

## Receptor Superheterodino

Compilador Prof. Edgardo Faletti (2011)

Indudablemente, el principio superheterodino sigue siendo Supremo en el diseño de receptores. Los radorreceptores superheterodinos, se han producido en cantidad con gran éxito por muchos años. El diseño superheterodino ofrece importantes ventajas de alta selectividad y alta sensibilidad, que son casi constantes en toda la gama de sintonización de un receptor, así que fue muy natural que desde un principio, los radorreceptores de transistores emplearan el principio superheterodino.

### ***El principio superheterodino***

La figura 1 muestra un diagrama de bloque de un receptor típico superheterodino de amplitud modulada (AM) de banda normal de radiodifusión. Cada bloque representa una etapa, que se estudiará detalladamente en los siguientes capítulos. En algunos receptores pueden omitirse algunas de esas etapas, o bien pueden añadirse otras más, de acuerdo con los requerimientos del diseño especial del receptor. Esas variaciones se estudiarán también.

El funcionamiento del receptor que muestra la figura 1 es el siguiente: las señales moduladas de RF, transmitidas por las estaciones difusoras de la zona, se recogen o interceptan por la antena, y se alimentan a la primera etapa; *el amplificador de RF*. El radioescucha sintoniza ese circuito haciendo girar la perilla de sintonización del receptor para ajustar a la frecuencia transportadora de la estación deseada, a fin de aceptar y amplificar la señal escogida. En la banda normal de radiodifusión, será una frecuencia entre 540 y 1600 kHz. Después de escoger y amplificar la señal modulada de RF que se desea .se alimenta a la *etapa mezcladora*. Así pues, el amplificador de RF ha proporcionado cierta cantidad de selectividad y sensibilidad. En algunos receptores, en los que se requiere menos selectividad y sensibilidad, se omite esta etapa.

Las etapas del mezclador y del oscilador, desempeñan la verdadera función superheterodina. La etapa del *oscilador* es un generador de una señal de RF no modulada, con una frecuencia aproximada de 465 kilociclos sobre la frecuencia de la señal de entrada de RF deseada. La etapa del oscilador se sintoniza simultáneamente (se "acuadrilla") con la etapa del amplificador de RF, de modo que cuando éste se sintoniza de una frecuencia a otra, el oscilador se sintoniza a una frecuencia que ' quienda exactamente 465 kilociclos sobre la de radiofrecuencia. Tanto las señales de RF como del oscilador, alimentan al mezclador.

El mezclador se sintoniza también para aceptar solamente las señales de RF y las del oscilador. En esa etapa, las dos señales se heterodinan (baten juntas), para producir otras nuevas. La salida de la etapa del mezclador consiste de la señal de entrada de RF, la del oscilador, y otras dos nuevas; la suma y la diferencia de las dos señales de entrada. Cuando el receptor se sintoniza en toda la banda, la frecuencia de una de ellas permanece constante, o sea la de la diferencia, que es siempre de 465 kilociclos y contiene la misma

modulación de audio que la señal original de RF en la antena. Esa señal alimenta a la etapa del amplificador de FI.

El amplificador de FI se sintoniza fijamente para aceptar y amplificar solamente la señal de diferencia de 465 kHz (llamada frecuencia intermedia). La ganancia que proporciona esa etapa permanece constante en toda la banda normal de radiodifusión, y suministra una alta ganancia, porque se efectúa la amplificación de una frecuencia más baja.

La ganancia de esa etapa puede controlarse automáticamente con un circuito de CAG (control automático de ganancia), para compensar las variaciones de fuerza de la señal. En seguida, la señal de FI alimenta a la *etapa, del detector*.

La etapa del detector remueve el componente de audio de la señal de FI, y lo transfiere a la etapa del *amplificador de audio*. La señal se recupera rectificando y filtrando la señal modulada de FI. El detector es también la fuente del voltaje de CAG.

La etapa del impulsor de audio, amplifica la señal de audio y la alimenta a la *etapa de salida de audio*, que amplifica, además, la señal de audio y desarrolla la potencia suficiente para activar la *bocina*. Las ondas sonoras producidas por la bocina son las mismas que se usaron para modular la onda transportadora de RF en el transmisor de la estación radiodifusora.

Con mucha frecuencia, una batería suministra la potencia que requieren los transistores para llevar a cabo sus múltiples funciones. La potencia de la batería se suministra a todas las etapas, a excepción del detector, cuando se usa un diodo rectificador.

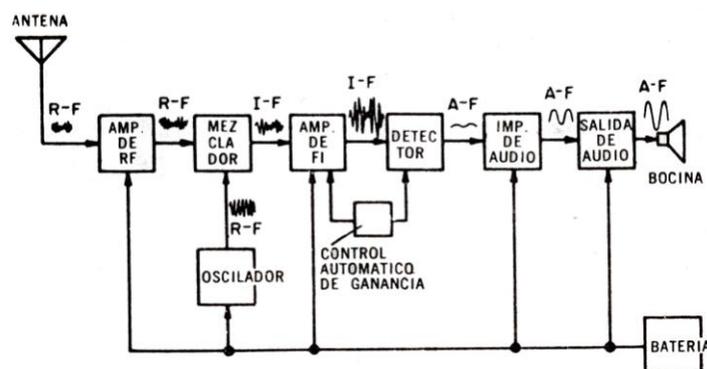


Figura 1: Diagrama en bloques de un receptor superheterodino

El diagrama de bloque de la figura 1 debe permanecer en la mente del alumno en los siguientes capítulos, a fin de que pueda comprender el funcionamiento de cada etapa con respecto al principio superheterodino.

A menudo se incluye una fuente de poder de corriente continua, para que el receptor pueda funcionar con la corriente alterna de 220 voltios, 50 Hz.

Esa fuente de poder transforma la corriente alterna de 220 Volts a una

tensión mucha más baja de corriente continua (ordinariamente de 9 a 15 voltios).

