizada directamente por un conversor analógico/digital, con una frecuencia de muestreo del doble de la máxima frecuencia que abarca el receptor, digitalización que luego será procesada en un ordenador, donde la señal escogida se filtrará y demodulará y, además, nos mostrará un amplio espectro de la banda escogida.

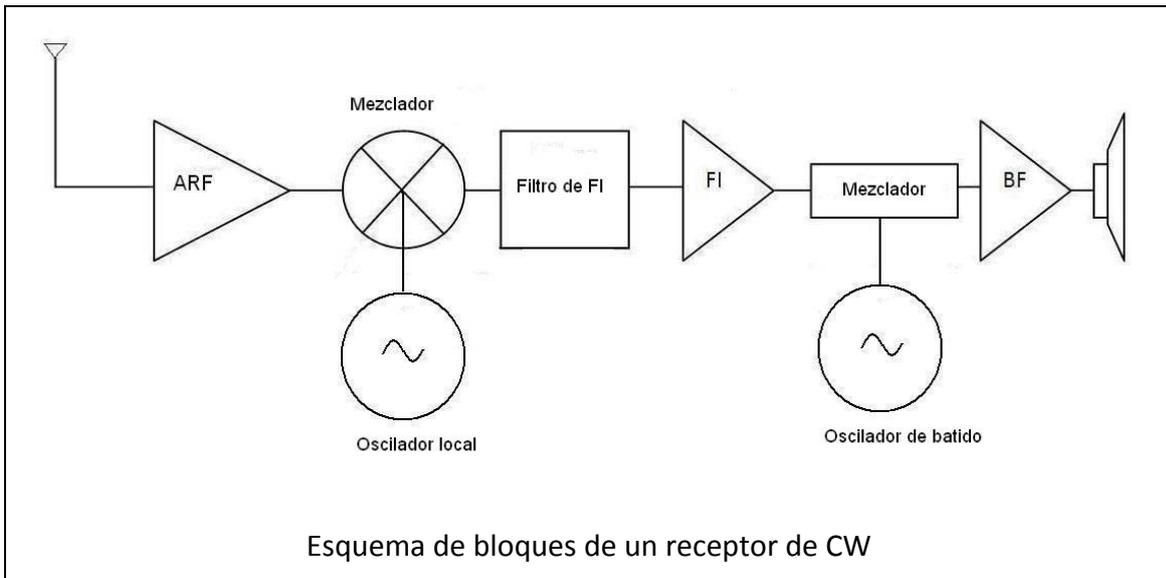


4.2 Diagramas de bloques de receptores

4.2.1 Receptor de CW

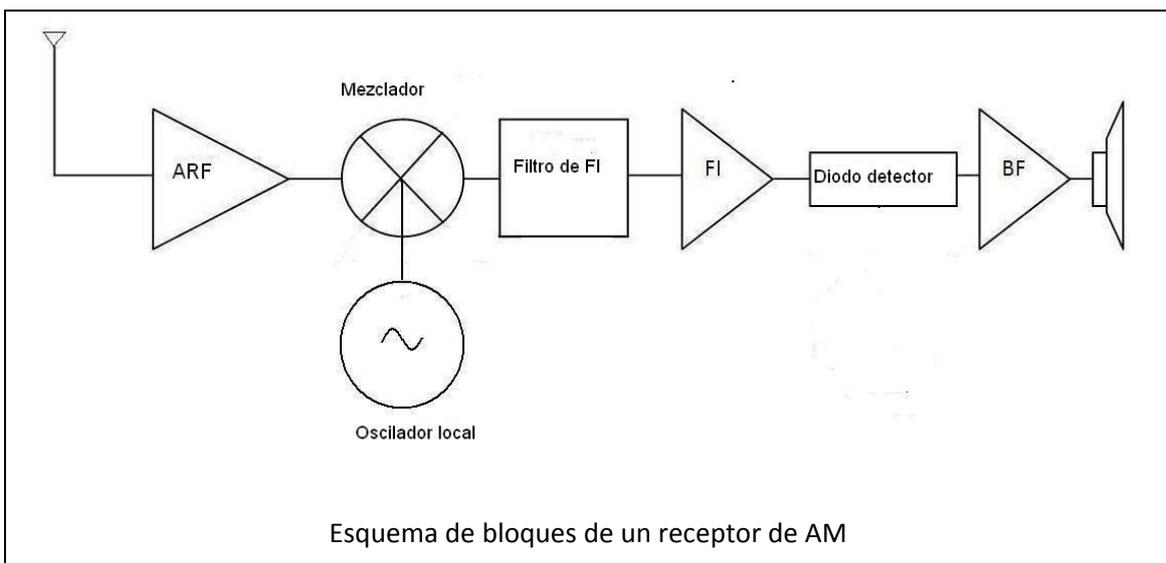
El receptor de CW normalmente consiste en un superheterodino en el que, a la salida de la última amplificadora de FI, consta de un mezclador en el que se mezcla con la señal de un oscilador de batido, con lo que se obtiene la diferencia de señales entre la

FI y el oscilador local fijo, que normalmente difiere en 500-1000 Hz de la frecuencia de FI y que genera un solo tono de audio que suena al ritmo de la CW original.



