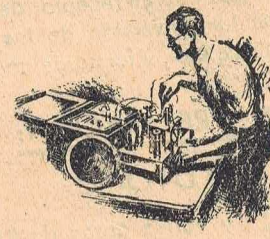
RADIO RECEPCION MODERNA



Ing. Agustín Rini

RADIO RECEPCIÓN MODERNA



OBRAS del Ing. AGUSTIN RIU

GUIA PRACTICA DE RADIO — 4.ª edición

La obra básica de esta colección. En este libro se exponen los conocimientos fundamentales de la radioelectricidad sin tecnicismos ni fórmulas, resolviendo todos los problemas mediante gráficos. Está ilustrado con unas 100 figuras y esquemas.

RADIO RECEPCION MODERNA — 4.ª edición

Toda la teoría y práctica de la recepción radioeléctrica se describen en esta obra. Trata extensamente la instalación y reparación de receptores, con tablas sistemáticas para determinar rápidamente las averías. Numerosos esquemas de receptores comerciales. Texto profusamente ilustrado con más de 100 figuras.

MANUAL DEL RADIO EXPERIMENTADOR — 6.ª edición

Obra destinada a los que quieren profundizar la teoría de la radioelectricidad. Demostración razonada de todas las fórmulas que intervienen en la radio y aplicación práctica de las mismas con más de 100 problemas resueltos, intercalados en el texto, ilustrado con 158 figuras, esquemas y diagramas.

EL CINE SONORO LA RADIOVISION — 2.ª edición

El primer título explica, con gran profusión de grabados, cómo funciona el Cine Sonoro, siendo además un veraadero Manual del Operador debido a la forma sistemática de clasificar todas las averías del equipo y su remedio: amplificador, célula-excitadora, crono, arco, altavoces, etc. **Radiovisión** describe el funcionamiento y construcción de un receptor de esta clase, así como las anomalías que presentan: inversión de las imágenes, desplazamientos, imágenes negativas, etc., y forma de corregir estos defectos.

EN PREPARACIÓN:

MANUAL DEL RADIO EXPERIMENTADOR — II tomo

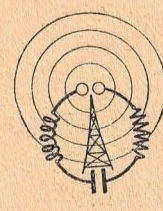
y varias obras de **RADIO** (construcción y reparación), **ELECTRICIDAD** y **MATEMÁTICAS** aplicadas a la Radio.

RADIO RECEPCION MODERNA

POR EL

Ing. AGUSTIN RIU

Radio Ingeniero (Escuela Superior de Electricidad, París)
Ingeniero Mecánico Electricista (E. S. M. E., París)
Miembro del Instituto de Radio Ingenieros
Diplomado de la S. E. I. (Buenos Aires)
Director del Instituto Radiotécnico



4.ª EDICION

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO PARA ESPAÑA
Sociedad General Española de Librería
Barbará, 16 Barcelona
Ferraz, 21 Madrid

ES PROPIEDAD DEL AUTOR
Efectuado el depósito que exige la ley. - Todos los derechos reservados, sin excepción. — Copyright by Agustín Riu, 1939.



Todo ejemplar no firmado será de procedencia falsa. Los falsificadores de ediciones o de mi firma, serán perseguidos según me autoriza el Código Penal.

TIPOGRAFIA CATALANA, Vich, 16 - Barcelona

AL LECTOR:

Esta edición sólo ha conservado de las anteriores el título: incluso todos los grabados son nuevos. En consecuencia, es una obra enteramente nueva que abarca todos los aspectos de la radio recepción.

Describo los tipos de válvulas más nuevas, incluso las metálicas; los controles automáticos del volumen de los sonidos y del desvanecimiento de las señales; los supresores automáticos de ruidos y los procedimientos más perfectos de la alimentación de los aparatos.

He dedicado una atención especial describiendo las clases de recepción A, B y C, así como en el cálculo de la cantidad de enérgía recibida por una antena, lo que fija automáticamente el tipo de receptor necesario.

El proyecto de un superheterodino acaba de hacer comprender en sus más íntimos detalles cómo funciona este tipo de receptor tan empleado en la actualidad.

En resumen, esta obra explica los últimos adelantos de la recepción radioeléctrica, así como las válvulas de creación más reciente. Si con su estudio usted aprende a fondo esta rama de la Radioelectricidad, habré conseguido la finalidad que me propuse al escribirla.



Barcelona, julio 1939.
Año de la Victoria

IMPORTANTE:

Esta obra toma como base los conocimientos descritos en mi libro GUÍA PRÁCTICA DE RADIO.

Esto me ha permitido entrar directamente en materia sin explicar el valor de las palabras empleadas en radio, ni el de los símbolos que forman los esquemas, ni estudiar la electricidad elemental por haberse ya descrito en la mencionada obra.

En consecuencia, si usted desea estudiar a fondo la radio, con pleno conocimiento de causa, le recomiendo que paralelamente con este libro estudie mi otra obra GUÍA PRÁCTICA DE RADIO (cuarta edición) que presenta un estudio de conjunto de la radioelectricidad desde un punto de vista elemental y objetivo.



PRIMERA PARTE

Las válvulas y sus aplicaciones

CAPITULO PRIMERO

Las válvulas modernas

Según lo explicado en mi obra *Guía Práctica de Radio,* sabemos que el filamento deja cierto número de electrones en libertad que son absorbidos por la placa. En su trayecto, los electrones encuentran la rejilla cuyo objeto es facilitar o dificultar el paso de este flujo electrónico, según que se polarice positiva o negativamente.

Voy ahora a explicarle en qué consisten y cómo funcionan las válvulas de más de tres electrodos, aunque desde ahora, le anticipo esta conclusión fundamental: estas válvulas modernas son *perfeccionamientos,* pero, hasta ahora, no se ha inventado nada nuevo. No pierda de vista esta conclusión, ya que, cual si fuese un guía, le conducirá a través del laberinto de las válvulas de cuatro, cinco, seis, siete y hasta ocho electrodos, sin que deje de ver un solo instante que, en realidad, la válvula de tres electrodos (filamento, rejilla y placa) es sólo la que está presente, los otros electrodos tienen sólo por objeto producir efectos secundarios (válvulas de cuatro y cinco electrodos) o bien reducir dos válvulas en una sola unidad (válvulas de siete y ocho electrodos.).

Caldeo de los filamentos con la corriente alterna

Este problema preocupó muchos años a los fabricantes de válvulas. No se encontraba una solución satisfactoria y los filamentos tenían que ser alimentados con una corriente conti-

nua, muy constante, empleándose a este fin pilas secas o bien acumuladores.

Ya sabe usted que al elevar la temperatura del filamento de una válvula electrónica emite electrones libres, los cuales son absorbidos por la placa, y esto cualquiera que sea el procedimiento que se emplee para elevar la temperatura del filamento; luego, si se hace circular una corriente, tanto si ésta es continua como si es alterna, producirá un efecto térmico, proporcional al producto de la resistencia, en ohmios, multiplicada por la intensidad en amperios, elevada al cuadrado. Por lo tanto, si hacemos pasar una corriente alterna por un filamento, éste elevará su temperatura y, como consecuencia, dejará cierta cantidad de electrones libres.

Ahora bien, ya he dicho que en las válvulas antiguas este caldeo de filamento era necesario producirlo mediante una corriente continua, lo más constante posible, a fin de no alterar la cantidad de electrones que libremente fluyesen del cátodo. Esta constancia de la corriente era necesaria debido a que los cátodos se construían de un diámetro muy pequeño, para que alcanzasen elevadas temperaturas con una intensidad muy reducida. Como consecuencia de tener sección muy reducida, almacenaban muy poca cantidad de energía calorífica, es decir, se enfriaban mucho tan pronto disminuía la corriente, y esto a tal punto que si se alimentaban con una corriente alterna, la emisión electrónica intermitente se reproducía en la corriente de placa oyéndose fuertemente el zumbido de la corriente en el altavoz.

En el párrafo anterior está expresada la dificultad del problema y, al mismo tiempo, su solución: los filamentos no almacenaban suficiente cantidad de energía calorífica y, al enfriarse, hacían fluctuar el flujo electrónico y como consecuencia de ello la intensidad de la corriente de placa.

Pues bien, la solución de este problema consistió en construir filamentos que fuesen capaces de almacenar una gran cantidad de energía calorífica, lo cual se consiguió de dos maneras distintas: 1), haciendo el filamento muy grueso, y 2), formarlo de substancias de gran emisividad electrónica.

La condición 1) aseguraba una gran reserva térmica y la 2) que el flujo electrónico fuese importante.

En la figura 1 muestro esquemáticamente las dos formas de alimentar el filamento de una válvula: mediante una corriente continua obtenida de una batería de pilas o de acumuladores y

la solución moderna, haciendo circular por el filamento una corriente alterna, rebajada al voltaje necesario, mediante un transformador T.

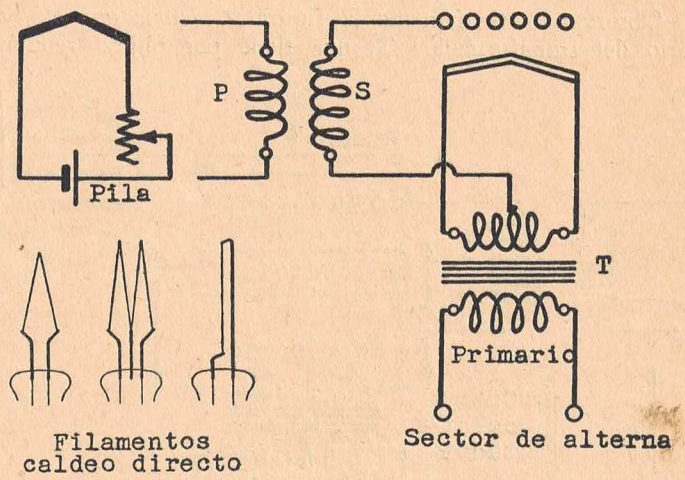


FIG. 1. — Principio de la alimentación de los filamentos con la corriente alterna.

En 1927, que es cuando apareció esta innovación, se consideró que la suma perfección se había obtenido, pero bien pronto se reconoció que los resultados no eran suficientemente satisfactorios debido a que estando el retorno de rejilla conectado a un circuito recorrido por una corriente alterna (el secundario del rebajador de tensión para obtener el voltaje necesario al filamento) se percibía algo el zumbido del sector.

Esto hizo pensar en producir el caldeo del filamento por un procedimiento indirecto, por radiación térmica, de forma que se calentase el cátodo (emisor electrónico) por la proximidad de un cuerpo elevado a una gran temperatura, que fuese precisamente el cuerpo recorrido por la corriente alterna. De esta forma se conseguía plenamente lo que se deseaba: obtener la elevación de temperatura de un cuerpo para producir electrones libres, y que este cuerpo no estuviese recorrido por corriente variable alguna. En la figura 2 ilustro el principio esquemático de esta clase de válvulas que, actualmente, es casi el único empleado.

La primera forma de calentar el filamento, indicado en la

figura 1, se llama de *caldeo directo,* hoy día en pleno desuso, mientras que la indicada en la figura 2 se llama de *caldeo indirecto,* que es más empleada por los motivos que acabo de explicar.