### Receptores de AM de bandas múltiples

El receptor de bandas múltiples, diseñado para funcionar ya sea con dos o hasta con ocho bandas, sigue siendo un receptor superheterodino, básicamente igual al de la figura 2. La diferencia principal está en la *parte delantera* del receptor, donde se hace la selección real de las bandas, como se ve en la figura 2.

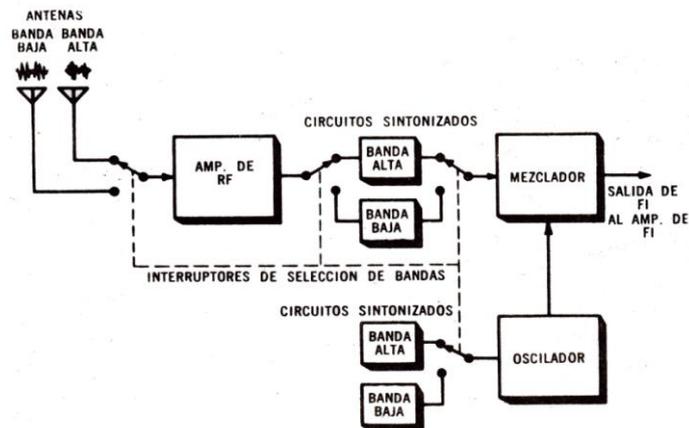


Figura 2: Receptor multibanda

La parte delantera del receptor de bandas múltiples, utiliza el mismo dispositivo de amplificador de RF, mezclador y oscilador, del receptor de una sola banda. Sin embargo, se emplean circuitos sintonizados separados para cada banda en las diversas etapas, y por lo tanto, cuando la Nave de selección de bandas se ajusta a la posición de banda alta, ocurre lo siguiente: la señal de RF en la posición de banda alta de la antena, alimenta al *amplificador de RF*, en una posición de la llave de selección de bandas. La señal amplificada de RF que viene del amplificador, se acopla mediante un circuito sintonizado de banda alta, a la *etapa del mezclador*. Al mismo tiempo, *el oscilador* produce una señal de RF, 465 kHz, más alta que la señal de RF, empleando un circuito sintonizado de banda alta, escogido por la llave de selección de bandas. La señal del oscilador alimenta al *mezclador*, y las dos señales se heterodinan en la etapa del mezclador, para producir la señal de FI de 465 kHz, que alimenta al *amplificador de FI*.

Cuando la llave de selección de bandas se mueve a la posición de *báñela baja*, la señal de banda baja de la antena alimenta al *amplificador de RF*, donde se amplifica y luego alimenta a la *etapa del mezclador*, a través del circuito sintoniza la banda baja.

Los cuatro interruptores conectados por una línea de puntos en la figura 2, se manipulan juntamente, porque están conectados mecánicamente ("acuadrillados"). Así pues, cuando se mueve la llave de selección de bandas de una posición a otra, todas las secciones del mismo se mueven simultáneamente.

## Amplificadores de FI y de RF

### Amplificadores de FI

La función de un amplificador de FI, consiste en amplificar la frecuencia intermedia producida en las etapas del mezclador o del convertidor. Además el amplificador de FI proporciona la selectividad necesaria en las frecuencias del FI, para rechazar las señales de RF, las del oscilador y la suma de las señales producidas por el batido entre las señales de RF y del oscilador.

Un amplificador de FI es semejante a un amplificador de audio, a excepción de que las cargas de entrada y de salida son circuitos sintonizados. Con mucha frecuencia se usa el acoplamiento de transformador entre el convertidor (o el mezclador) según el caso, y el amplificador de FI, y entre el amplificador de FI y el detector.

Los circuitos sintonizados del amplificador de FI se sintonizan exactamente a la frecuencia intermedia, con núcleos de hierro móviles en las bobinas. Esos núcleos varían la inductancia que las bobinas de los transformadores.

Tan sólo con muy raras excepciones, los radorreceptores de transistores emplean dos etapas de amplificación de FI, lo que proporciona un incremento de la ganancia y mayor selectividad de FI que las que podrían obtenerse con una sola etapa.

Se usa un acoplamiento de transformador entre los amplificadores de FI. La sintonización de los transformadores puede ser doble o simple. El transformador de doble sintonización tiene, la ventaja de una mayor selectividad.

### Sencillo circuito Amplificador de FI.

La figura 3 muestra un sistema amplificador de FI de dos etapas. La señal del convertidor se acopla a la base del primer transformador de FI, a través de T1.

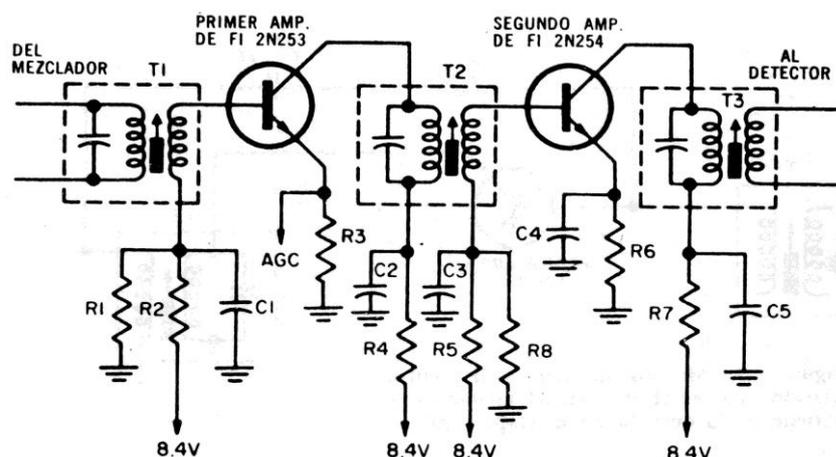


Figura 3: Etapa de Frecuencia Intermedia (FI)

El voltaje del CAG se encuentra en el emisor de la primera etapa, para disminuir su ganancia a medida que aumenta el nivel de la señal de la antena. El transformador T2, acopla la señal de FI a la base del segundo amplificador de FI, y T3 acopla la señal de FI al detector. Los circuitos de desacoplamiento (R2-C1, R4-C2, R5-C3, R6-C4 y R7-C5), proporcionan el aislamiento requerido entre etapas.