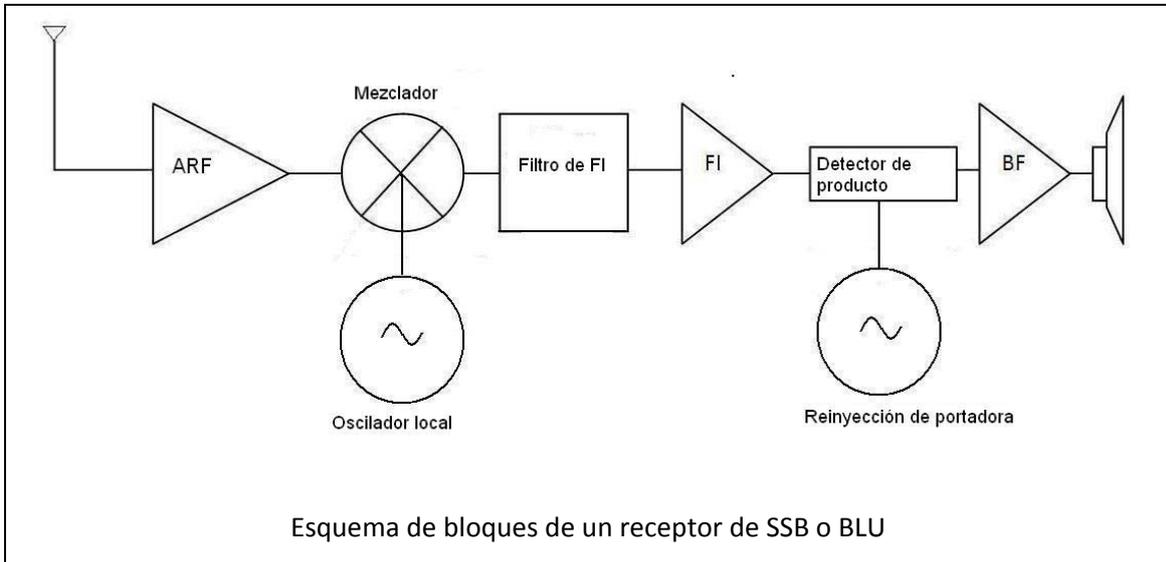
4.2.2 Receptor de AM

Normalmente un receptor de AM se distingue por la etapa detectora de envolvente, normalmente formada por un diodo y un condensador integrador, que rectifica la señal de salida de la última FI y la integra, de forma que la tensión rectificada alcance los picos máximos de la RF detectada, y esta tensión reproducirá fielmente la modulación de amplitud de la transmisión recibida.



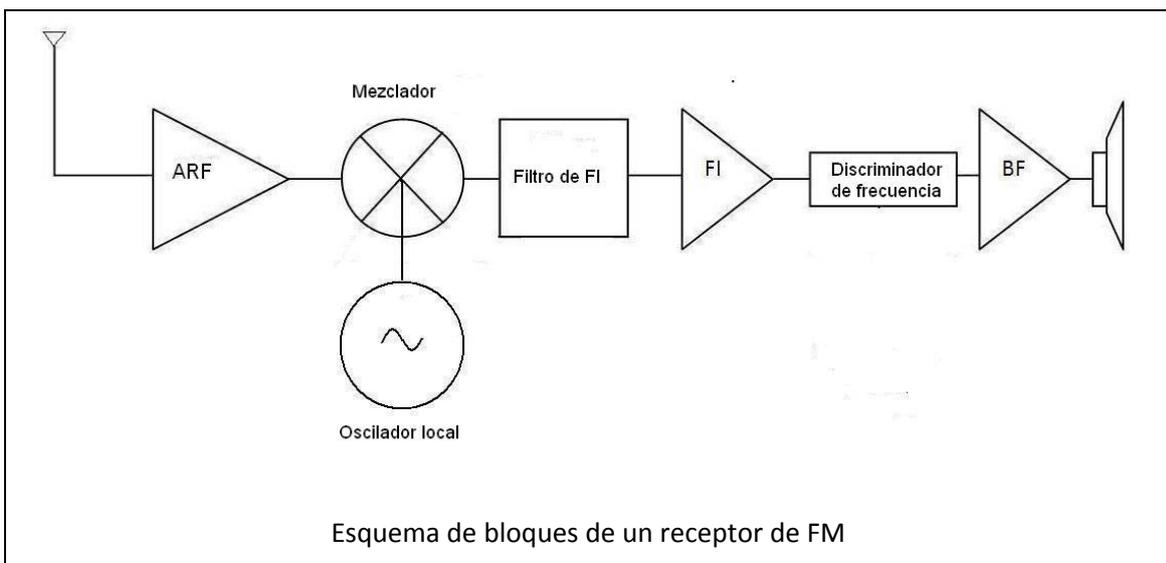
4.2.3 Receptor de BLU o SSB

El receptor de BLU o SSB debe disponer de un mezclador o detector de producto a la salida de la última FI, en el que se reinyecta la portadora suprimida mediante un oscilador local, exactamente en la frecuencia en la que habría estado la portadora suprimida de una señal de AM, y el resultado de la mezcla de las dos frecuencias (la diferencia) es una señal de audio que se amplifica y da lugar a reproducción exacta de la modulación inicial de la transmisión.



4.2.4 Receptor de FM

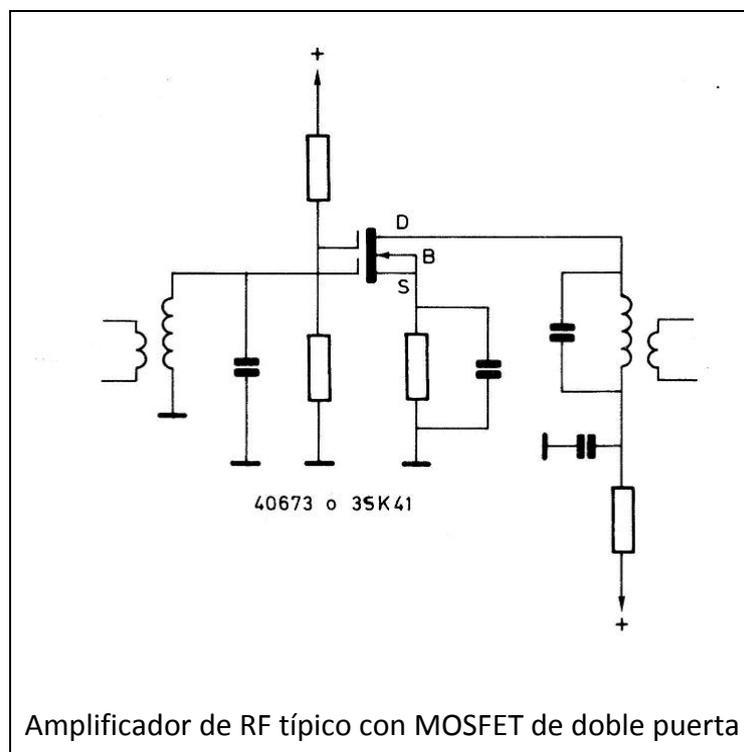
Los receptores de FM disponen de una FI bastante elevada, generalmente de 10,7 MHz, y a su salida disponen de un discriminador de frecuencia o un demodulador PLL que sigue fielmente la desviación de la frecuencia central y reproduce en su señal de corrección la señal de audio moduladora original que será amplificada posteriormente.