Observando atentamente la figura 2, vemos que el secundario del transformador T, que tiene por objeto rebajar la

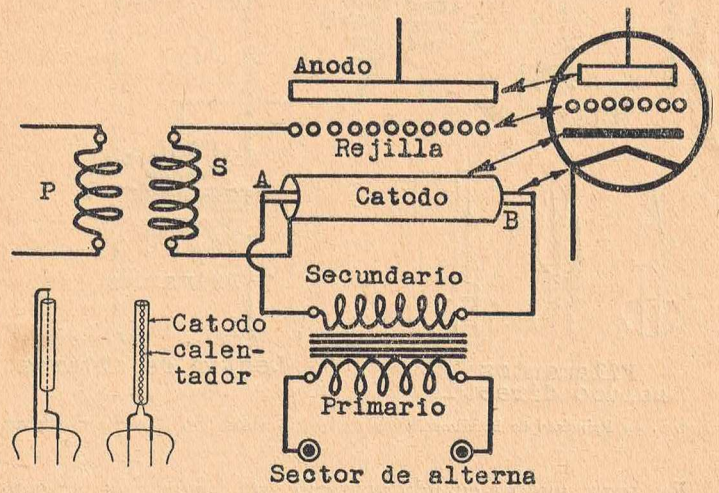


FIG. 2. — Esquema del funcionamiento de las válvulas de caldeo indirecto.

tensión del sector al voltaje que necesita el filamento, está conectado a una especie de barrita AB. Es precisamente esta barrita la que se calienta al pasar la corriente alterna; podríamos decir que es una estufa eléctrica en miniatura, cuyo calor se radia bajo la forma de ondulaciones térmicas que al encontrar un cilindrito C, lo calienta.

Al calentarse el cilindro (llamado *cátodo*) deja libres cierta cantidad de electrones.

Observe que entre la barrita AB y el cilindro no hay contacto metálico alguno y por lo tanto podemos considerar al cátodo como complemento aislado en el espacio, desde el punto de vista electrónico. Resulta de esto que aunque conectemos el secundario del transformador de acoplo de la válvula anterior a este cátodo, no sufrirá el efecto de la corriente alterna, puesto que ésta sólo recorre a la barrita AB.

Tenga bien presente que estos dos sistemas de caldeo no tienen nada que ver con el resto del funcionamiento de la válvula: sólo se trata ahora de obtener electrones libres, nada más. En la misma figura 2 se indica, a la derecha, cómo se representa, esquemáticamente, una válvula de caldeo indirecto.

Ahora que ya he explicado cómo se efectúa el caldeo de los filamentos con la corriente alterna, voy a describir los diversos tipos de válvulas de más de tres electrodos.

La válvula de rejilla pantalla

Consideremos, figura 3, una triodo. Como que los tres elementos metálicos (placa, rejilla y filamento) están a tensiones distintas, resulta que actúan como láminas de dos condensadores

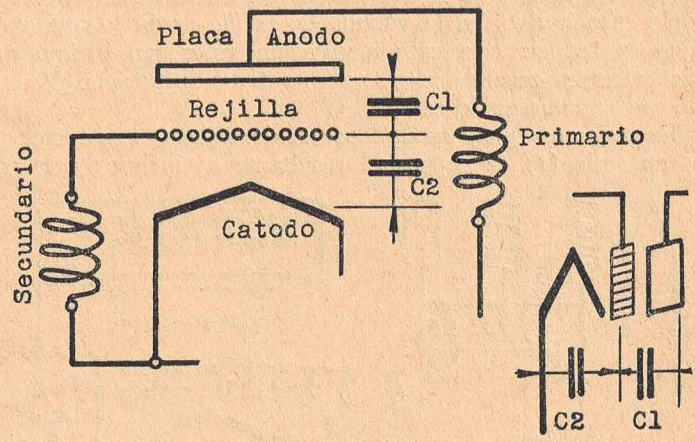


FIG. 3. — Efectos de capacidad interna en las válvulas de tres electrodos.

y, por lo tanto, aunque los electrones fluyen del filamento y van a la placa, debido al efecto de capacidad entre la placa y la rejilla, hay una transferencia de energía que es altamente perjudicial; sobre todo en las válvulas que funcionan como amplificadoras de radio frecuencia es cuando esta capacidad es más perjudicial por producir un paso de corriente que actúa como un efecto de *retroceso,* o de regeneración, que puede llegar al estado de entretener oscilaciones.

Como consecuencia de este acoplo capacitativo entre la placa y la rejilla, resulta un paso de corriente que, por ser de sentido contrario a la que nos interesa obtener, resta eficacia.

Desde un principio de la aparición de la válvula de tres electrodos se le reconoció este defecto y se trató de aminorarlo por diversos procedimientos, habiendo alcanzado uno de ellos una gran fama. Se resolvió la dificultad haciendo circular una corriente igual y de sentido contrario, para *neutralizar* de esta manera la corriente derivada por efecto del acoplo capacitativo. Esta solución, muy ingeniosa por cierto, requería ajustes delicados que era preciso retocarlos si se cambiaban las válvulas. A este circuito se le dió el nombre de *neutrodino,* hoy día completamente en desuso debido a la perfección de las válvulas.

Así como en el neutrodino se hacía pasar una corriente en sentido contrario, para neutralizar la que circulaba en virtud del acoplo capacitativo, en la válvula de *rejilla ecrán* lo que se ha hecho es reducir esta capacidad a un valor tan ínfimo que, prácticamente, puede decirse que no tiene influencia. Veamos cómo se ha conseguido esto.

Recordemos que cuando dos condensadores están conectados en serie (1), la capacidad resultante es inferior a la más

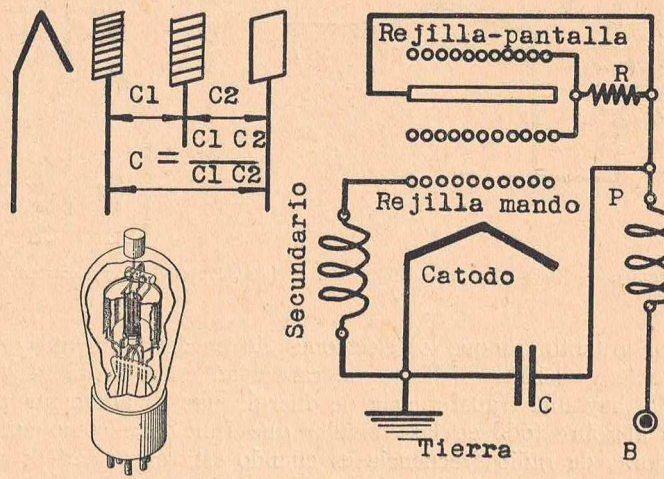


FIG. 4. — Esquema del principio de la válvula de rejilla pantalla.

(1) Vea *Guía Práctica de Radio,* 4.ª edición, pág. 70.

pequeña de las dos capacidades componentes; luego, si en la capacidad placa rejilla intercalamos otra capacidad en serie, que sea sumamente pequeña, habremos reducido la capacidad del sistema; esto se consigue interponiendo, entre la placa y la rejilla, una malla metálica que deje pasar los electrones en su trayectoria filamento-placa y que, no obstante, actúe como la lámina de un condensador. La figura 4 indica esquemáticamente una válvula de este tipo y una vista de la misma; observe que esta malla, interpuesta entre la rejilla y la placa, actúa verdaderamente como la lámina de un condensador.

Luego, en resumen, la válvula de este tipo, llamada generalmente válvula de *rejilla ecrán,* o también *tetraodo* (tetra, significa cuatro, y por contracción de electrodo, cuatro electrodos, tetraodo) tiene por objeto reducir el efecto de capacidad entre la placa y la rejilla para evitar así la corriente de retroceso que se propaga por efecto de este acoplo. Gracias a esta disposición, la válvula de tres electrodos se ha transformado en un conductor unilateral prácticamente perfecto.

La malla de la tetraodo se polariza positivamente, pero, figura 4, se conecta en realidad a tierra, por lo que a las radio frecuencias se refiere, debido al condensador C. Como que todo contacto a tierra puede considerarse como a un potencial nulo, el elemento capacitativo que introducimos en el sistema es de tan minúsculo valor que el conjunto de C1 y C2 es de una magnitud prácticamente despreciable. Para fijar concretamente estas ideas, citaré algunas cifras: una válvula de tres electrodos ofrecía una capacidad placa rejilla de 8 micromicrofaradios y, una vez transformada en tetraodo, este efecto de capacidad quedó reducido a una centésima de micromicrofaradio. En el primer caso representa un acoplo de relativa consideración, en cambio, en el segundo, es prácticamente despreciable.

Luego, ya ve que este electrodo que hemos añadido a la triodo no altera para nada su funcionamiento fundamental: el filamento sigue sirviendo para dejar electrones libres, la rejilla continúa controlando el flujo electrónico y la placa absorbiendo los electrones liberados por el filamento. La malla interpuesta entre la rejilla y la placa sólo sirve para reducir un efecto de capacidad, es decir, subsanar un defecto, nada más. Por este motivo, la verdadera rejilla, la que controla el flujo electrónico, se llama rejilla de mando.

La válvula pentodo

Acabo de explicarle que la malla de la tetraodo se polariza positivamente. Ahora bien, debido al lugar donde está colocada (muy cerca de la placa) resulta que parece debería de absorber todo el flujo electrónico, pero no sucede así debido a cómo está conectada la malla; es positiva, pero sin que altere el funcionamiento debido a que la placa está a un potencial mucho más elevado y de efecto, absorbe la casi totalidad del flujo electrónico.

Desde luego, la introducción de la malla nos ha disminuído el efecto de capacidad, pero nos ha introducido una anomalía en el funcionamiento de la válvula. Su misma condición de ser positiva hace que el flujo electrónico sea acelerado y el bombardeo de la placa se efectúe con mayor violencia, resultando de ello que se produzca lo que se llama una *emisión secundaria,* consistente en que la placa emite a su vez una cierta cantidad de electrones, proyectándose hacia el filamento, es decir, en sentido contrario al flujo principal. Es bien evidente que este efecto es perjudicial, puesto que nos resta eficacia al funcionamiento de la válvula, sucediendo las cosas como si entre la malla de la tetraodo y la placa hubiese una especie de nebulosa electrónica (lo que se llama una *carga espacial,* es decir, una carga en el espacio), que reduce la corriente principal

Después de estudiar a fondo este fenómeno se llegó a la conclusión que no quedaba otro remedio sino interponer, entre la malla y la placa, una especie de rejilla, polarizada positivamente, que absorbiese esta nebulosa electrónica. De su misma constitución, por poseer cinco electrodos, a esta válvula se le llama *pentodo* (de *penta,* que significa cinco, y por contracción de electrodo).

En la figura 5 indico esquemáticamente una válvula de este tipo. Como que la rejilla adicional, colocada entre la placa y la malla, se polarizan a muy pocos voltios, ya viene conectada al filamento por el interior mismo de la válvula: el cátodo proporciona la reducida tensión positiva necesaria.

Y bien, ¿no sigue viendo la triodo en la pentodo? Una circunstancia de funcionamientos nos ha inducido a introducir una nueva rejilla, para anular un efecto secudario: la emisión

electrónica de la placa. El funcionamiento de la válvula de tres electrodos sigue siendo el mismo, nada se ha alterado.

A las rejillas suplementarias que se han introducido a la

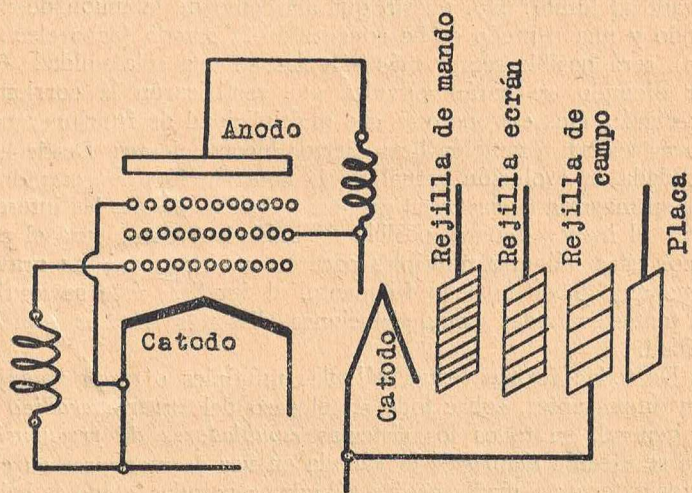


FIG. 5. — Esquema del fundamento de la válvula pentodo.

triodo se les han dado distintos nombres. En realidad el nombre poco importa, lo esencial es que usted comprenda perfectamente el objeto de cada una de estas rejillas. De todas formas, voy a indicarle los términos más usados que son probablemente los más racionales: a la rejilla de la triodo se la llama *rejilla de mando,* o rejilla control (en realidad es la que manda o controla el flujo electrónico, es decir, el funcionamiento de la válvula); a la malla de la tetraodo se la llama *rejila pantalla,* debido a que actúa como una pantalla electroestática; finalmente, a la rejilla adicional que se coloca en la pentodo se le llama *rejilla de campo,* nombre bastante acertado debido a que produce un campo eléctrico, positivo, destinado a absorber la carga espacial creada por la emisión secundaria. Utilizaré estas denominaciones siempre que comprenda que me permiten concretar las explicaciones.