Los condensadores proporcionan un camino de baja impedancia a tierra para las señales de corriente alterna, y las resistencias se oponen a la corriente de la señal, así que las señales de corriente alterna quedan fuera de la fuente de poder, y no pueden mezclarse ni batir con otras señales del receptor. Las resistencias proporcionan también los bias fijos y automáticos, del mismo modo que en un amplificador de audio.

En los receptores que no usan amplificadores de RF, hay menos probabilidad de regeneración, y por lo tanto menos necesidad de desacoplamiento. Algunos fabricantes han aprovechado esa circunstancia, para omitir a veces esos condensadores.

### Consideraciones de Ancho de Banda

Es conveniente que los amplificadores tengan una curva de respuesta muy aguda. A medida que aumenta en ancho de banda, se disminuye la ganancia. Como los transistores son mecanismos de baja impedancia, producen una sobrecarga de resistencia en los circuitos resonantes, lo que baja el Q.

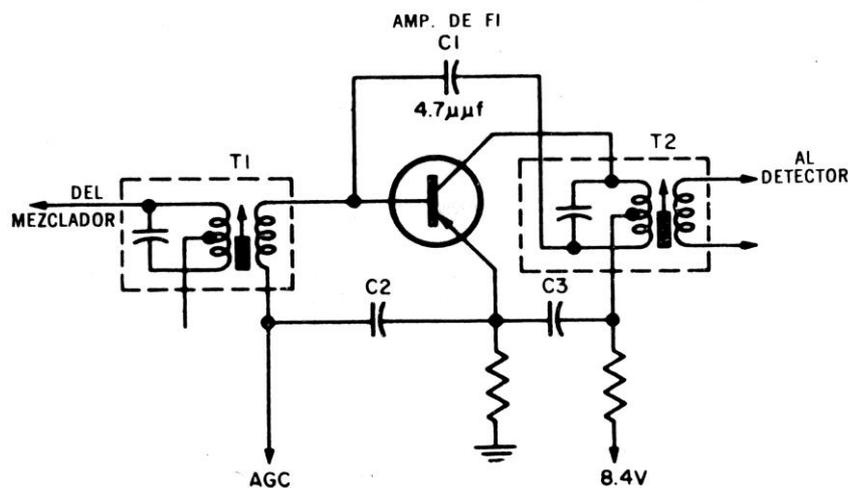


Figura 4: Un amplificador de FI de 465KHz que emplea la neutralización para aumentar la estabilidad del circuito. Los transformadores de FI tienen contactos para proporcionar una igualación de impedancia y aumentar la transferencia de energía entre las etapas.

Para obtener una banda angosta, a menudo los circuitos sintonizados tienen conexiones en puntos de más baja impedancia, a fin de lograr una mayor igualación de impedancia con los transistorizados. La figura 4 muestra uno de esos ejemplos. El primario de T2 tiene conexiones a fin de proporcionar mejor igualación entre la baja impedancia de salida del transistor, y la del

transformador. El primario de T1 tiene conexiones para igualar la impedancia de salida del transistor del convertidor.

### Neutralización

El amplificador de FI de la figura 4 incluye también también la realimentación del primario de T2 a la base del transistor del amplificador de FI, a través de C1. Esa realimentación neutraliza las capacitancias que hay dentro del transistor y de los circuitos asociados, lo que tiende a aminorar la inestabilidad del circuito y aumenta la intercambiabilidad de los transistores.

La señal de retroalimentación para la neutralización, es una señal fuera de fase, de una amplitud muy pequeña. Esa señal también puede obtenerse del secundario del transformador de salida (figura 5).

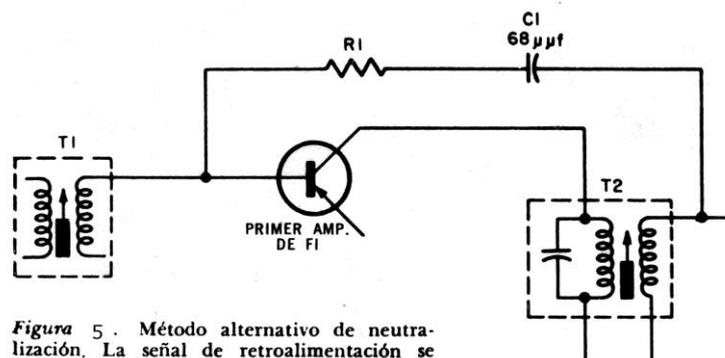


Figura 5. Método alternativo de neutralización. La señal de retroalimentación se obtiene de la entrada de la etapa siguiente

### Amplificador Reflejado de FI

Este tipo de circuito se popularizó debido a la economía (figura 6). En ese circuito, la señal de audio, recuperada en el detector, se acopla hacia atrás a la base del transistor del segundo amplificador de FI a través de R1. Por lo tanto, la etapa funciona simultáneamente tanto como amplificador de FI y como amplificador de audio, sin que ocurra ninguna ínter actuación entre las dos señales, porque la señal de FI se desarrolla a través de la carga inductiva sintonizada del transformador de FI, y la señal de audio se desarrolla a través de la carga de resistencia (control de volumen), en serie con el transformador de FI. Este no presenta prácticamente ninguna reactancia a las frecuencias de audio, mientras que la FI se desvía a tierra por C1.