4.3 Operación y funcionamiento de las diversas etapas

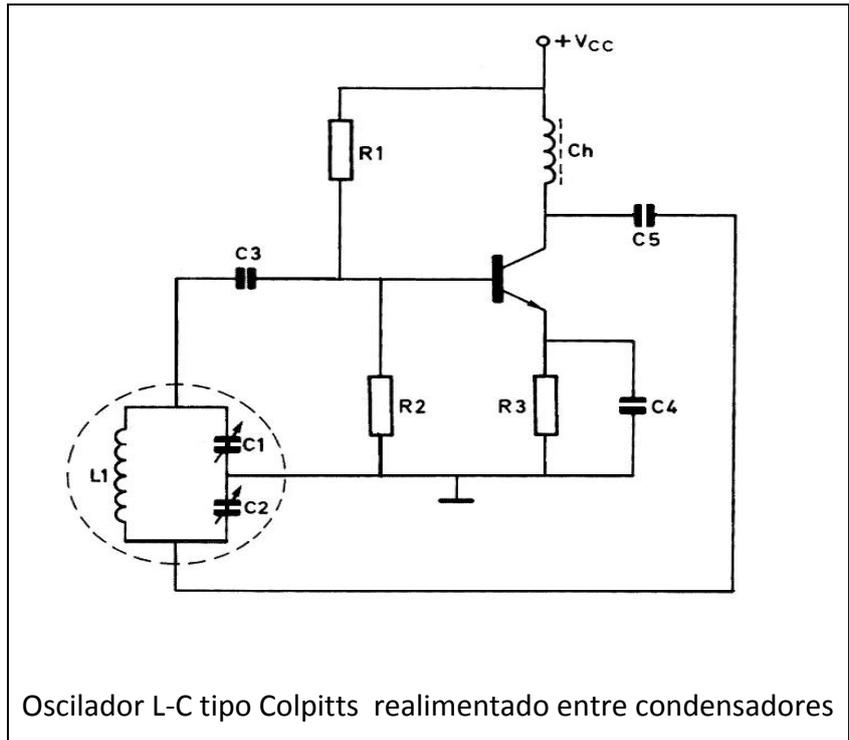
4.3.1 Amplificador de RF (ARF)

Éste es el primer elemento de cualquier receptor al que se le conecta la antena y de su calidad dependen en gran parte las características del receptor. En primer lugar, la sensibilidad del receptor depende normalmente de esta primera etapa y debe generar el menor ruido posible, pero debe tener una buena resistencia a la sobrecarga con señales fuertes (bloqueo), aparte de una buena linealidad para que no se mezclen señales entre sí (intermodulación), un bajo nivel de ruido propio para disponer de buena sensibilidad (Baja cifra de ruido) y cierta capacidad de filtrado para que las señales no deseadas en ese momento no entren ya en el receptor, especialmente cualquier señal presente de la frecuencia imagen.



4.3.2 Oscilador local

Un oscilador local debe proporcionar una señal sinusoidal con gran estabilidad y exactitud en una amplia gama de frecuencias, y debe ser lo más sinusoidal y limpia posible, y con el menor ruido de fase posible, pues el ruido que añade ya no será posible eliminarlo posteriormente y se sumará a todas las señales en los mezcladores.

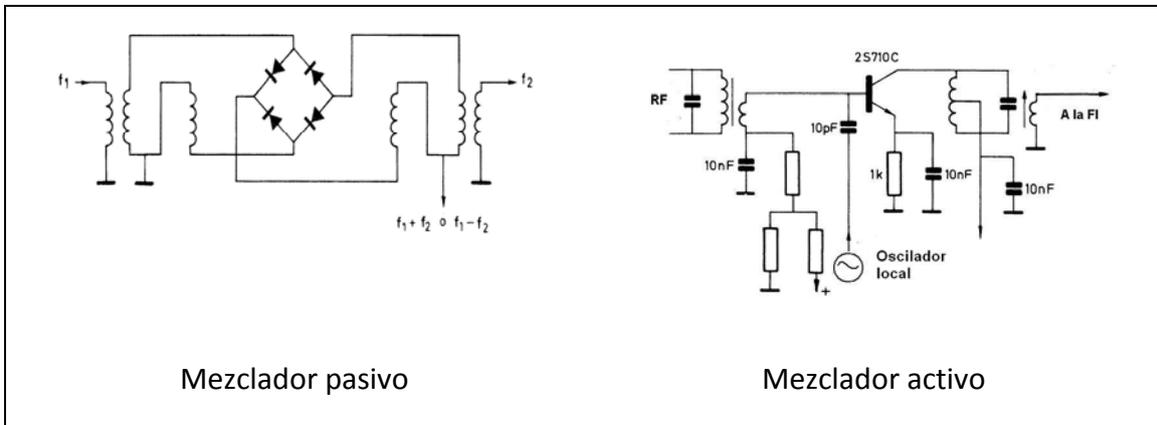


4.3.3 Mezclador

Mezcladores, a grandes rasgos, disponemos de dos tipos de mezcladores: activos y pasivos. Llamamos mezcladores activos a los que incluyen algún amplificador y los mezcladores pasivos están formados por elementos pasivos no lineales (por ejemplo diodos) que realizan la mezcla, pero no añaden amplificación a la señal ni por tanto añaden ruido.