Una vez descrito estas válvulas, que aunque modernas son relativamente antiguas, voy a describirle las de reciente creación. Este es el momento de poner en claro que estas descripciones

nos dirán, en realidad, cómo reunir dos válvulas en una sola, es decir, que la técnica moderna tiende a reunir en una sola unidad lo que antes se necesitaban dos o más válvulas. ¿Hemos llegado al límite? No, puesto que así como de la unión de una triodo y una pentodo se ha constituído la *octodo* (ocho electrodos), será posible reunir más válvulas en una sola unidad. Así por ejemplo, se harán válvulas que rectificarán la corriente, detectarán, etc., etc., pero si esta multiplicidad de funciones trae ciertas ventajas, también lleva ciertos inconvenientes. Desde luego, dada la evolución actual de la construcción de receptores, que su mayoría se hacen en grandes fábricas, a éstas les interesa hacer el menor número posible de unidades; pero, para el público, estas válvulas múltiples ofrecen un inconveniente grave: como que tienen un solo filamento, al fundirse éste se inutiliza tantas válvulas como funciones distintas efectúe aquella unidad.

De todas formas, estas válvulas múltiples ofrecen ventajas muy importantes, sobre todo en el caso del *superheterodino* y, en general, en todos los sistemas *cambiadores de frecuencia:* ésta se efectúa *dentro* de la válvula en vez de realizarse en circuitos exteriores, mediante dos válvulas separadas, como se había hecho hasta ahora.

Aquellos de mis lectores que trabajaron en la radio hace unos quince años, recordarán que el cambio de frecuencia se efectuaba con una válvula de dos rejillas (la bigrilla); en realidad, aquel procedimiento era el esquema simplificado de la octodo, sólo que ahora aquel resultado se obtiene con una gran estabilidad debido al perfeccionamiento que han tenido las válvulas en estos últimos años.

En todas las válvulas múltiples hay un punto de funcionamiento común: tienen un solo filamento y, por lo tanto, es un solo flujo electrónico el que se controla.

La válvula octodo

Consideremos, figura 6, una triodo *especial,* compuesta del cátodo, la rejilla de mando y la placa, indicada como ánodo-cátodo. Es evidente que esta placa obsorberá los electrones liberados por el cátodo, pero como que del caso vulgar y corriente queremos hacer uno de especial, la placa no será una superficie

lisa, sino una malla, es decir, algo así como una placa y rejilla a la vez, por cuyo motivo la llamo ánodo-cátodo.

Es evidente que si detrás de esta malla colocamos una placa, esta absorberá los electrones que emanarán del filamento, con

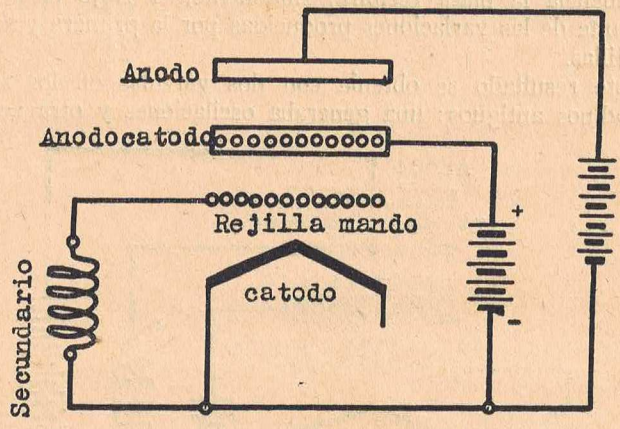


FIG. 6. — Principio esquemático de la válvula octodo.

una particularidad especialísima: como que la rejilla de mando controla el flujo electrónico, todo sucede como si la ánodo-cátodo fuese un cátodo cuyo flujo electrónico viniese controlado por las variaciones de tensión de la rejilla de mando.

Aclaremos bien esto, porque es fundamental. Los electrones que fluyen del cátodo son controlados por la rejilla de mando y se proyectan contra el cátodo-ánodo. Ahora bien, como que el ánodo está a un potencial positivo muy elevado, absorbe los electrones que alcanzan al cátodo-ánodo, sucediendo todo como si el cátodo-ánodo fuese el emisor electrónico, es decir, el filamento.

Ahora bien, la rejilla de mando y el cátodo-ánodo pueden estar acopladas mediante un circuito exterior y generar oscilaciones, y en consecuencia a la placa (ánodo) llegará un flujo electrónico variable, cuya frecuencia dependerá de las constantes del circuito oscilante, es decir, todo sucede como si el cátodo-ánodo emitiese electrones al ritmo de las oscilaciones.

Desde luego, en su trayecto desde el cátodo-ánodo hasta la placa (ánodo) este flujo electrónico variable puede a su vez sei

controlado por una nueva rejilla. En efecto, figura 7, si entre el cátodo-ánodo y la placa (ánodo) colocamos una segunda rejilla de mando, ésta imprimirá al flujo electrónico tantas variaciones como las que tenga el voltaje a ella aplicado y en consecuencia la placa recibirá, finalmente, el flujo electrónico resultante de las variaciones producidas por la primera y segunda rejillas.

Este resultado se obtenía con dos válvulas en los superheterodinos antiguos: una generaba oscilaciones y otra actuaba

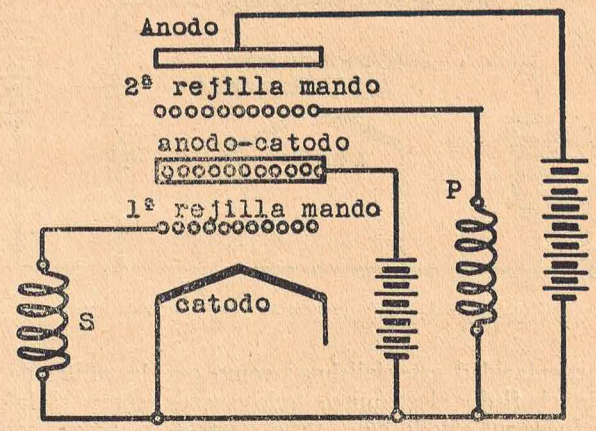


FIG. 7. — Fundamento de las válvulas mezcladoras (pentagrilla y octodo).

como moduladora de las oscilaciones. Ahora se obtienen estos resultados con una sola válvula gracias a la combinación que acabo de explicarle.

Luego, representada esquemáticamente, la válvula de la figura 7 puede considerarse como una triodo en la cual el ánodo-cátodo sería el verdadero cátodo, el cual, ya sabemos, tiene la particularidad de servir de ánodo del circuito oscilante y a la vez de cátodo del circuito modulador, compuesto este último del ánodo-cátodo, la segunda rejilla de mando y del ánodo. Pues bien, esta triodo que acabo de indicarle podemos perfeccionarlo a su vez en el sentido de disminuir el efecto de capacidad entre la placa P y la segunda rejilla de mando, lo cual lo obtendremos interponiendo una rejilla-pantalla entre estos dos elementos, figura 8.

La experiencia ha aconsejado de intercalar una rejilla suplementaria entre el ánodo-cátodo y la segunda rejilla de mando con el fin de acelerar el movimiento electrónico procedente del cátodo-ánodo para proyectarlo contra el ánodo. Esta rejilla, lla-

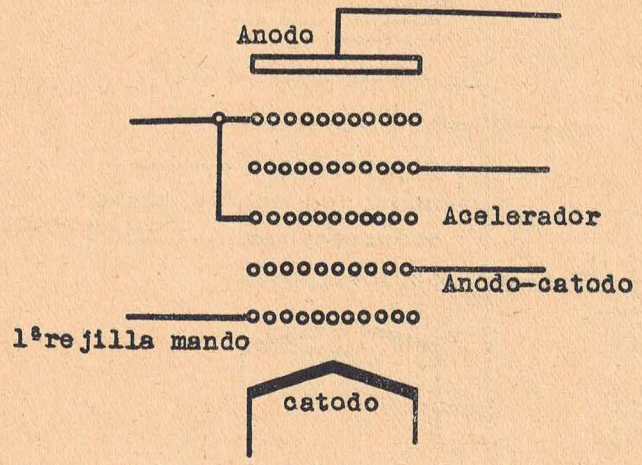


FIG. 8. — Esquema de la válvula pentagrilla.

mada *acelerador,* se conecta a un potencial positivo del mismo valor que la rejilla pantalla.

Esta válvula, tal como acabo de describírsela, es el tipo que los constructores americanos denominan *pentagrilla* (cinco rejillas). En Europa se ha perfeccionado, introduciéndole una rejilla suplementaria; veamos por qué.

Tal como le he descrito en la figura 8, la pentagrilla en realidad es una válvula del tipo rejilla-pantalla, con la adición del acelerador. Pues bien, en vez de una tetrodo vamos a transformarla en una pentodo, para lo cual nos bastará intercalar entre la rejilla-pantalla y la placa una nueva rejilla, la llamada rejilla de compo, destinado a suprimir la emisión secundaria, tal como le expliqué al describirle la pentodo.

Pues bien, la válvula representada en la figura 9 es la llamada *octodo,* que, en resumidas cuentas, son dos válvulas concebidas de tal forma que funcionan con un solo flujo electrónico. Si extremamos nuestro análisis se trata, en realidad, de dos triodos, puesto que la pentodo no es sino un perfeccionamiento

de la triodo. Así considerada, la octodo hace trabajar la primera placa como ánodo y cátodo a la vez, y en la segunda placa se recogen las variaciones que han producido al flujo electrónico

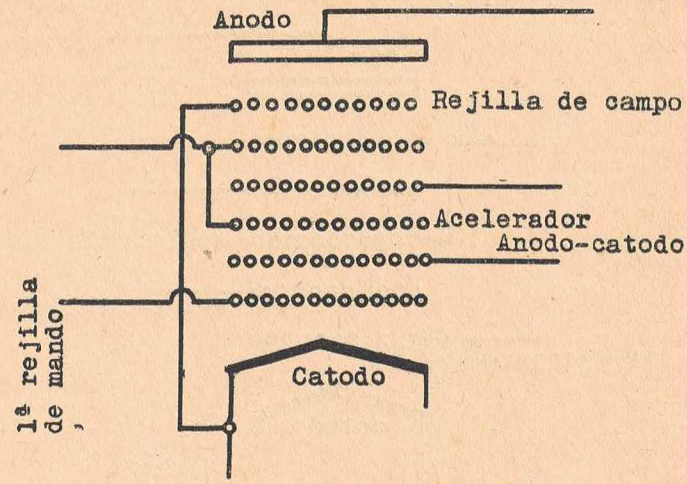


FIG. 9. — Esquema de la válvula octodo.

las dos rejillas de mando al atravesarlos en su trayectoria desde el cátodo propiamente dicho hasta alcanzar al ánodo.