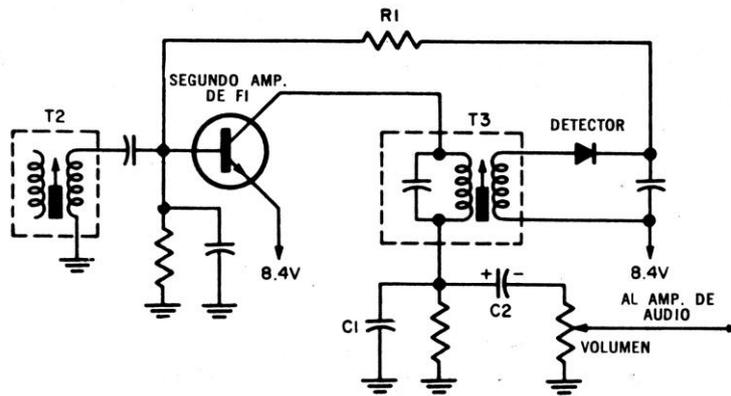


Figura 6 . Amplificador reflejado de audio. El circuito actúa simultáneamente como amplificador de FI y de audio, sin ninguna interacción

### Amplificador de RF

El amplificador de RF recibe la señal de entrada de la antena, escoge (sintoniza) la señal deseada, la amplifica, y la acopla al mezclador (o al convertidor). Así pues, el amplificador de RF suministra sensibilidad y selectividad adicionales al receptor de radio, y además, proporciona una reducción del nivel de ruido en las señales débiles, y disminuye la posibilidad de que ocurran distorsiones de sobrecarga en las señales fuertes (porque en casi todos los casos, la etapa amplificadora de RF tiene control automático de ganancia).

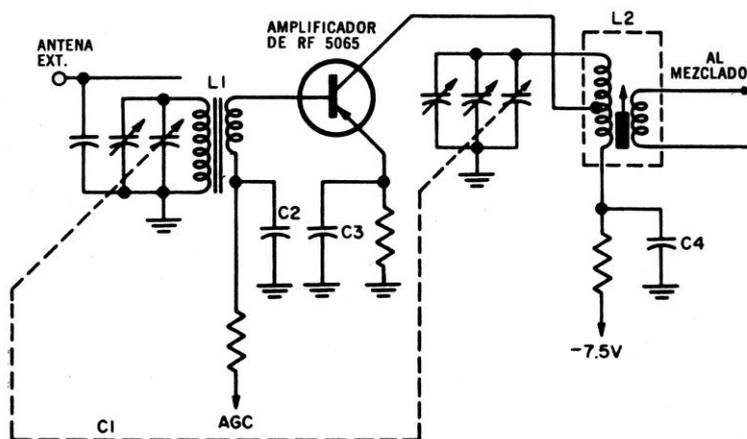


Figura 7. Un amplificador sintonizado de RF que usa un circuito de emisor común. Este circuito amplificador se usa para sintonizar la banda de radiodifusión normal

Otra ventaja del amplificador de RF, es la eliminación de la interferencia de la frecuencia imagen, peculiar en los receptores superheterodinos.

La interferencia de la frecuencia imagen, ocurre cuando hay una frecuencia más alta que la de la estación, y que es el doble de la FI. En ese caso, ambas señales, la deseada que queda 465KHz sobre la frecuencia del oscilador, batirán con la frecuencia del oscilador para producir señales de FI de

465kHz. Como en la mayor parte de los casos, las señales no están exactamente bien separadas 465kHz de la frecuencia del oscilador, producirán dos señales de FI ligeramente distintas, que a su vez batirán juntas y producirán silbidos. (Comúnmente llamados trinos).

Como proporciona selectividad de la señal de RF, el amplificador de RF sólo escoge la frecuencia de la señal deseada, y de ese modo evita la interferencia de la frecuencia imagen. Naturalmente, un amplificador de RF con entrada y salida sintonizadas, tendrá una menor anchura de la banda, y por lo tanto aumentará la selectividad.

#### *Circuito Amplificador Básico de RF.*

La figura 7 muestra un amplificador típico de RF que se usa para sintonizar la banda normal de radiodifusión de AM (535 a 1607 KHz). La antena de núcleo de ferrite L1, se sintoniza a la frecuencia deseada. Con C1 (condensador de sintonización). La señal de entrada se acopla en forma inductiva a la base del transistor del amplificador de RF, mediante un pequeño devanado en L1.

La salida del amplificador de RF también se sintoniza con otra sección de C1, a través del primario de L2. Ese primario tiene conexiones para permitir una mejor igualación de impedancia con el circuito del colector del transistor. Los condensadores de ajuste a través del condensador de sintonización, se usan para proporcionar la misma sensibilidad en toda la banda.

Los condensadores C2, C3 y C4, proporciona el desacoplamiento necesario, como ocurre en los circuitos amplificadores de FI. Cuando se conecta al borne de antena exterior, dicha antena se acopla en forma capacitiva a la lazada con núcleo de ferrite, con un pequeño trozo de alambre adherido con cemento en sentido paralelo a la lazada.

### **Osciladores, Convertidores y Mezcladores**

Un oscilador de transistores funciona de modo de un amplificador en donde las oscilaciones se mantienen retroalimentando una señal en fase con la señal de entrada, y con amplitud suficiente para contrarrestar las pérdidas del circuito. Si la ganancia de potencia del circuito es mayor que la unidad, se mantendrán las oscilaciones.

Hay muchos tipos y variaciones de circuitos osciladores. Sin embargo todos ellos quedan comprendidos a dos clases generales, de onda sinusoidal y de onda no sinusoidal (por ejemplo de diente de sierra, de onda cuadrada, etc). La realimentación se logra ya sea con circuitos LC o RC.

#### *Osciladores de Onda Sinusoidal*

Con muchas raras excepciones, todos los osciladores de onda sinusoidal emplean realimentación inductiva o de capacidad. Hay tres circuitos básicos: Meissner, Hartley y Colpitts. En las figuras 8 , 9 y 10 muestran esos circuitos.

El oscilador Meissner se logra mediante un circuito que para mantener la salida sinusoidal, la resistencia de base R1 se ajusta para polarizar al transistor lo suficiente que impida su corte en las oscilaciones de tensión positivo. Puede hacerse que el circuito sea de amortiguación automática reajustando R1.