Los mezcladores pasivos ofrecen una mezcla de gran calidad, pero no sólo no tienen ganancia, sino que la señal pierde amplitud a su paso,

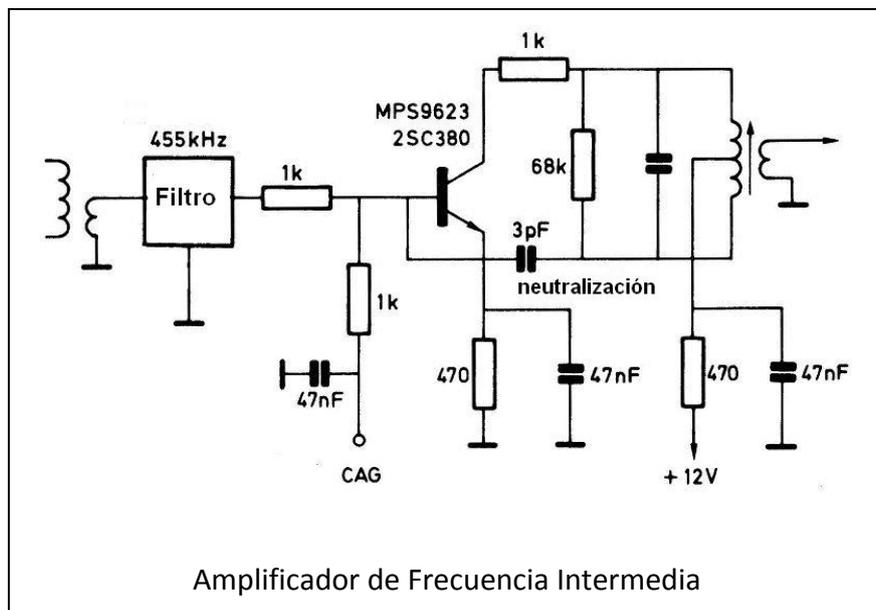
En cambio, los mezcladores activos pueden añadir ruido propio con la amplificación, ruido que se sumaría al ruido de fase del oscilador.



4.3.4 Amplificador de frecuencia intermedia

Lo más importante de un amplificador de frecuencia intermedia no es la amplificación que proporciona, sino más bien la capacidad de filtrado, pues este es el elemento esencial que proporciona la selectividad al receptor, es decir, la cualidad que le permite dejar pasar solamente la señal deseada al detector o demodulador y eliminar todas las señales de las frecuencias adyacentes, para lo cual incorpora muchas veces filtros especiales a cristal de cuarzo o cerámicos de varios anchos de banda.

Las frecuencias intermedias más habituales en los receptores de simple conversión son 455 kHz para los receptores de AM y 10,7 MHz para los receptores de FM.



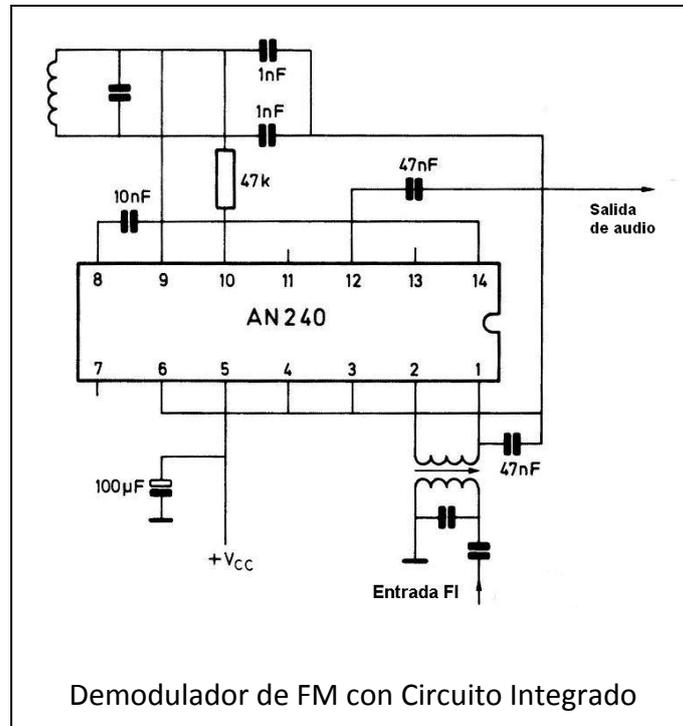
4.3.5 Limitador de ruidos

Impide que impulsos breves de ruido muy fuertes de todo tipo lleguen al detector. Son los producidos por todo tipo de chispas y encendido de los vehículos. Puede ser un simple limitador de amplitud formado por dos diodos en oposición, o ser realmente un circuito mucho más sofisticado, llamado Supresor de ruidos de impulsos (NB del inglés *Noise Blanker*), que silencia el receptor al detectar un impulso que supera ampliamente el nivel medio de la señal que se recibía en ese momento.

4.3.6 Detector o demodulador

Llamamos detector al diodo que habitualmente se utiliza para detectar la envolvente de la amplitud de una señal de AM, mientras que reservamos el término demodulador a un circuito más general que puede extraer cualquier tipo de modulación de una señal modulada, sea del tipo que sea.

En FM, el demodulador puede tratarse de un simple discriminador de frecuencias, o también de un circuito PLL, capaz de seguir sincronizado las variaciones de frecuencia de la señal recibida, o puede ser también un circuito decodificador de los dos tonos de una señal de RTTY o cualquier circuito que extraiga una modulación digital aplicada a una señal de radiofrecuencia.