Una vez esto explicado, tengo que manifestarle que la idea de agrupar el funcionamiento de dos o más válvulas en una sola unidad, ha dado origen a la creación de una serie de nuevos tipos de los cuales la pentagrilla y la octodo son dos de ellos. Le advierto que la ruta está abierta y ahora aparecerán combinaciones, más o menos ingeniosas y más o menos prácticas, que van a hacer vacilar a la persona poco preparada técnicamente, cosa que, desde luego, no le sucederá a usted.

Entre los tipos que merecen más atención citaré la válvula llamada binodo-triodo, que consiste en una válvula de tres electrodos, de caldeo indirecto, que tiene colocados dos ánodos suplementarios en las cercanías del cátodo. De ahí el nombre de *binodo* (de *bi,* dos, y *anodo,* dos ánodos, *binodo*). Este tipo de válvula es muy útil como detectora y, a la vez, controla automáticamente las variaciones de volumen de recepción, figura 10.

En fin, diré algunas palabras sobre los nuevos tipos de vá-

vulas rectificadoras. Ya vimos (1), que la válvula electrónica por su conductibilidad unilateral, actúa como una rectificadora

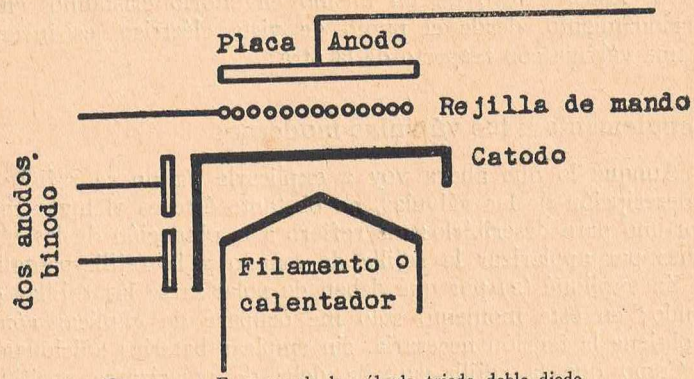


FIG. 10. — Esquema de la válvula triodo doble diodo.

de la corriente alterna. Ya le expliqué entonces que con una válvula de dos placas era posible rectificar el ciclo completo.

Se ha perfeccionado este tipo de válvula construyéndola con un cátodo de caldeo directo y, además, se han separado totalmente sus electrodos. Como consecuencia, ha sido posible emplear esta válvula en varias aplicaciones nuevas, siendo las dos principales obtener la rectificación del ciclo completo, o bien la rectificación de medio ciclo solamente, pero entonces doblando

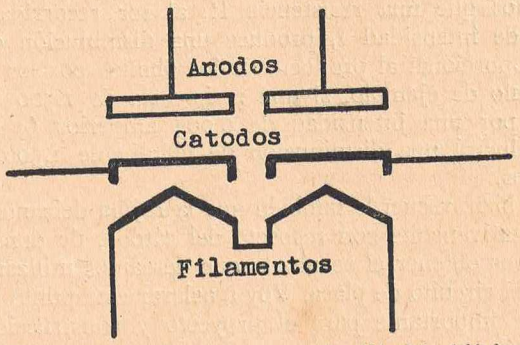


FIG. 11. — Esquema de la válvula de dos anodos (binodo), dobladora de voltaje.

(1) *Guía Práctica de Radio*, 4.ª edición, pág. 96.

el voltaje. En la figura 11 indico esquemáticamente el principio de su funcionamiento; en realidad todo sucede como si hubiesen dos válvulas, dentro de un mismo envoltorio cristalino, cuyo funcionamiento, desde el punto de vista eléctrico, es inverso en una válvula con respecto de la otra.

Complemento a las válvulas modernas

Aunque lo que ahora voy a explicarle ya no se refiere a la descripción de las válvulas, no obstante éste es el lugar más oportuno para describirlo: me refiero a la obtención de las tensiones par apolarizar la rejilla de mando y la rejilla-pantalla.

Ya expliqué (2) por qué deben de polarizarse las rejillas de mando; en este momento sólo me ocuparé de explicar cómo se obtiene la tensión necesaria, sin emplear baterías adicionales.

Como que la rejilla-pantalla debe de polarizarse positivamente, con respecto del cátodo, voy a indicarle cómo se puede obtener esta tensión, derivándola de la alimentación general del aparato.

Tensión de rejilla

Hay varias soluciones para obtener la polarización negativa de la rejilla de mando, pero, en realidad, el principio es siempre el mismo: utilizar el efecto de disminución de voltaje que produce una resistencia al ser recorrida por una corriente.

Sabemos que una resistencia R, al ser recorrida por una corriente de intensidad I, produce una disminución de voltaje que es proporcional al producto de los ohmios por los amperios. Así, a título de ejemplo, si una resistencia de 1.500 ohmios es recorrida por una intensidad de 0,004 amperios (4 miliamperios), producirá una disminución de voltaje de $1.500 \times 0{,}004 = 6$ voltios.

Ahora bien, recuerde también que la rejilla debemos de polarizarla negativamente con respecto del cátodo, de donde resulta que podemos obtener el resultado que deseamos utilizando la intensidad del circuito de placa. Voy a aclarar este punto porque es sumamente importante para el proyecto y construcción de receptores.

---

(1) *Guía Práctica de Radio*, 4.ª edición, pág. 102.

Supongamos, figura 12, que tenemos una pila eléctrica en cuyo circuito exterior intercalamos una resistencia R. Si un miliamperímetro acusa un paso de corriente I, entre los bornes

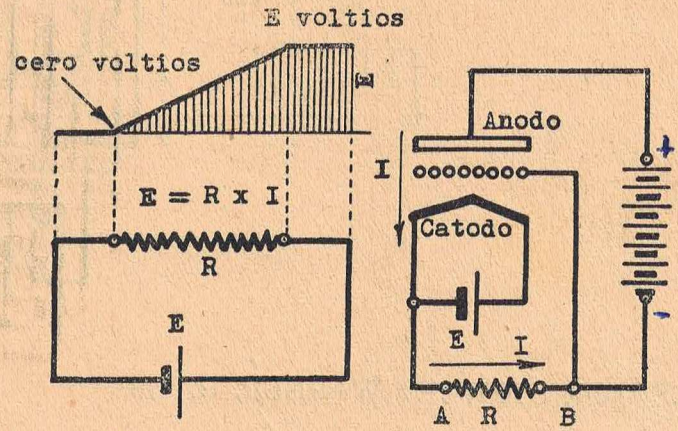
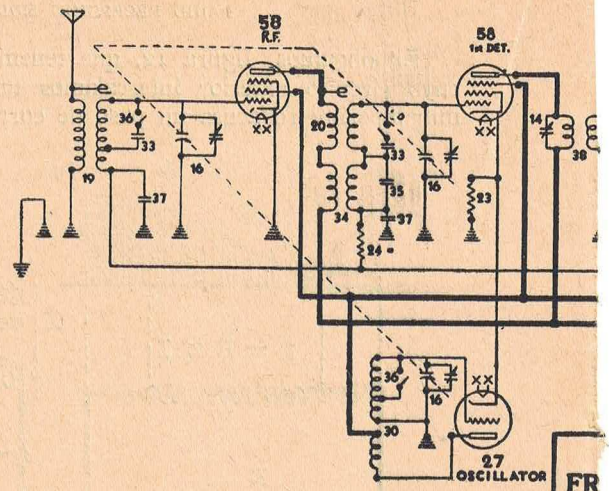


FIG. 12. — Caída de voltaje en una resistencia y su utilización para polarizar las rejillas.

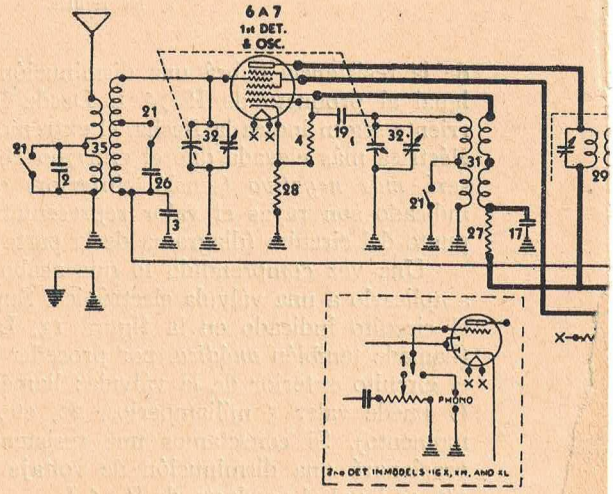
de la resistencia habrá una disminución de voltaje E que será igual al producto de R × I. Desde luego, circulando la corriente según indica la flecha, el extremo A estará a una presión eléctrica más elevada que el extremo B, es decir, el extremo B será *más negativo* (tensión inferior) que el extremo A. He indicado con rayas el valor representativo del voltaje en cada punto del circuito (diagrama de la parte superior).

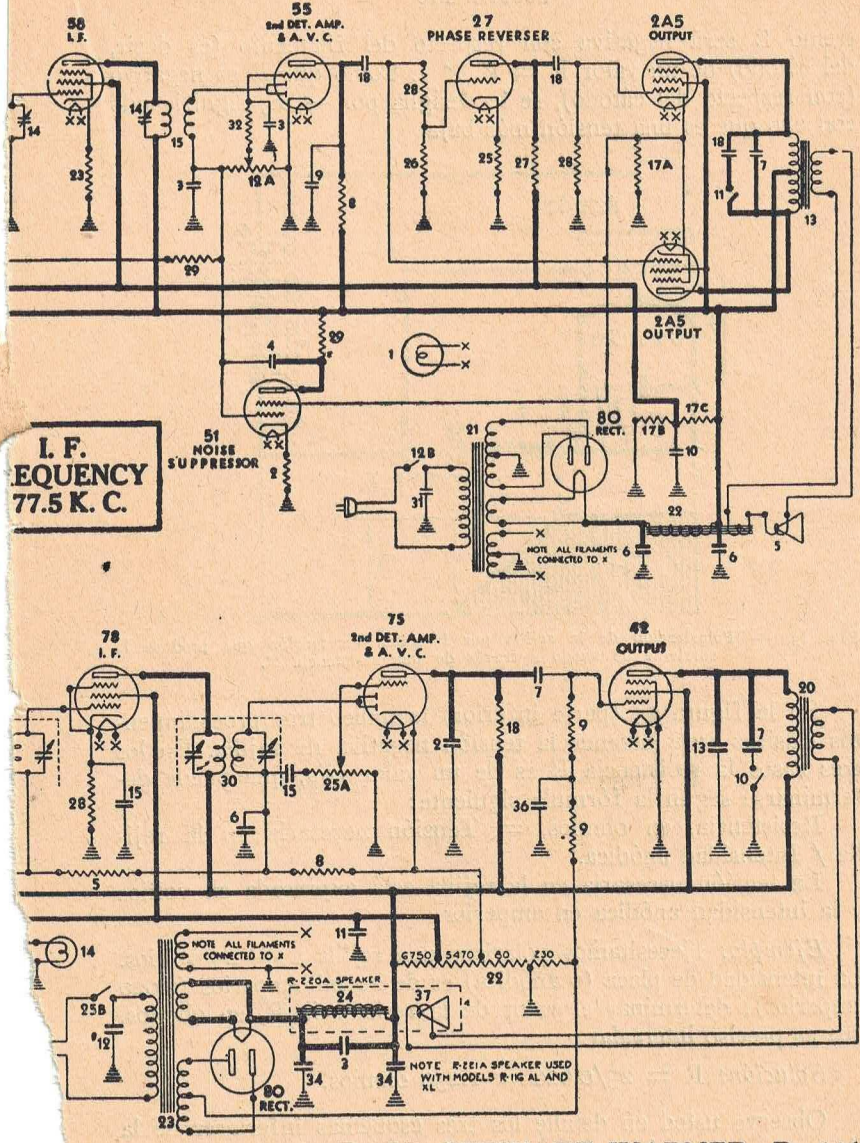
Una vez comprendido lo que acabo de explicarle, pasemos a aplicarlo a una válvula electrónica. Supóngase que disponemos el circuito indicado en la figura 13. La corriente de la placa (llamada también *anódica,* por proceder del anodo) recorre todo el circuito exterior de la válvula: llamemos I a esta intensidad (I puede valer 5 miliamperios, 20, etc., poco importa en este momento). Si conectamos una resistencia R en este circuito, ocasionará una disminución de voltaje cuyo valor ya sabemos que es igual al producto de R × I.