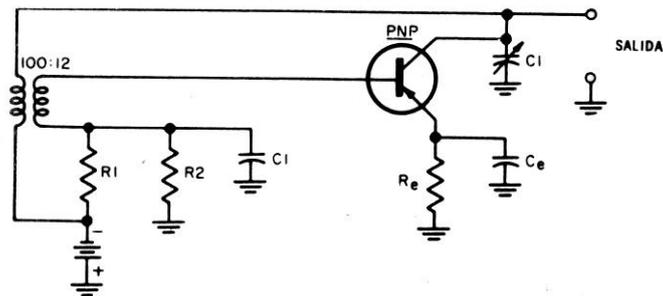


Figura 8. Oscilador Meissner

El Oscilador Hartley se ve en la figura 9. El circuito sintonizado L-C es común a los circuitos de entrada y de salida. El voltaje del circuito del colector, se desarrolla a través de una porción de L, e induce una corriente de la fase apropiada en el circuito de la base, para mantener las oscilaciones. Una vez más, como el transistor es un mecanismo que funciona con corriente, hay una disminución de voltaje del colector a la base. No obstante, hay un aumento de corriente para satisfacer los requerimientos del modo de funcionamiento del transistor.

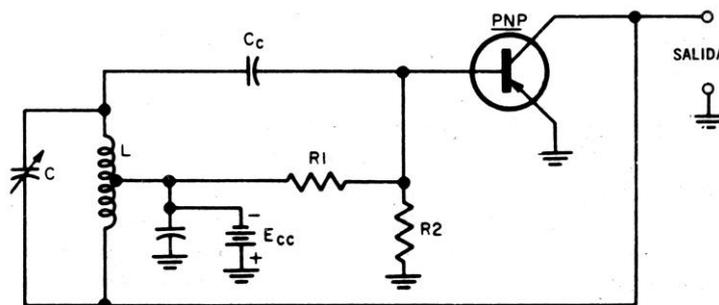


Figura 9. Oscilador Hartley

El oscilador Colpitts es otro tipo de circuito de onda sinusoidal que se usa extensamente. La figura 10 muestra las formas de transistor. Como en el circuito Hartley, el circuito sintonizado es común para la entrada y la salida del transistor, los condensadores C1 y C2, dividen la señal para proporcionar la retroalimentación apropiada para mantener las oscilaciones. Las resistencias R1 y R2 del circuito de transistores, proporcionan el bias (polarización) adecuado entre la base y el emisor.

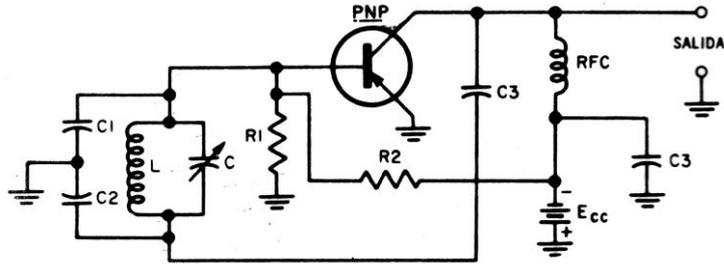


Figura 10. Oscilador Colpitts

### Circuitos convertidores

El convertidor, es un circuito mezclador-oscilador integrado que se usa en los receptores de radio.

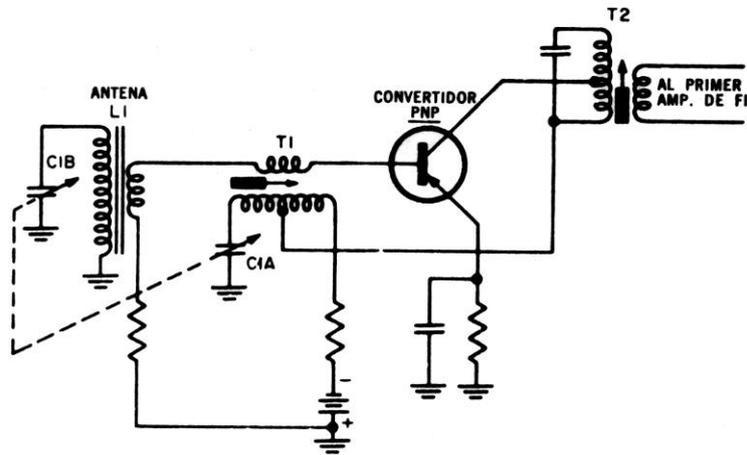


Figura 11. Circuito convertidor transistorizado típico, que se usa en muchos receptores portátiles de banda normal de radiodifusión

En los receptores transistorizados, la acción convertidora se logra utilizando las características no lineales de un transistor.

La figura 11 muestra un circuito convertidor típico. Se usa una antena de lazada con núcleo de ferrita para captar la energía de la señal, que se acopla con transformador a un devanado secundario de baja impedancia. La corriente desarrollada en el devanado secundario, fluye en el circuito de base a emisor del transistor. El circuito de compensación del oscilador se compone de T1, combinado con C1A, el condensador de sintonización. Un voltaje regenerativo de corriente alterna, se retroalimenta del circuito del colector al primario de T1. El secundario es un devanado de baja impedancia, que hace que la corriente de retroalimentación, fluya en el circuito de base y emisor del transistor. Por lo tanto, en el circuito de base fluyen tanto la corriente de la señal como la del oscilador. Debido a las características no lineales del transistor, las dos señales baten juntas, para crear una señal de FI en el circuito, del colector. El

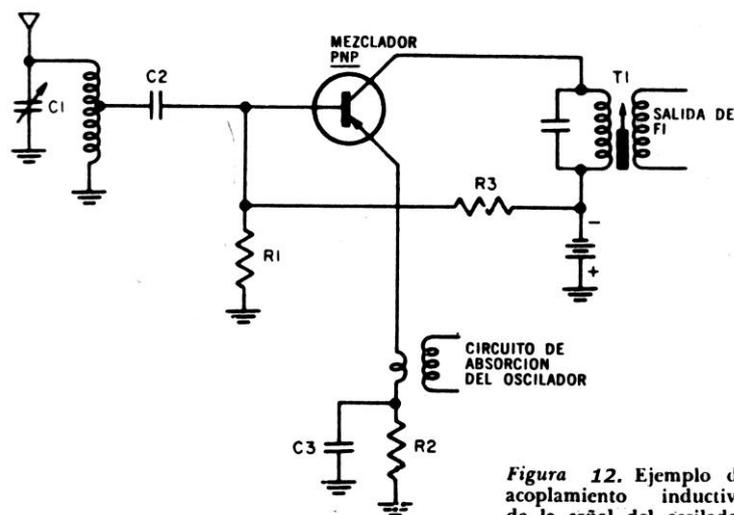
transformador de FI T2, transfiere la señal de FI de 465kHz, al transistor del amplificador de FI.