4.3.7 Amplificador de audio

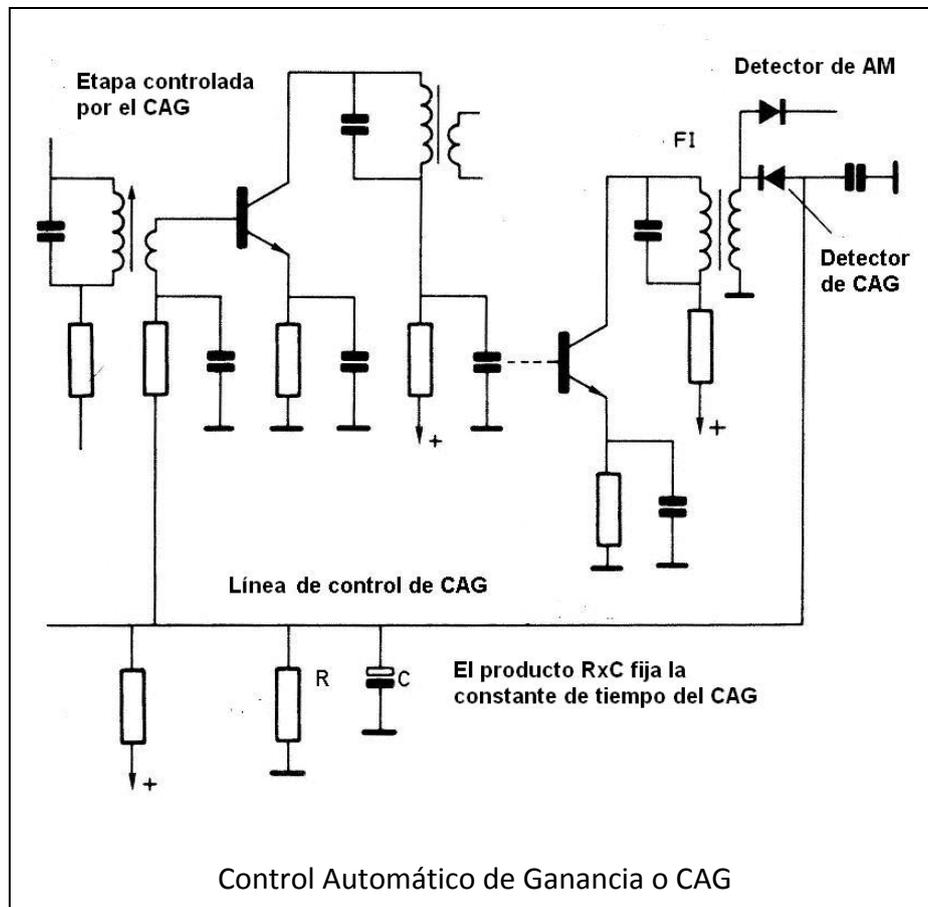
Amplifica las señales demoduladas de baja frecuencia y las eleva al nivel suficiente para mover unos auriculares o un altavoz.

Normalmente como amplificador de audio se utiliza un amplificador transistorizado y polarizado en clase A, porque son los que proporcionan mayor linealidad, pero también pueden utilizarse transistores polarizados en clase AB en contrafase, aunque modernamente se utilizan casi siempre circuitos integrados algo más complejos..

4.3.8 Control automático de ganancia

La gama de amplitudes de las señales que debe manejar un receptor es muy amplia, pues debe permitirnos escuchar señales tan débiles como 0,1 uV en antena (-130 dBm), hasta las fuertes señales de estaciones locales de onda media, que pueden llegar a ser tan elevados que alcancen potencias de 1 milivatio (0 dBm) en la entrada de antena.

Por tanto, la amplificación debe regularse de modo que no se saturen los amplificadores con señales fuertes y lleguen a recortar las señales recibidas. Esto se consigue por medio de un control automático de ganancia o CAG que disminuye la amplificación cuando la señal es muy fuerte.



Para entender mejor su utilidad, pondremos un ejemplo numérico:

Si recibimos por la antena una señal de una potencia de -85 dBm y tenemos una cadena de amplificación normal (ARF + primera FI) que amplifique siempre 40 dB, a la entrada de la segunda FI tendremos una señal de $-85 \text{ dBm} + 40 = -45 \text{ dBm}$.

Pero si de repente otra señal es mucho más fuerte (30 dB más fuerte) y alcanza los -55 dBm en la entrada de antena, a la entrada de la segunda FI tendríamos $-55 + 40 = -15 \text{ dBm}$, y este es posiblemente un nivel excesivo, que no podría manejar un amplificador de FI sin saturarse de modo que recortará la señal y la distorsionará con intermodulaciones.

Por tanto, debemos disminuir la ganancia de la cadena de amplificación para que eso no suceda. Ahí interviene el Control automático de Ganancia o CAG para que disminuya la amplificación. El Control Automático de Ganancia o CAG reducirá, por ejemplo, la ganancia del amplificador de FI de los 40 dB que teníamos anteriormente a solamente 20 dB, de modo que ahora la señal a la entrada de la segunda FI tendrá el nivel: -55

$\text{dBm} + 20 = -25 \text{ dBm}$, que será más manejable sin que se distorsione al pasar por la segunda FI.

4.3.9 Medidor S

Los niveles S proceden de los niveles QSA de intensidad (S1 a S9) que se daban como indicadores de la calidad de la señal recibida y que iban desde 1, para una señal apenas audible, hasta 9 para indicar una señal audible perfectamente con toda comodidad.

Hoy en día se mantiene estas indicaciones, pero con una referencia más técnica en la que se ajusta S9 a una señal de 50 uV en los bornes de conexión de la antena de un receptor con una impedancia de entrada de 50 ohmios, lo que equivale a una potencia de señal de -73 dBm en la entrada de antena. Si los intervalos entre señales S van de 6 en 6 dB, una señal S1 tendría un nivel de $(-6 \text{ dB} \times 8 \text{ saltos})$ más bajo o sea $-73 \text{ dBm} - (6 \times 8) = -73 - 48 \text{ dB} = -121 \text{ dBm}$.