Observe atentamente el esquema de la figura 13 y verá que el extremo B es más negativo que el extremo A, de un valor que ya sabemos calcular; luego, si conectamos la rejilla al ex-



RECEPTOR STEWART WARNER, R. 110





RECEPTOR STEWART WARNER, R. 116

(Cortesía de la "Stewart Warner Co.")

tremo B será negativa con respecto del filamento (es decir, del cátodo) de un valor E = R × I. Como que E es negativo (con respecto del cátodo), se le designa por — E, significando con ello que es una tensión más baja.

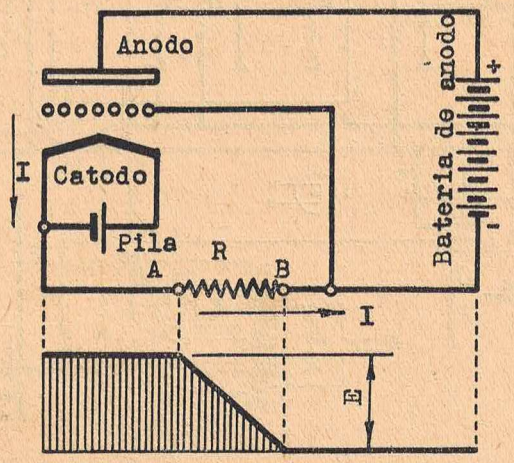


FIG. 13. — Polarización de la rejilla por la caída de tensión que produce la corriente de anodo a través de una resistencia R.

En la figura 14 (parte inferior) le indico tres procedimientos clásicos para obtener la tensión negativa de rejilla. En los tres casos la resistencia R es de un valor *fijo,* que puede determinarse según la fórmula siguiente:

Resistencia, en ohmios, = Tensión necesaria en la rejilla / Intensidad anódica.

La tensión necesaria en la rejilla está expresada en voltios y la intensidad anódica en amperios.

Ejemplo: Necesitamos polarizar una rejilla a — 25 voltios. La intensidad de placa (o anódica) es de 20 miliamperios (0.020 amperios); determinar el valor de la resistencia R, en ohmios, que es preciso intercalar.

Solución: R = 25/0.020 = 1.250 ohmios.

Observe usted en detalle los tres esquemas inferiores de la figura 14 y notará que el retorno del circuito de placa se hace conectándolo al punto medio del circuito secundario del trans-

formador que alimenta el cátodo: esta conexión al punto medio se hace para asegurar la mínima variación de voltaje inducido, variación que debería ser nula en este punto con respecto de sus

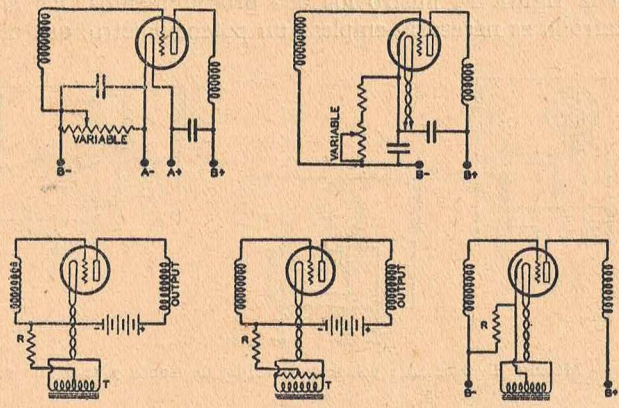


FIG. 14. — Distintos procedimientos para polarizar la rejilla de las triodos.

extremos. Repare también que para venir a encontrar esta conexión central del secundario, la corriente de placa se ve obligada a atravesar la resistencia R, produciéndose entonces la disminución de voltaje (llamada generalmente *caída de tensión*) que ha sido objeto de las explicaciones antes dadas.

Las dos soluciones que se ilustran en la parte superior de la figura 14, no difieren de las tres anteriores más que en el detalle de ser variable la resistencia R, con lo cual se puede ajustar la tensión de rejilla al valor deseado. Esta resistencia es en este caso un potenciómetro, al cual se puede conectar una resistencia en serie si no tiene los ohmios necesarios.

Las primeras tres soluciones se utilizan en los pasos de amplificación en audio frecuencia, mientras que las otras dos se emplean especialmente en los pasos de amplificación en radio frecuencia, puesto que mediante este procedimiento es posible controlar simultáneamente el volumen de la recepción.

Voltaje para la rejilla-pantalla

Las tetrodos y las pentodos necesitan polarizar su rejilla-pantalla a una tensión positiva. Esta tensión se puede obtener de

la fuente de alta tensión, aunque la forma de obtenerla difiere si se trata de una tetrodo (válvula de rejilla-ecrán) o de una pentodo.

En la figura 15 ilustro los dos procedimientos. En el caso de la tetrodo es necesario emplear un potenciómetro, que cerran-

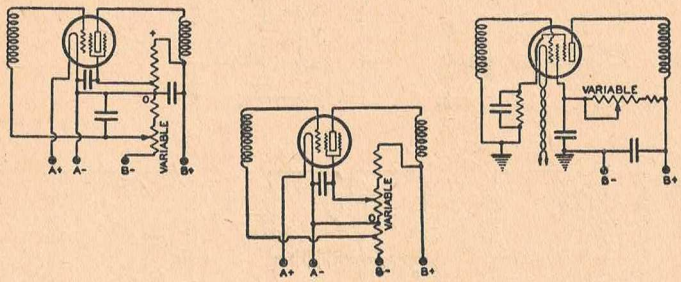


FIG. 15. — Métodos diversos para polarizar la rejilla de mando y la rejilla pantalla.

do la alta tensión, permita obtener un voltaje adecuado a la rejilla pantalla. No se debe emplear nunca una resistencia en serie, porque las variaciones de intensidad que se producen ocasionan perturbaciones en la recepción.

Las válvulas metálicas

A continuación describo los tipos más importantes de esta clase de válvulas, creadas en América.

Los diversos tipos han sido proyectados por el Departamento de Radio Ingeniería de la General Electric Co. y construídos por la Radio Corporation of América. Gracias a la cortesía de estas entidades publicamos esta información.

En la figura 16 ilustro una válvula de este tipo, cortada, de forma que se pueden ver sus componentes internos. Como puede apreciarse en esta figura, esencialmente, estas válvulas son en un todo semejantes a las de envoltorio cristalino.

A continuación voy a describirle los tipos más importantes de estas válvulas, completamente metálicas ,hoy día muy empleadas en los aparatos americanos.

He de advertirle que las válvulas de cristal no dejarán por eso de emplearse, es más, probablemente nunca serán tan em-

pleadas como en un próximo futuro, debido a que los derechos de patentes de las válvulas de cristal están cayendo al dominio público por expirar los plazos de garantía.

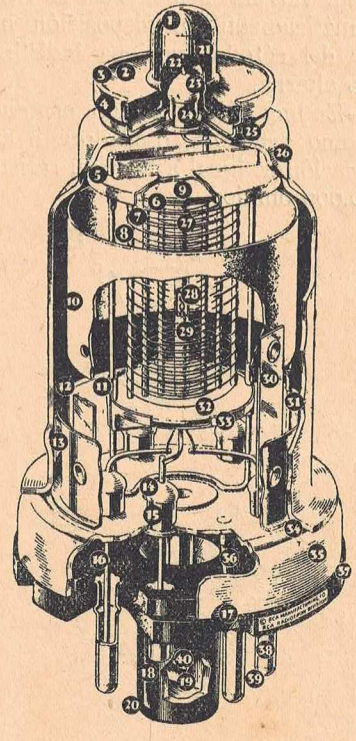


FIG. 16. — Vista interior y corte de una válvula metálica. Cortesía de la R. C. A.

Tipo 5 Z 4.—Es una válvula rectificadora de ciclo completo. El circuito de entrada puede estar formado a base de condensadores o bien de un filtro.

El calentador del cátodo funciona con corriente alterna, rebajada a 5 voltios por medio de un devanado del transformador de alimentación.

En la figura 17 B, indico la disposición esquemática de esta válvula.

Tipo 6 A 8.—Es una válvula compuesta, destinada a conver-

tir dos frecuencias incidentes en una tercera igual a la diferencia de las dos anteriores. Actúa como mezcladora en los superheterodinos (primer detector) y además como osciladora.

La base de esta válvula la indico en la figura 17 C, donde represento esquemáticamente su disposición interior.

El calentador del cátodo funciona indistintamente con corriente continua o alterna.

Tipo 6 C 5.—Es una válvula triodo, especialmente proyectada para servir como detectora, osciladora o amplificadora. Su factor de amplificación es igual a 20 y su resistencia del circuito de placa es de 10.000 ohmios.

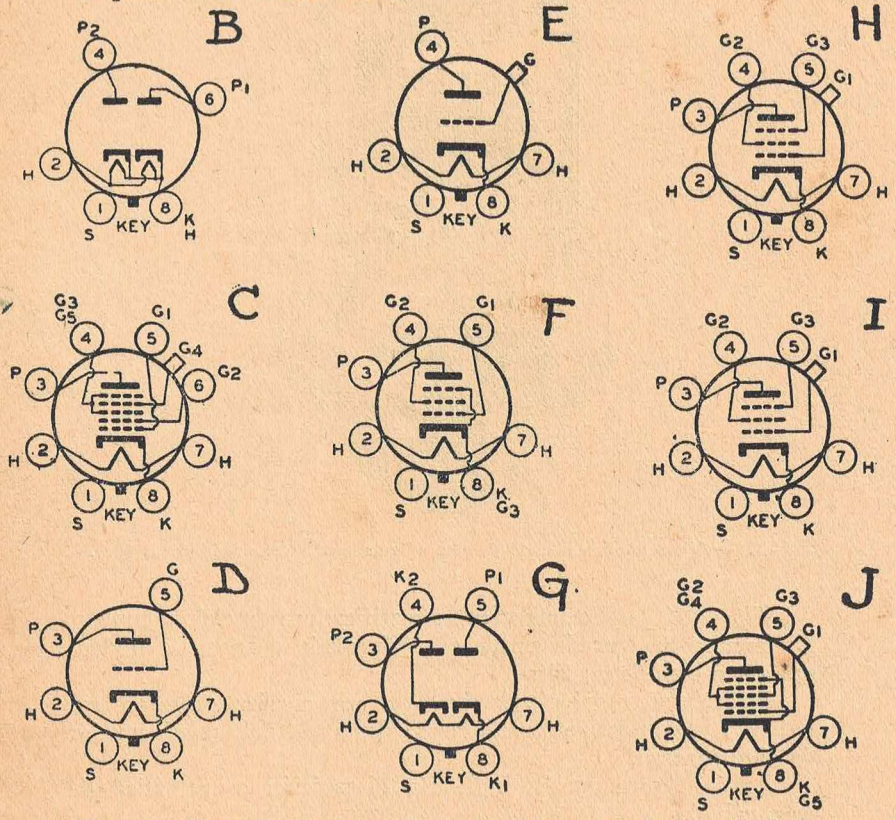


FIG. 17. — Disposición de los electrodos y bases de los principales tipos de válvulas metálicas. Cortesía de la R. C. A.

Como la implificadora, puede utilizarse tanto en radio como en audio frecuencia, acoplada a transformadores. Para emplearse como detectora, se puede utilizar el principio de la detección por placa o por rejilla.

La base de esta válvula la ilustro en la figura 17 D, que indica además la disposición interior de la válvula.