### *Circuitos osciladores—mezcladores*

El empleo de circuitos osciladores y mezcladores separados en un receptor de transistores, ofrece la importante ventaja del aumento de la gama del CAG. Es imposible controlar automáticamente la ganancia de un circuito convertidor, porque el bias (corriente de polarización) de control del CAG afectaría la acción osciladora del circuito. En muchos casos, el oscilador hasta dejaría de funcionar con señales muy fuertes.

Sin embargo, el empleo de circuitos mezcladores y osciladores separados, permite el control automático de ganancia del circuito mezclador, sin que cambien las características del oscilador.

Con mucha frecuencia, la señal del oscilador se inyecta en el emisor del transistor mezclador, con acoplamiento inductivo, (figura 12) o de capacidad (figura 13). El voltaje de inyección del oscilador se ajusta para dar una ganancia máxima para el transistor y la señal de que se trate, a la frecuencia de funcionamiento. El voltaje óptimo depende de la frecuencia, y ordinariamente se requiere un compromiso en un receptor que abarque una amplia gama de frecuencias en una sola gama de sintonización.



*Figura 12. Ejemplo de acoplamiento inductivo de la señal del oscilador al mezclador*

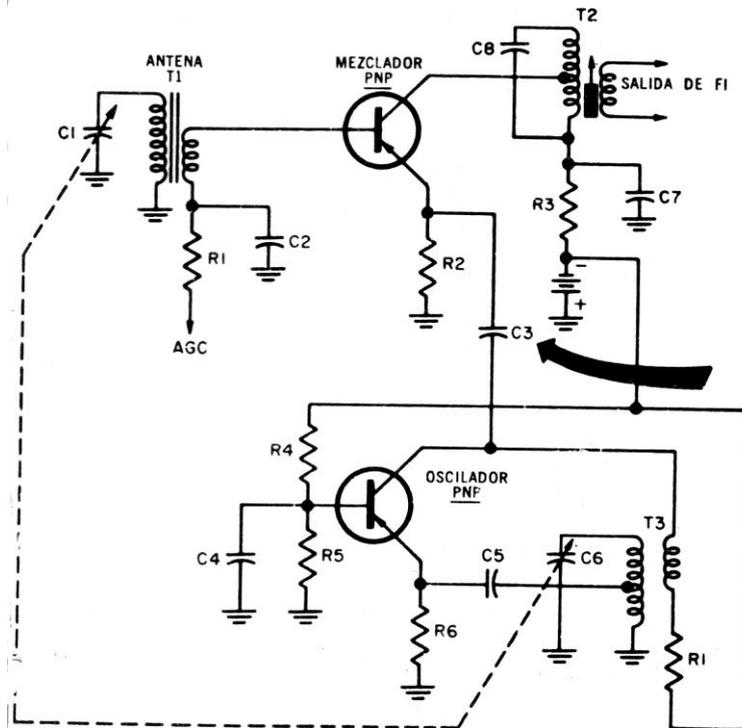


Figura 13. Ejemplo de un dispositivo de mezclador-oscilador, que emplea un acoplamiento de condensador de la señal del oscilador al mezclador

### Circuitos detectores de AM y de control automático de ganancia

En todos los receptores de transistores, las funciones de detección (desmodulación) y de control automático de ganancia (CAG) se combinan en una etapa, que puede emplear ya sea un transistor o un diodo de germanio).

El detector recibe la señal modulada de FI de los amplificadores de FI. Se usa un acoplamiento de transformador para proporcionar selectividad de FI e igualar la impedancia del transistor de FI a la del transistor ó diodo del detector. El detector remueve el componente de audio de la señal modulada de FI, y la alimenta al impulsor (amplificador) de audio. La señal de audio se recupera rectificando y filtrando la señal modulada de FI.

El detector es también la fuente del voltaje del CAG, que es proporcional al promedio de la tensión de la señal de entrada de la estación, obtenida tomando una porción de la señal de audio en la salida del detector, y filtrándola una vez más para crear un voltaje de corriente continua. El voltaje del CAG se usa luego como bias (polarización) variable para el primer amplificador de FI.

A medida que aumenta el nivel de la señal de entrada, el voltaje del CAG aumenta también, da un bias menos atrasado (desfasado en el tiempo) al primer transistor de FI, y reduce proporcionalmente su ganancia. La señal de audio del detector, se mantiene así a un nivel más constante, para impedir las molestas señales fuertes o la distorsión de sobrecarga en ellas. Además, el receptor puede funcionar a la ganancia máxima con señales muy débiles.

En los receptores que tienen circuitos osciladores y mezcladores separados, el mezclador también puede tener CAG, lo que aumenta la gama del mismo. Cuando se emplea un amplificador de RF, también tiene CAG, lo que aumenta todavía más su efectividad y reduce la probabilidad de que ocurran sobrecargas en las estaciones demasiado fuertes.

### Funcionamiento

#### DETECTORES DE AM DE DIODO.

Una vez que se ha comprendido la función del circuito detector y de control automático de ganancia, estudiemos algunos circuitos reales que se usan en los receptores actuales.

La figura 14 muestra un sencillo circuito detector de diodo. El primario del transformador T2 actúa como carga del colector del transistor del último amplificador de FI. La señal de FI se acopla inductivamente al secundario de T2. En los medios ciclos negativos, la señal fluye hacia arriba desde la tierra, a través del secundario de T2, del diodo y del control de volumen, para volver a tierra. La señal se rectifica, y la porción de FI se filtra con C1. Como en este punto sólo se filtra la porción de FI de la señal, el valor de C1 es muy pequeño (ordinariamente de 0.02 a 0.05  $\mu\text{F}$ ). Ese condensador proporciona también un pequeño refuerzo de graves, porque filtra algunas de las frecuencias de audio demasiado altas.