4.3.10 Silenciador de ruido de fondo (*squelch*)

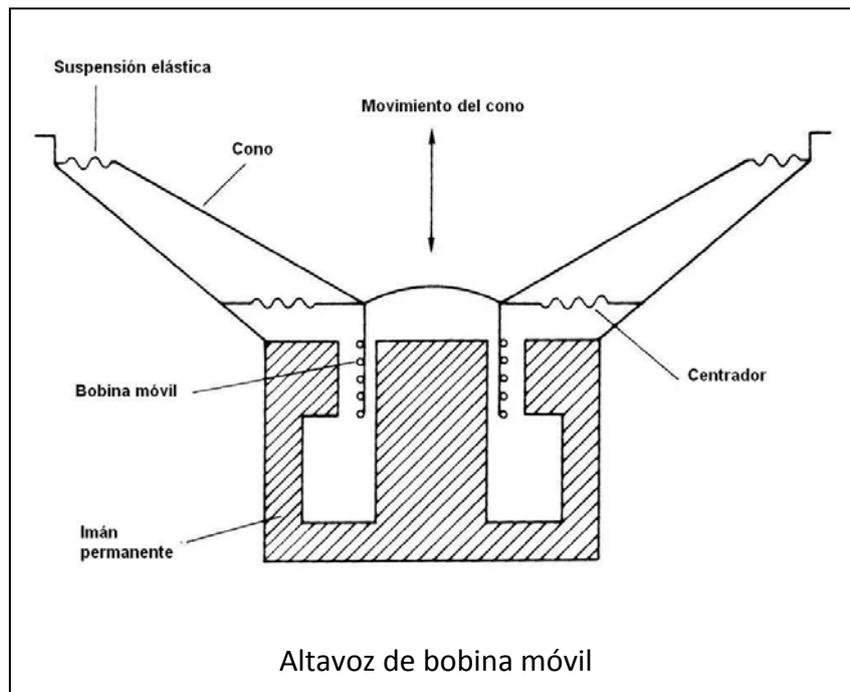
Este es un circuito que se ajusta y avanza el mínimo suficiente para que se silencie el molesto ruido de fondo del receptor en ausencia de señal. Su función es silenciar el ruido y no abrirse para permitir el paso de la señal de audio hasta que el nivel de audio o de la señal recibida no supere un umbral mínimo.

4.3.11 Altavoz reproductor de la voz

Para convertir las señales de audio en sonido, nos hace falta un transductor adecuado, el cual es precisamente el altavoz o alto parlante como se le llamó inicialmente.

Consta habitualmente de un gran imán permanente dentro del que se mueve una bobina móvil, sujeta a un cono rígido, normalmente de cartulina, que oscila moviendo el aire, por la que circulan las señales de audio y la hacen oscilar al ritmo que le marcan corrientes de audio que circulan por la bobina.

Normalmente los altavoces acostumbran a tener una impedancia estándar que puede ser de 4, 8 o 16 ohmios.



4.4 Características de un receptor

Las características de los receptores nos interesan mucho para poder comparar receptores entre sí y escoger uno que se ajuste a las prestaciones que mejor se adecúan a nuestra actividad de radioaficionados, dentro de lo que nos permite nuestro presupuesto.

4.4.1 Rechazo del canal adyacente

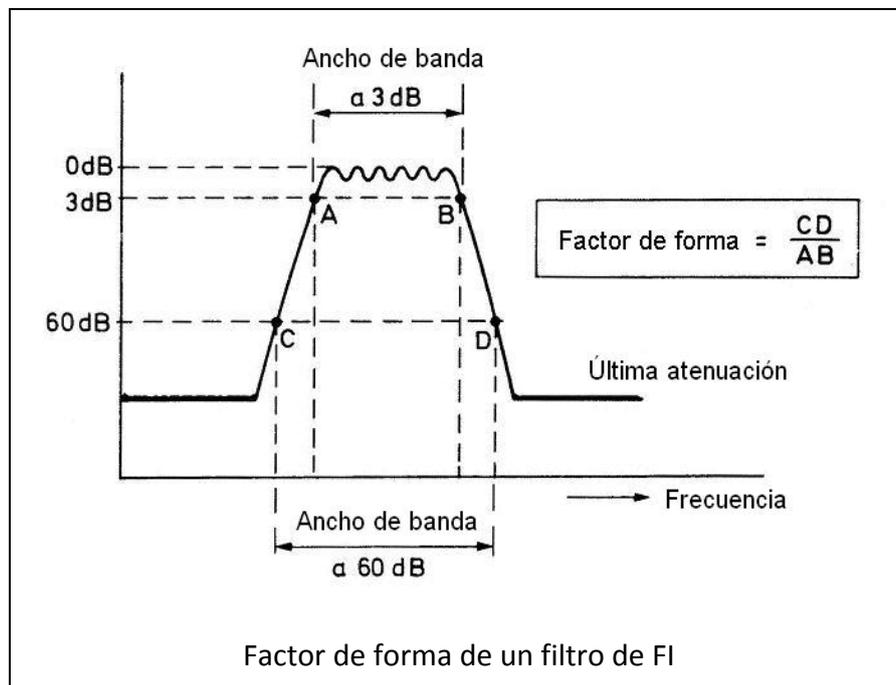
El espectro radioeléctrico es limitado y caben un número finito de estaciones, por lo que es importante determinar la amplitud máxima del canal de comunicación y que las estaciones se mantengan dentro de estos límites, lo que nos permitirá establecer el máximo de contactos o comunicados posibles en cada banda en canales adyacentes, sin que alguno de ellos interfiera en otro canal y afecte así a la calidad de la comunicación en el canal que utiliza.

4.4.2 Selectividad

La selectividad nos indica la capacidad que tiene el receptor para discernir entre dos canales contiguos, lo que se consigue gracias a la utilización de filtros muy estrechos en la FI.

La calidad de los filtros se mide por el llamado Factor de forma que consiste en comparar el ancho de banda del filtro cuando la señal pierde 3 dB en relación al máximo en el centro del filtro, comparado con el ancho de banda cuando ya la atenúa 60 dB.

Este cociente de los dos anchos de banda es el Factor de Forma y nos tiene que dar una cifra superior a 1, pero cuanto más próxima sea a la unidad, mejor será el filtro, pues tendrá las paredes más verticales...