Tipo 6 F 5.—Es una triodo de gran factor de amplificación, estudiada para servir expresamente en los amplificadores acoplados a resistencias.

El factor de amplificación, en voltios, es de 50 a 60 unidades, con una tensión en placa de 250 voltios y una carga de 0.25 a 1 megaohmio.

La variación de tensión de salida es de 10 a 25 voltios eficaces. La figura 17 E, ilustra esquemáticamente este tipo de válvula.

Tipo 6 F 6.—Es una pentodo, amplificadora de potencia. Por lo tanto, es especial como último paso del amplificador de frecuencia audible. Es un tipo especialmente estudiado para los aparatos alimentados con corriente alterna.

El cátodo de esta válvula ha sido especialmente estudiado para que dé un "hum" de salida sumamente bajo y de valor constante, para así no molestar la audición. El calentador funciona a 6.3 voltios.

Este tipo de válvula no debe emplearse en instalaciones de receptores de autos ni en ningún caso que la variación de voltaje pueda alcanzar el 10 %.

Puede emplearse en amplificación push-pull, clases A y A B. En la figura 17, F, indico la base de esta válvula, así como la disposición interna de sus electrodos.

Tipo 6 H 6.—Es un doble diodo. Cada diodo tiene un cátodo separado con sus correspondientes contactos en la base, lo cual permite emplear esta válvula para detectar, para rectificar bajas tensiones y para control automático de volumen.

La base se indica en la figura 17, G, que muestra las interconexiones internas.

Tipo 6 J 7.—Es una triple rejilla, proyectada especialmente para servir como detectora por característica de placa (rejilla polarizada). En estas condiciones proporciona grandes cantidades de energía en audio frecuencia con una entrada en la rejilla sumamente reducida. Podríamos decir que es una detectora de potencia.

También puede emplearse como amplificadora, con resultados extraordinarios, puesto que su factor de amplificación es de 1.185 unidades.

La tensión de la rejilla pantalla puede obtenerse mediante un potenciómetro, con un reostato en serie para disminuir la tensión.

Esta válcula puede emplearse también como amplificadora en radio frecuencia, a condición de que la señal de entrada sea pequeña.

En la figura 17, H, indico la disposición de la base de esta válvula, con la disposición de sus componentes interiores.

Tipo 6 K 7.—Es una triple rejilla, destinada a amplificadora con supercontrol. Está especialmente destinada como amplificadora en radio frecuencia, así como en los pasos de frecuencia intermedia.

La particularidad de este tipo de válvula es poder mantener fuertes variaciones de voltaje sin producir distorsión de las señales, cosa muy frecuente al emplearse el control automático de volumen.

Trabajando con 180 voltios en la placa, su factor de amplificación es de 1.100 unidades.

Esta válvula también se puede emplear como mezcladora, es decir, las funciones que desempeña la 6 A 8.

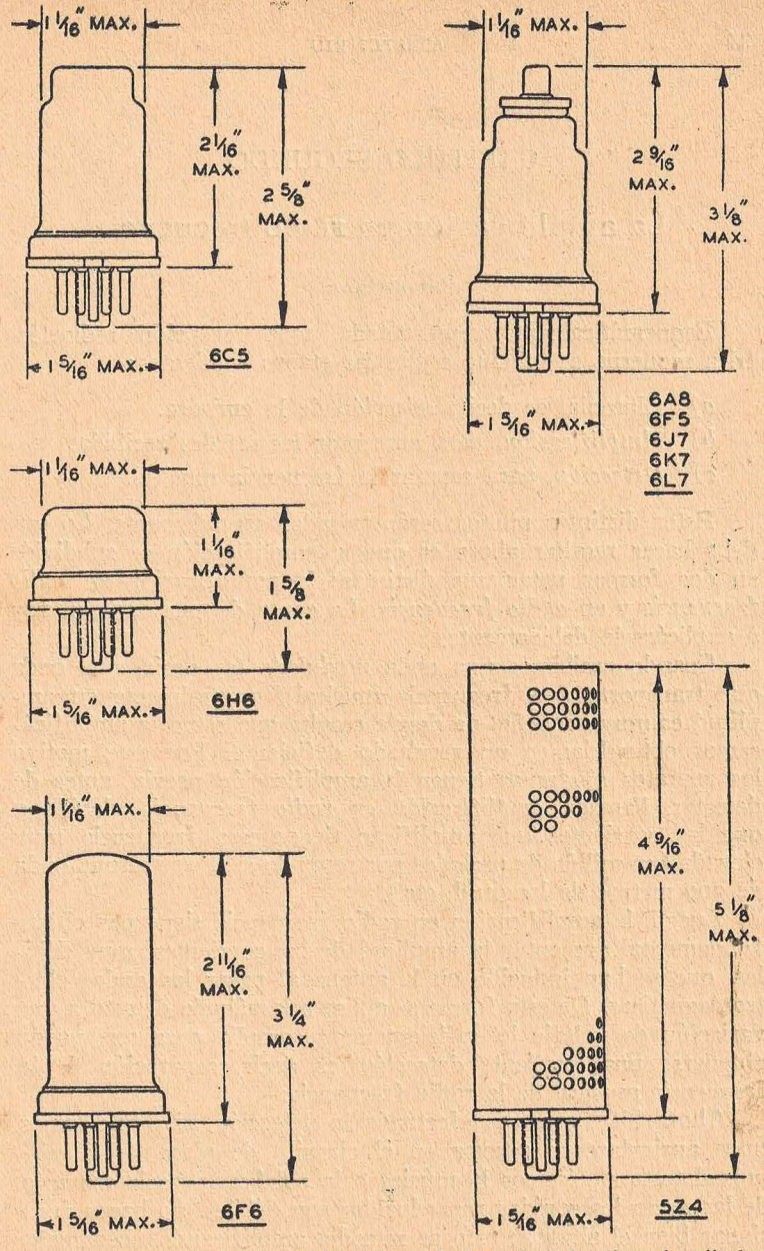
La figura 17, I, ilustra la base de esta válvula, así como la disposición de sus electrodos.

Tipo 6 L 7.—Es una pentagrilla, mezcladora y amplificadora. Este tipo de válvula, en realidad, son dos válvulas que funcionan con dos rejillas de mando separadas que actúan sobre un flujo electrónico único. Esto permite que esta válvula pueda emplearse en todas aquellas aplicaciones que necesitan actuar, con dos controles distintos, un flujo electrónico único.

Por ejemplo, se puede utilizar como mezcladora en los superheterodinos, modulación múltiple, fenómenos de interferencia, etcétera, etc. Es un tipo de válvula indicadísimo para el radioexperimentador.

En la figura 17, J, indico la base de esta válvula, así como la disposición interior de sus electrodos.

Para terminar esta información sobre las válvulas metálicas, en la figura 18 le indico las dimensiones exteriores de los diversos tipos que puede usted encontrar en los aparatos equipados con estas válvulas.



3 FIG. 18. — Aspecto exterior y dimensiones de los principales tipos de válvulas metálicas. Cortesía de la R. C. A.

CAPITULO SEGUNDO

La amplificación en radio frecuencia

Preliminares

Esquemáticamente representada, toda recepción redioeléctrica moderna se efectúa según las etapas siguientes:

a) Sintonía, es decir, *selección* de la emisora.
b) *Amplificación,* para aumentar las señales recibidas.
c) *Detección,* para separar la frecuencia musical.

Estos distintos puntos serán tratados seguidamente. Lo que debo hacer resaltar ahora es que la amplificación se subdivide en dos formas netamente distintas: la amplificación en *radio frecuencia* y en *audio frecuencia.* La causa de esta división voy a explicársela debidamente.

Cuando recibimos una onda *modulada* (es decir, una onda que transporta una frecuencia musical), generalmente su amplitud es muy pequeña, de donde resulta que si no la amplificásemos obtendríamos un resultado deficiente. Por este motivo los aparatos modernos tienen la amplificación previa, antes de detectar, llamada *amplificación en radio frecuencia,* debido a que las corrientes que amplifican tienen una frecuencia muy elevada (un millón de períodos por segundo si se recibe una onda de 300 metros de longitud, etc.).

Luego, la amplificación en radio frecuencia tiene por objeto fundamental aumentar la amplitud de las corrientes, muy débiles, que se han inducido en la antena al pasar las ondas electromagnéticas. De esta forma se aplica a la válvula detectora una variación de voltaje lo suficientemente amplia para que pueda obtenerse una excelente *detección,* es decir, separación de la frecuencia musical de la radio frecuencia.

Ahora bien, una vez efectuada la detección, si intercalamos unos auriculares o altavoz en el circuito de placa de la válvula detectora, oiremos la música o la palabra, pero la mayoría de las veces los sonidos reproducidos son débiles, no hacen funcionar bien el altavoz; esto se remedia amplificando nuevamen-

te, pero observe la diferencia fundamental: así como en la amplificación en radio frecuencia las corrientes que se amplificaban eran de frecuencias muy elevadas (del orden de millones de períodos por segundo), en cambio, después de detectar, como que es la frecuencia musical la que está presente y ésta está comprendida desde 50 a 10.000 períodos por segundo, resulta que a esta amplificación se la denomina en *audio frecuencia* (de audible), reservándonos la denominación de *baja frecuencia* para designar la corriente alterna del sector. Desearía que mis lectores adoptasen esta terminología, ya que así se diferenciarán de las personas que hablan de radio sin conocimiento de causa.

Luego, la *audio frecuencia* es necesaria casi siempre, sobre todo en los receptores modernos, que tienen altavoces que requieren una cantidad de energía muy considerable (de 2 a 4 vatios).

Resumiendo este preliminar, vemos bien claramente que una recepción radioeléctrica se subvivide, en realidad, en las siguientes fases:

1. *Sintonía,* selección de emisoras.
2. *Amplificación en radio frecuencia.*
3. *Detección,* separación de la frecuencia musical.
4. *Amplificación en audio frecuencia.*

Una vez aclarados estos puntos, vamos a entrar en materia.

Generalidades sobre la amplificación

Si conectamos una triodo tal como indica la figura 19. una vez encendido el filamento y aplicada la tensión de placa correspondiente, obtendremos una serie de valores de la corriente anódica si aplicamos a la rejilla distintos voltajes, positivos o negativos, mediante el contacto de rejilla. En efecto, a medida que hagamos más positiva a la rejilla, el flujo electrónico se activa y por lo tanto el miliamperímetro acusará un paso de corriente superior, hasta alcanzar la saturación. Inversamente, si hacemos cada vez más negativa la rejilla, llegaremos a anular la corriente de placa, lo cual nos lo pondrá de manifiesto el miliamperímetro, conectado en este circuito.

Resumiendo, ya vemos que *haciendo variar la tensión apli-*

cada a la rejilla hacemos variar la corriente del circuito de la placa.

Tenga usted bien en cuenta que la línea semejante a una S alargada, representada en la figura 19, es la representación gráfica del experimento que acabo de mencionarle, manteniendo

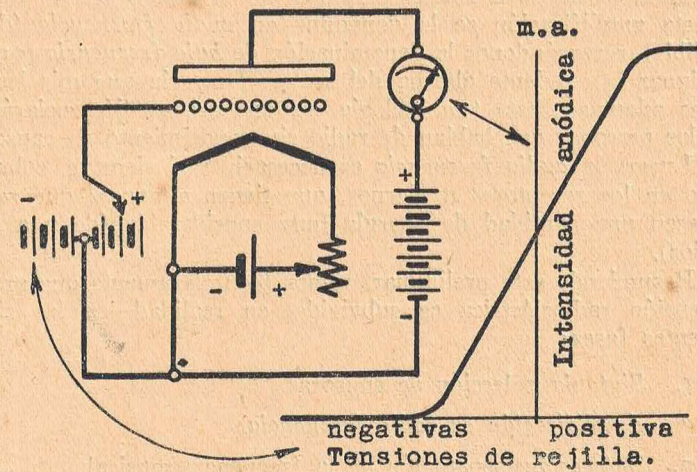


FIG. 19. — Obtención de la curva característica de una válvula de tres electrodos.

constantes las tensiones de placa y filamento y variando solamente la tensión aplicada a la rejilla. Luego, por cada valor de la tensión aplicada a la rejilla obtenemos una cierta intensidad anódica y la intersección de estos dos valores nos dan un punto y luego, uniendo los diversos puntos marcados, es cuando obtenemos una línea semejante a una S alargada: a esta curva se la llama *característica de placa.*

Esta curva característica, que es exclusiva de cada tipo de válvula, los fabricantes las publican en sus catálogos técnicos. Es del mayor interés que usted sepa interpretar su significado, puesto que así podrá elegir el tipo de válvula que más conviene a sus planes, deducir la causa de ciertas anomalías del funcionamiento y, en una palabra, poder expresar mediante una *cantidad* el resultado de una experiencia.