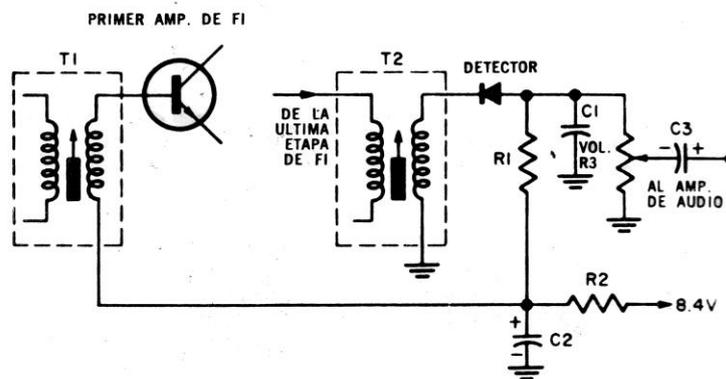


Figura 14 Circuito básico de detector y control automático de ganancia

El voltaje del CAG se desarrolla en el empalme R1, R2 y C2. Ese voltaje es el resultado de dos corrientes opuestas. La primera es la corriente de bias del primer amplificador de FI. Esa corriente fluye desde la tierra, a través del control de volumen, de R1 y R2, hasta el suministro de 8.4 voltios. El voltaje desarrollado en el empalme R1-R2-C2 es el voltaje estático de bias de corriente continua para el transistor del primer amplificador de FI.

Cuando se recibe una señal, el diodo conduce y rectifica la señal de FI. La corriente del detector fluye a través del control de volumen, en sentido opuesto a la corriente de bias del primer amplificador de FI. Así pues, se reduce la corriente de bias, y también el voltaje de la base del transistor del primer amplificador de FI. El bias del transistor es ahora menos atrasado, lo que

reduce su ganancia. El voltaje del CAG se filtra en C2 para remover el componente de audio, y por lo tanto debe tener un valor muy grande (ordinariamente de 10 a 40  $\mu\text{F}$ ).

#### DETECTORES DE AM DE TRANSISTORES.

Cuando se emplea un transistor como detector (figura 15), se logra una ganancia de audio. El transistor sólo tiene un bias ligeramente superior al punto de corte. Los medios ciclos negativos de la señal de FI se cortan, mientras que la conducción sólo ocurre en los medios ciclos positivos. La ganancia se logra con la corriente mayor que fluye entre el emisor y el colector. La señal de audio se desarrolla a través del control de volumen y C3 actúa como filtro de FI. En este punto, la ganancia del primer amplificador de FI, se controla variando el voltaje del emisor. El bias estático de señal cero se desarrolla por la resistencia del circuito divisor compuesto de R1, R2, R3 y R4, a través del suministro de 8.4 voltios. La corriente de bias sube desde la tierra a través de R1, R2, R3 y R4, hasta el suministro de 8.4 voltios.

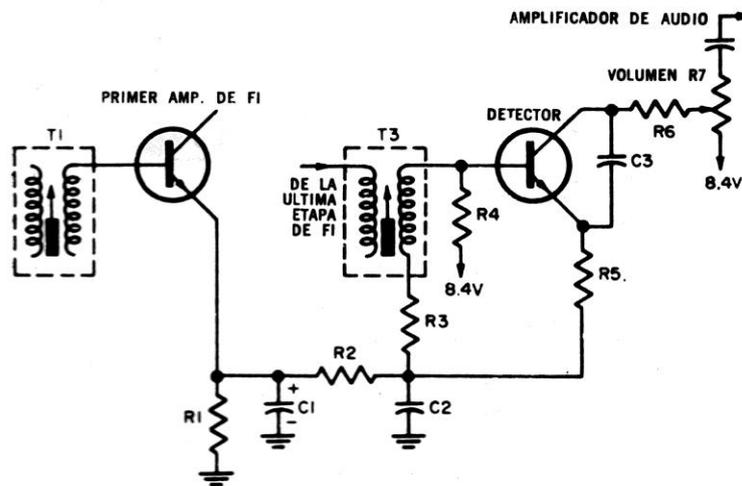


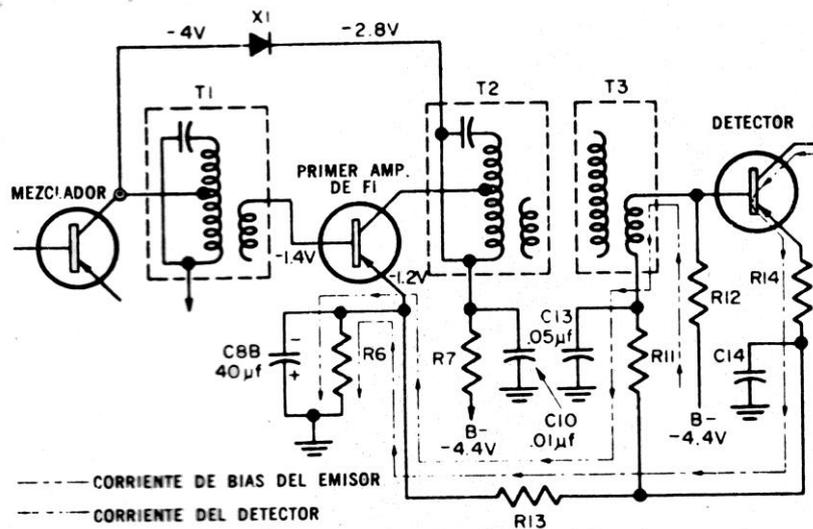
Figura 15. Circuito detector que emplea un transistor para la detección. Este circuito proporciona una ganancia de audio aproximadamente de 10-15 decibeles

Cuando se detecta una señal, la corriente del emisor al colector del detector, sube desde la tierra a través de R1, R2 y R5, desde el emisor al colector del transistor del detector, a través de R6 y R7, hasta la fuente. La corriente del detector a través de R1 tiene el mismo sentido que la corriente de bias, y por lo tanto sube el voltaje del emisor del amplificador de FI, disminuye el bias del transistor, y reduce la ganancia de la etapa.