4.4.3 Sensibilidad

En los receptores de HF, la sensibilidad se mide por la Mínima Señal Discernible (MDS de *Minimun Discernible Signal*) en la entrada de antena, cuando el receptor está siendo utilizado en CW con un filtro de 500 Hz, o sea la señal más débil que al sintonizarla aumenta la salida en 3 dB sobre el ruido de fondo del receptor. En 14 MHz que se detecte una señal inferior a -120 dBm es un valor suficiente. En cambio, en VHF son recomendables sensibilidades a señales por debajo de -140 dBm (0,1 uV en antena).

Hay que tener muy en cuenta que en HF, el ruido exterior al equipo y captado por la antena es el que limita nuestra recepción, por lo que a partir de una cierta sensibilidad mínima de -120 dBm, la sensibilidad en HF no es un factor importante para valorar un receptor.

En FM (bandas de VHF y superiores) se mide la sensibilidad de un receptor por la sensibilidad SINAD, es decir el valor de la señal en la entrada de antena que produce un valor de +12 dB SINAD o sea +12 dB de relación (S+N)/N a la salida del demodulador.

4.4.3b. Cifra de ruido de un receptor

Otra manera de medir la calidad de un receptor se basa en medir la potencia del ruido generado por los amplificadores y mezcladores internos que se añade a la señal

recibida. Para aumentar la sensibilidad de un receptor de radio, es necesario que el receptor aporte el menor ruido posible y que tenga una buena ganancia sobre la señal recibida. Normalmente la etapa determinante de la calidad de un receptor es el primer preamplificador, porque sus defectos serán amplificados por todas las etapas posteriores.

En VHF y UHF, como el ruido exterior es muy bajo en estas frecuencias, la sensibilidad de un receptor sí es importante y se prefiere medir la sensibilidad por la llamada Cifra de Ruido o NF (del inglés *Noise Figure*) que consiste en el ruido en dB aportado por el propio receptor a cualquier señal que entre por la antena. Una cifra de ruido aconsejable para estos receptores debería dar un NF inferior a 9 dB.

4.4.4 Estabilidad

Un elemento esencial de la buena recepción es la estabilidad de los osciladores para garantizar que sigamos escuchando bien la estación seleccionada. El problema es que la temperatura ambiente y el incremento de temperatura que se produce en los elementos activos de un receptor, pueden producir dilataciones en los componentes de un oscilador LC y, en consecuencia, variar su frecuencia de oscilación con los cambios de temperatura. También las variaciones de la tensión de red pueden ocasionar variaciones de la frecuencia de un oscilador al hacer variar su punto de funcionamiento.

Los tipos de osciladores por orden de menor a mayor estabilidad, son los siguientes:

1. Oscilador LC termostatado
2. Oscilador a cristal y termostatado
3. Oscilador PLC por bucle de enclavamiento de fase
4. Oscilador por síntesis digital directa o DDS
5. Oscilador DDS sincronizado a un reloj externo de precisión

4.4.5 Rechazo de la Frecuencia Imagen

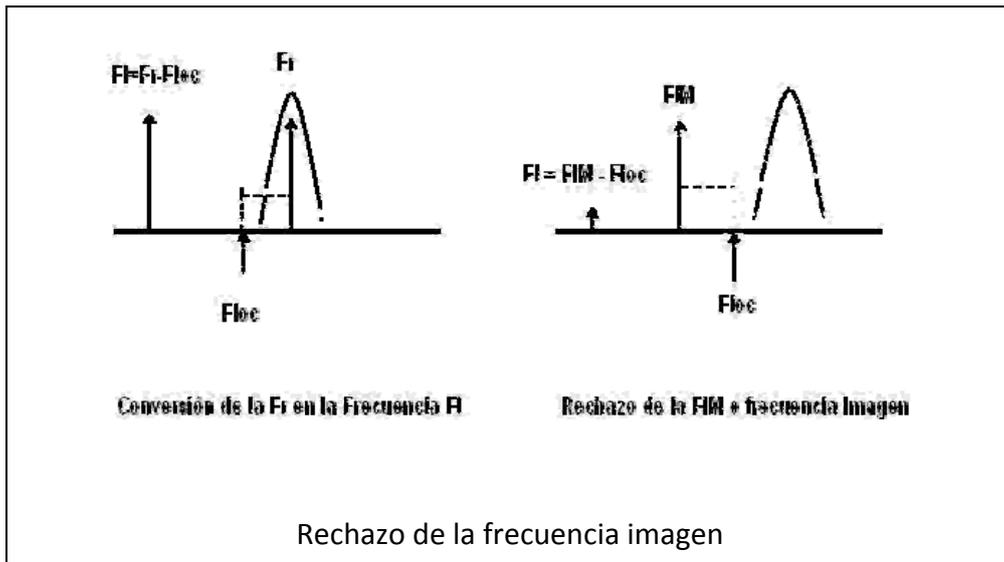
La frecuencia imagen de un superheterodino se debe a que al realizar la conversión de frecuencia, hay dos frecuencias diferentes, una por encima y otra por debajo de la del oscilador local (Floc), que difieren en la misma cantidad (la FI) y, por tanto, generan en el mezclador la misma Frecuencia Intermedia (FI). El receptor debe poder ser capaz de rechazar la señal no deseada (la frecuencia imagen o Fim) y amplificar solamente la señal sintonizada (Fr).

Se cumple que $Fr - Floc = FI$

y también que $Floc - Fim = FI$

y por tanto, $Fr - FIM = 2 \times FI$

La frecuencia imagen está separada de la sintonizada por el doble del valor de la frecuencia intermedia.



4.4.6 Desensibilización y bloqueo

El bloqueo es un fenómeno por el que una señal muy fuerte, aunque no esté dentro de nuestro canal de sintonía, es capaz de penetrar en la cadena de amplificación y saturar algún amplificador, de forma que consigue disminuir el nivel de la señal deseada y sintonizada.