Esta S alargada se acostumbra a dividirla en tres partes: los llamados *codos* (uno de superior y otro de inferior) y una

porción *recta,* que une a los dos codos. Prácticamente, el codo superior no se utiliza: es la zona que tiende a la *saturación* de la válvula. En cambio, el codo inferior y la porción recta son sumamente interesantes en sus aplicaciones prácticas.

Le adelanto, desde ahora, que *la detección se efectúa en la región del codo inferior,* mientras que *la amplificación y la generación de oscilaciones se realizan en la porción rectilínea.*

Por lo tanto, interesa tener bien presentes las siguientes conclusiones:

1.ª:

Toda variación de VOLTAJE aplicada a la rejilla, se traduce por una variación de CORRIENTE en el circuito de la placa.

y 2.ª:

La porción rectilínea de la curva característica se utiliza para amplificar y generar oscilaciones y el codo inferior para detectar.

Supóngase ahora que conectamos una triodo tal como indico en la figura 20, muy semejante a la figura 19, con la diferencia fundamental de que en vez de colocar un contacto en el cir-

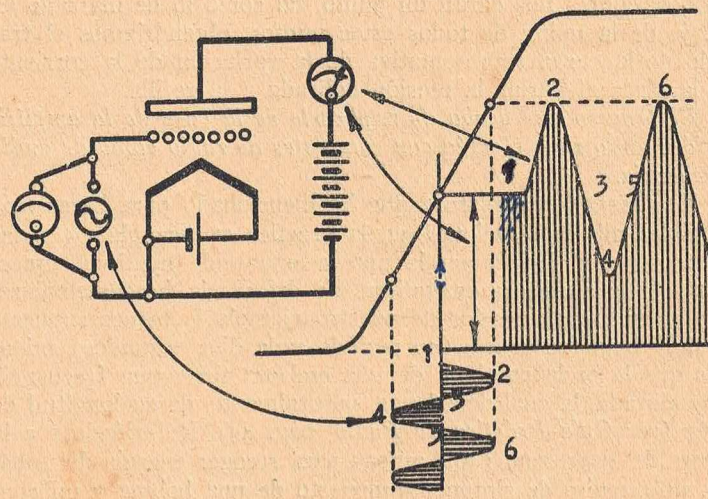


FIG. 20. — Esquema y principio de la amplificación por medio de la triodo.

transformadores y por lo tanto, a este procedimeinto voy a concretar mis explicaciones.

Dos triodos interconectados mediante un transformador adecuado, es lo que se llama un amplificador de radio frecuencia. Para hacer más comprendibles las explicaciones, intercalemos en el circuito filamento-rejilla de la primera válvula un alternador; ya sabemos que en el circuito de placa obtendremos variaciones de corriente proporcionales a la tensión que el alternador aplica a la rejilla. Pues bien, estas corrientes variables circulan por el primario del transformador, en un sentido primero y en el sentido contrario después, resultando, del paso de esta corriente, que se forma un campo magnético transfiriendo energía al circuito secundario por medio de las líneas de fuerza. Como resultado de esto, en los extremos del circuito secundario dispondremos de un voltaje que por la constitución misma del circuito lo aplicaremos a la rejilla y al filamento de la válvula. En consecuencia, y repitiendo el proceso que le he explicado para la válvula primera, estas variaciones de voltaje aplicadas a la rejilla de la segunda válvula darán lugar asimismo a una variación de intensidad en su circuito de placa y, por consiguiente, por el primario del segundo transformador circulará una corriente variable que inducirá en su secundario una tensión que podríamos aplicar a la rejilla de una tercera válvula y así sucesivamente.

Las explicaciones anteriores repáselas antes de seguir. Tenga una idea bien neta de cómo las variaciones de voltaje del alternador han producido variaciones de corriente, del circuito de la primera válvula; de qué manera estas variaciones de corriente, mediante el campo magnético que han formado, se transfieren al secundario aplicándose entonces a la rejilla de la segunda válvula y así sucesivamente. Cuando comprenda *bien* esto, prosiga.

Podría usted preguntarme: el transformador, ¿qué representa en todo este proceso? Pues bien, esta pregunta es interesante en extremo; demuestra que quiere saber el porqué de las cosas y voy a darle una explicación concreta.

Sabemos que a la rejilla es preciso aplicarle variaciones de voltaje, *no de intensidad*, que es lo que obtendremos en el circuito de placa de una válvula; luego, debemos emplear un artificio para *transformar* las variaciones de corriente en variaciones de tensión: es el objeto del transformador. Por el primario

con sus baterías de filamento y placa. Es evidente que las corrientes inducidas en la antena al aplicarse al circuito de sintonía crearán en los bornes del condensador una tensión variable que será precisamente la que se aplicará a la rejilla de nuestra triodo, variaciones de tensión que se reproducirán bajo la forma

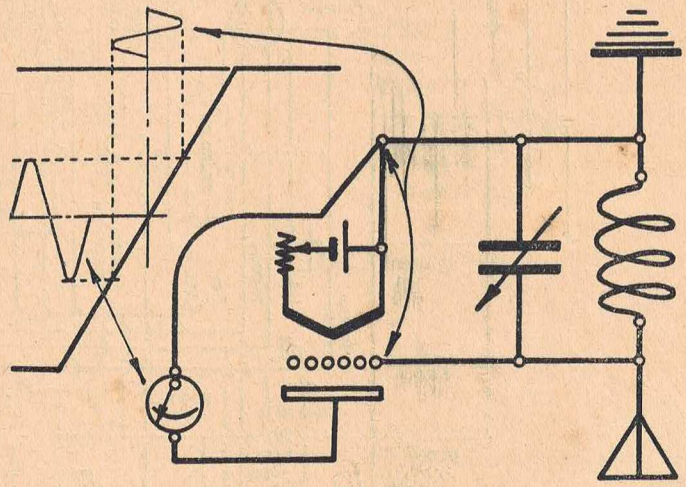


FIG. 21. — Principio de la amplificación en radio frecuencia.

de variaciones de corriente en el circuito de placa. Gráficamente, represento esta evolución en la misma figura 21 que representa lo que se llama *primer paso* de amplificación en radio frecuencia.

Por lo tanto, si una sola válvula no nos amplifica suficientemente, será necesario emplear dos y hasta tres, en serie; más de tres pasos no es aconesjable debido a que se producen reacciones intervalvulares que es muy difícil de contrarrestar (vea el capítulo anterior).

En consecuencia, necesito enseñarle ahora cómo se interconectan dos o más válvulas para que amplifiquen las señales.

Cuando le explicaré la amplificación en audio frecuencia (capítulo siguiente) ya verá usted que los acoplos pueden hacerse de tres formas distintas: a *transformadores, con bobinas de choque* y por medio de *resistencias* En los amplificadores de radio frecuencia se emplea casi exclusivamente el acoplo a

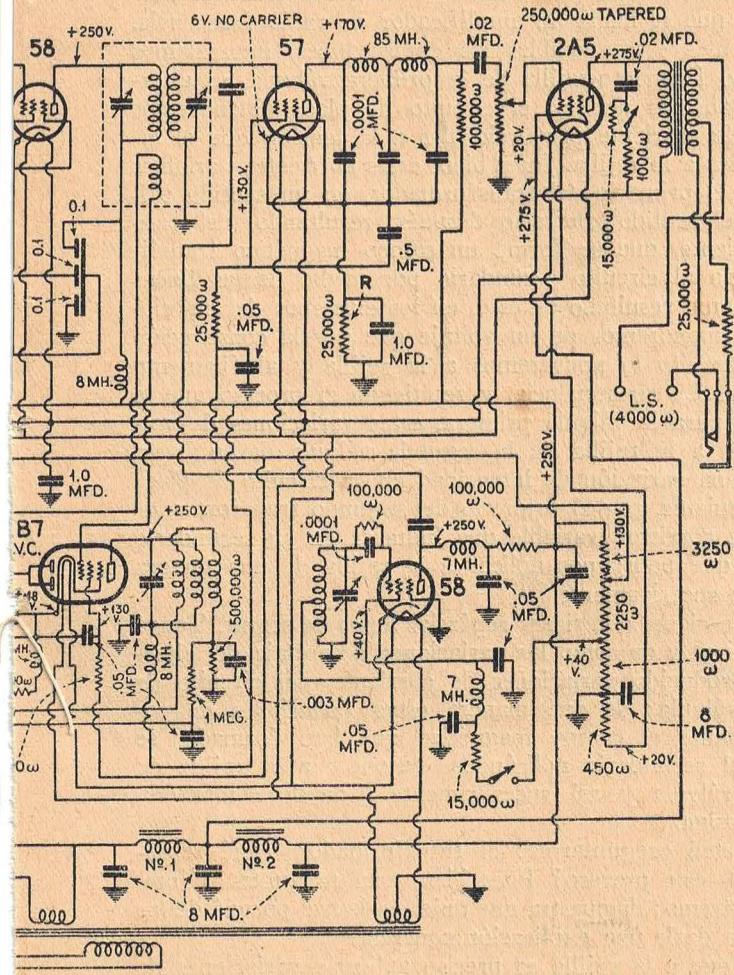
cuito de rejilla para hacerla positiva o negativa, ahora intercalamos un alternador miniatura, de muy baja frecuencia: supongamos de *un período cada diez segundos*. De esta forma la rejilla se polarizará positiva y negativamente, pero en una forma continua, muy lenta, según una ley perfectamente definida, cuya representación gráfica indico en la parte inferior de la figura, es decir como la corriente alterna.

Vamos ahora a reunir resultados; apliquemos a la rejilla la tensión alterna y obtendremos en la placa una variación de corriente también alterna, proporcional. Para obtener este resultado, bastará que las excursiones de los valores positivos y negativos de la tensión aplicada a la rejilla por nuestro alternador miniatura se efectúen en la porción recta; de esta forma las variaciones de corriente anódica serán proporcionales, según podemos ver en la representacnón gráfica de la figura 20.

Si nuestro alternador miniatura produce un período cada diez segundos, incluso podríamos seguir visualmente el fenómeno: veríamos que cuando la aguja del voltímetro conectado en los bornes del alternador acusa un aumento de tensión en el sentido positivo, el amperímetro intercalado en el circuito de la placa va marcando cada vez más, hasta llegar al máximo, luego decrecería, etc., de forma que a cada instante la intersección de los dos valores nos darán un punto, tal como lo he marcado en '4', y, de la unión de todos estos puntos, obtendríamos el trazado de la curva representativa de la variación de la corriente de la placa al variar la tensión aplicada a la rejilla.