Una variación de esos circuitos, incluye un diodo conectado del lado bajo del primario del segundo transformador de FI, al primario del primer transformador de FI (figura 16). Ese sistema aumenta el alcance del CAG para impedir las posibles sobrecargas de las señales muy fuertes.

Cuando no se recibe ninguna señal, el diodo tiene un bias inverso (-2.8 voltios en el cátodo, y -4 voltios en el ánodo, que proporcionan un bias inverso

de 1.2 voltios), y por lo tanto no conduce. Cuando se recibe una señal, el voltaje del emisor del primer amplificador de FI se hace más negativo, y reduce la ganancia del transistor. A medida que disminuye la corriente del emisor al colector, el voltaje del colector aumenta hacia el voltaje B- de la línea (-4.4 voltios). Si fuera posible cortar completamente el transistor, aparecerían -4.4 voltios en el colector.



**Figura 16** Circuito detector y de control automático de ganancia, que emplea un diodo de sobrecarga X1 para impedir la distorsión de las señales fuertes. La conducción de X1 se controla con el voltaje de bias del emisor del primer amplificador de FI

A medida que aumenta la potencia de la señal recibida, disminuye el bias inverso del diodo, y a medida que se acerca a cero bias, disminuye su alta resistencia inversa. En las señales muy fuertes, el voltaje del colector excede de -4 voltios, lo que da un bias adelantado al diodo, que entonces se convierte en una baja resistencia en serie con el condensador C10. La resistencia del diodo X1, y la capacitancia de C10 quedan entonces en derivación con el primario de T1, lo que baja su Q y reduce la cantidad de la señal de FI acoplada a la primera etapa amplificadora.

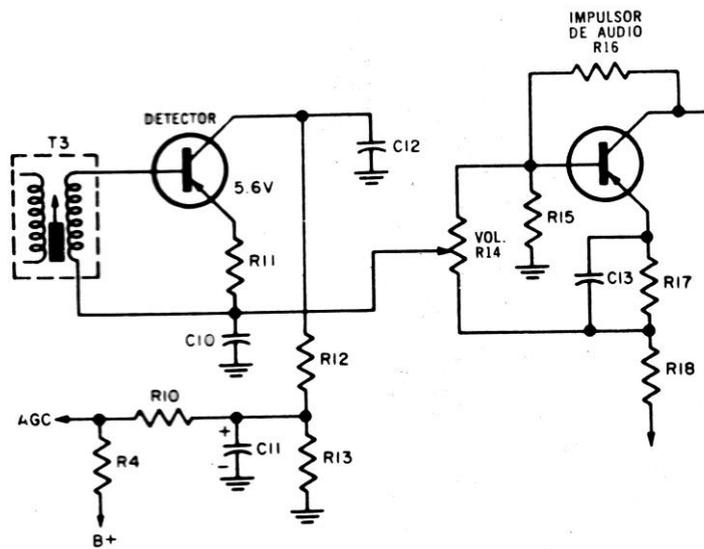
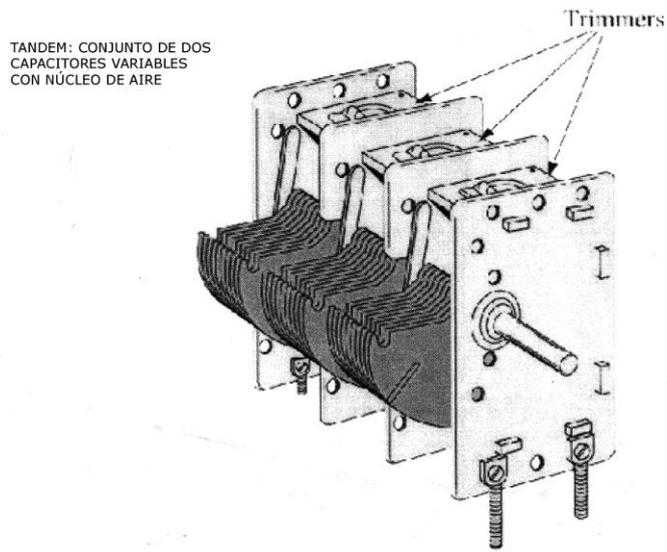


Figura 17 Circuito detector de transistores en el que la señal de audio se acopla con corriente continua entre los transistores del detector y del impulsor de audio. El voltaje del CAG se amplifica para aumentar el alcance del CAG

Otra variación del circuito detector de transistores es se ve en la figura 17, en la que la carga de audio del detector está situada en el circuito del emisor, y no en el del colector, lo que elimina la necesidad de un condensador de bloqueo entre el detector y el impulsor de audio. El voltaje del CAG aparece a través de R13, y C11 actúa como filtro del CAG. El voltaje del CAG se acopla a la base del transistor del primer amplificador de FI, para darle un bias un poco menos avanzado, lo que reduce su ganancia.





Slide 58

Figura 19. Tandem: conjunto de dos o más capacitores variables

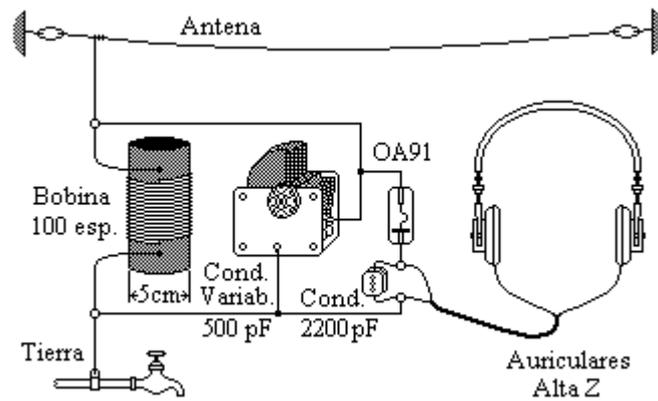


Figura 20. Circuito básico de una radio Galena (Radio sin alimentación)

COMPILADOR:  
 Profesor Edgardo Faletti  
 Especialidad en Electrónica- INSPT-UTN (Argentina)  
 Buenos Aires (2011)