La resistencia de un receptor al bloqueo se mide por la diferencia en dB de una señal fuerte no deseada fuera del canal de recepción a una distancia de 20 kHz, comparada con el nivel de la señal que deseamos escuchar, en el momento en que es tan fuerte que atenúa la señal sintonizada en 3 dB.

Es conveniente que un receptor no sufra los efectos del bloqueo si no es con valores superiores a 100 dB de diferencia entre la señal bloqueante y la señal deseada.

4.4.7 Intermodulación: modulación cruzada

La intermodulación es un proceso ocasionado por la falta de linealidad de la cadena de amplificación que produce la mezcla de varias señales no sintonizadas y que son capaces de generar productos de intermodulación entre ellas y sus armónicos, los cuales pueden aparecer en la frecuencia de la señal que deseamos escuchar.

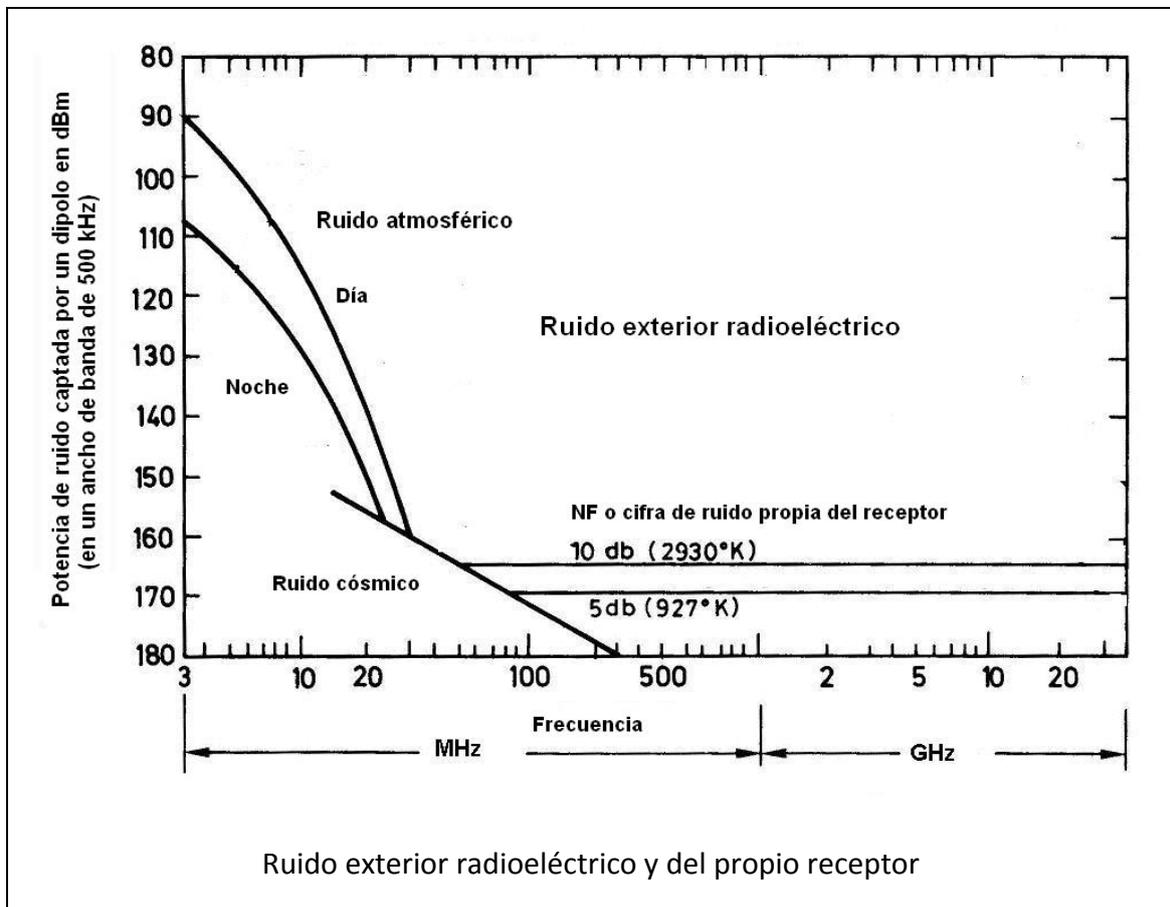
Se mide por la comparación del nivel de dos señales iguales no deseadas ni sintonizadas separadas por 20 kHz, las cuales son capaces de crear un producto de intermodulación, que aparece como una tercera señal no deseada, separada también por 20 kHz de las dos interferentes, y que alcance un nivel 3 dB por encima del ruido en una frecuencia vacía.

4.4.8 Mezclado recíproco (ruido de fase)

Las corrientes y oscilaciones de un oscilador no son perfectamente constantes y siempre hay una cierta aleatoriedad debida a los choques electrónicos en los circuitos, lo que añade un pequeño ruido aleatorio a la señal sinusoidal generada por cualquier oscilador.

Este ruido aleatorio, llamado ruido de fase, no se puede evitar que se sume en un mezclador a la señal de radiofrecuencia seleccionada y aparezca sumado a la señal de frecuencia intermedia, incrementando el ruido que acompaña a la señal en cada mezcla si hay más de una conversión.

4.5 Interferencias perturbadoras en un receptor: modo de reducirlas



Podemos clasificarlas entre las producidas por la propia naturaleza y las producidas por el hombre y sus equipos eléctricos. Por supuesto las naturales no está en nuestras manos eliminarlas, pero sí podemos intervenir en las artificiales para reducirlas al mínimo posible.

Naturales

- Ruido cósmico galáctico
- Ruido de descargas eléctricas atmosféricas (rayos)

Artificiales

- Ruido generado por el propio receptor
- Ruido de conmutación de luces controladas
- Ruido de interruptores y de líneas de transporte eléctricas
- Armónicos de osciladores de barrido de tubos de TV
- Armónicos de las fuentes conmutadas de ordenador
- Ruido generado por redes locales PLC de ordenadores