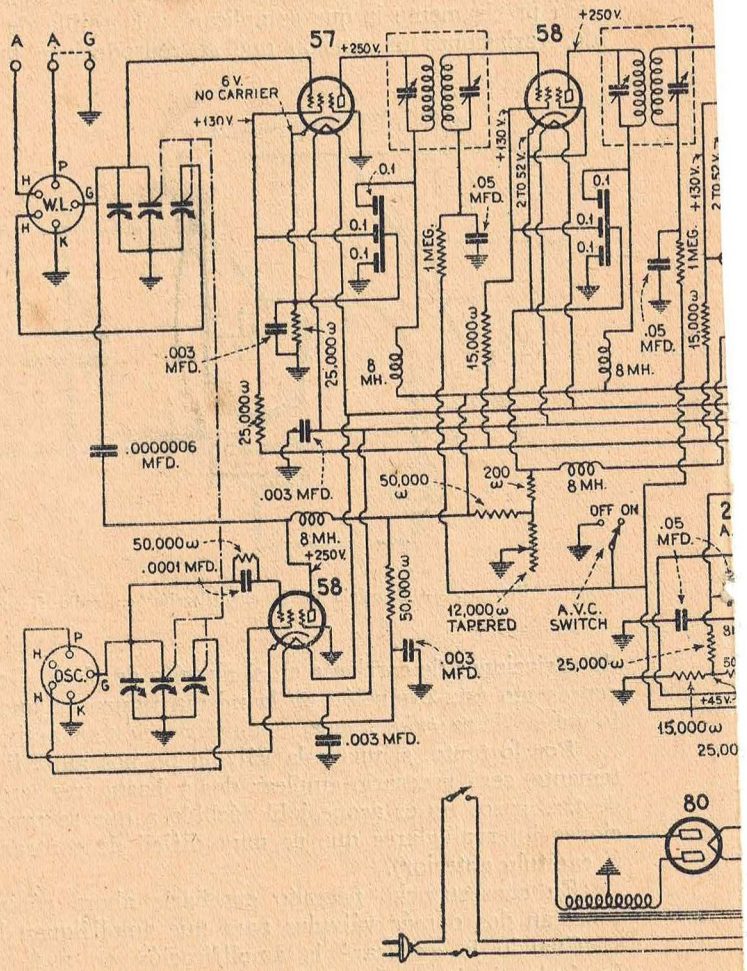
El proceso que acabo de explicarle es la base de la amplificación, tanto si se efectúa con corrientes de radio como de audio frecuencia.

El alternador miniatura que he mencionado para hacer más tangibles mis explicaciones, en la práctica se reemplaza por las corrientes que induce en la antena una onda continua procedente de una emisora cualquiera. La diferencia fundamental reside en que el alternador de nuestro ejemplo lo hemos supuesto de muy baja frecuencia (un período cada diez segundos), mientras que la onda continua de una emisora tiene una frecuencia muy elevada, la cual depedende, naturalmente, de su longitud de onda (ver *Guía Práctica de Radio,* pág. 44). Referiéndose a la figura 21, representa: una antena para recoger energía del espacio, un circuito de sintonía compuesto de una bobina y un condensador para *seleccionar las estaciones* y una válvula triodo



(Cortesía de la "Hammarlund Mfg. Co., Inc.")

RECEPTOR HAMMARLUND, TIPO COMET.



circula una intensidad variable y en los bornes del secundario obtenemos una diferencia de tensión, disponible para aplicarla al circuito rejilla-filamento de una válvula electrónica. Pero la misión del transformador no termina ahí, sino que además nos permite *elevar el voltaje,* que es lo que necesitamos aplicar a la rejilla: voltios, no amperios.

Luego, en resumen, el acoplo entre dos válvulas para que funcionen como amplificadoras en radio frecuencia se efectúa

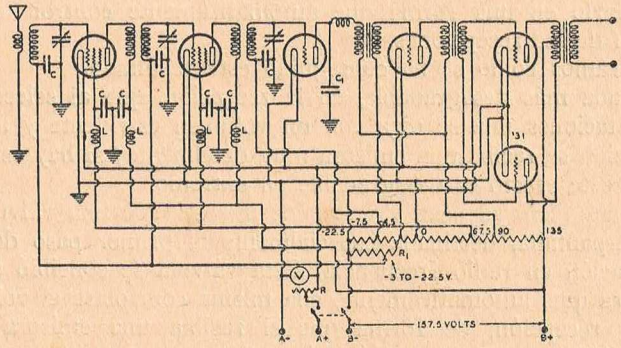


FIG. 22. — Esquema de un receptor de radio frecuencia.

(generalmente) mediante un transformador que tiene el doble objeto de transmutar las variaciones de intensidad en variaciones de voltaje y, además, elevar la tensión.

Este es el momento oportuno de recordar las propiedades de la válvula pentodo: su capacidad interna estando reducida al mínimo, se evitan los efectos de acoplamiento, por efecto de capacidad, entre la placa y la rejilla: en consecuencia, es la válvula ideal para la amplificación en radio frecuencia, ya que así resuelve automáticamente el problema del *neutrodino.*

En la figura 22 represento un receptor de cinco válvulas que, aunque sea un poco prematuro presentárselo en este momento, no obstante lo hago con la finalidad de que vea los dos pasos de radio frecuencia utilizando válvulas pentodo. A continuación hay la detectora y dos pasos de audio frecuencia cuyo funcionamiento, sobre todo el detector, lo comprenderá después de estudiar el capítulo IV. En este esquema verá también el divisor de tensión en paralelo, destinado a proporcionar

los voltajes que necesitan las placas y las rejillas de los diversos tipos de válvulas; precisamente en este esquema se ve muy claramente la forma de utilizar este tipo de divisor de tensión, en un caso bien concreto. Las indicaciones A +, A — y B — significan, respectivamente, el polo positivo y negativo de la tensión de filamento, y la B, la tensión de las placas; las de las rejillas se obtienen del divisor de tensiones.

El amplificador de radio frecuencia, como que es el que recibe directamente la energía de la antena, ha sido necesario estudiarlo en una forma que automáticamente controle el volumen de las recepciones.

Veamos cómo se ha conseguido este resultado.

Nada más desagradable, en la recepción, que al seleccionar las estaciones una se oiga con un volumen estridente y a continuación se reciba una emisora muy débilmente; si hay estación local, este efecto es desagradable en extremo.

Pues bien, ya hace varios años que se ideó una válvula de rejilla-pantalla, destinada especialmente al primer paso de amplificación en radio frecuencia. Esta válvula se concibió de tal manera que, automáticamente, ella misma controlase el volumen de la recepción, de forma que si recibía una emisora local amplificase poco; en cambio, si actuaba en su rejilla una tensión procedente de una onda de una emisora lejana, amplificase mucho.

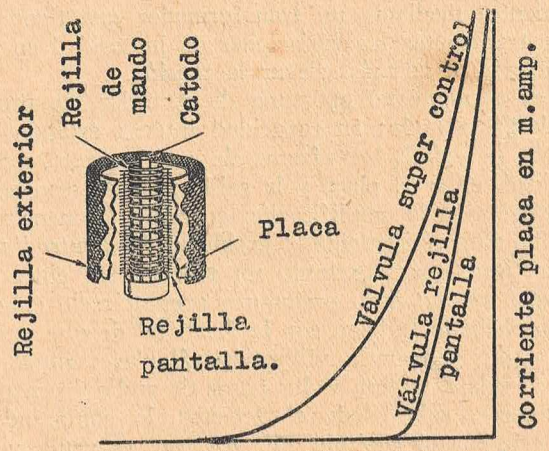


FIG. 23. — Detalle de la válvula de control automático y su curva característica.

La solución de este importante problema se consigue muy sencillamente gracias a la construcción especial de la rejilla de mando, figura 23. Vemos que sus espiras están espaciadas menos en sus extremos que en el centro, de donde resulta que si se recibe una señal muy fuerte la acción de las espiras que están más juntas es tal que impiden que el flujo electrónico pase a través de ellas, se produce un *efecto de bloqueo* y, como consecuencia, la corriente de la placa disminuye; en cambio, si se recibe una señal débil, entonces el flujo electrónico pasa a través de todas las espiras de la rejilla de mando y, por lo tanto, la intensidad anódica es aumentada.

En la figura 23 indico las curvas de dos válvulas: una con *control automático*, tal como acabo de describirle, y la otra de una válvula de rejilla-pantalla normal. A esta válvula de control automático los americanos la llaman de *supercontrol* y en Europa generalmente se le denomina de *pendiente variable*.

Como usted mismo ya lo va viendo, los perfeccionamientos de la radio se efectúan *dentro* de las válvulas; en el *exterior*, es decir, en los circuitos, muy poco se ha hecho en realidad.

Aun hay más tipos de válvulas de reciente creación que es preciso que usted sepa cómo funcionan y manera de utilizarlas; ya le he hablado a usted de ellas en la Primera Parte de esta obra, en este momento me refiero a la *binodo*, empleada para obtener un control automático del volumen de la recepción y, además, la supresión de los estáticos fuertes. Prefiero explicarle la binodo, al tratar la detección, porque es el lugar más adecuado para relacionar su funcionamiento.

Complementos sobre la amplificación: clases A, B y C.

Hasta hace muy pocos años, la amplificación se efectuaba tal como yo le he explicado; ninguna complicación suplementaria ocurría, pero en los grandes laboratorios se han estudiado las posibilidades de obtener el máximo rendimiento y de ahí que hayan surgido diversas modalidades dentro del principio general que, desde luego, permanece sin alteración alguna.

De estas diversas modalidades voy a indicarle ahora su principio, reservándose el irle describiendo sus aplicaciones a medida que desarrolle esta obra.

Si usted mira la figura 20 verá inmediatamente que en ausencia de toda señal aplicada a la rejilla, pasa *constantemente* una cierta intensidad por el circuito de la placa. Pues bien, se ha pensado de suprimir, parcialmente, esta intensidad de corriente para aumentar así el rendimiento de la válvula, es decir, obtener el mismo grado de amplificación gastando menos cantidad de energía eléctrica: es lo que ha dado lugar a los sistemas de amplificación llamados A, B y C, de los cuales voy a darle una breve explicación.

En la amplificación *Clase A,* la tensión aplicada a la rejilla de mando para polarizarla convenientemente, y el voltaje de la señal a ella aplicado son de tal magnitud que la corriente de la placa circula siempre, incluso cuando no se recibe ninguna señal. Las variaciones de la corriente de placa son una reproducción exacta de las variaciones de voltaje aplicadas a la rejilla: es el caso indicado esquemáticamente en la figura 20. Este amplificador, desde luego, es poco eficiente y además no puede producir fuertes cantidades de energía.

La amplificación *Clase B* se caracteriza porque la rejilla de mando está polarizada negativamente con un valor que ,en ausencia del voltaje de excitación, la corriente de placa es casi nula. Esto se consigue polarizando negativamente la rejilla. Ahora bien, cuando la rejilla de mando recibe una señal, ésta contrarresta la tensión negativa de polarización, y como la rejilla se hace positiva, es cuando la corriente de placa fluye. El ideal de la amplificación clase B es que la corriente anódica circule solamente durante el medio ciclo positivo de la rejilla y que la representación de esta corriente sea una imagen exacta de la variación del voltaje aplicado a la rejilla de mando. En consecuencia, en este sistema de amplificación la corriente de placa sólo circula a medios ciclos: se clasifica como mediana la eficiencia y energía que puede suplir.

La amplificación *Clase C* se diferencia de la anterior en que la rejilla de mando se polariza mucho más negativamente, de forma que, en ausencia de recepción, la corriente de placa no sólo es nula, sino que durante una gran parte de la excitación de la rejilla el fluio electrónico queda bloqueado. En consecuencia, sólo una parte, muy pequeña, de la excitación de la rejilla da origen a la corriente de placa. Esta clase de amplificación produce un gran rendimiento del circuito de placa y fuertes potencias.

Observaciones

Estas tres clases de amplificación merecen un comentario. Es preciso que usted tenga una idea bien neta de lo que significan, pues de lo contrario ni sabría emplearlas ni podría distinguirlas.

La amplificación clase A sigue siendo la forma ideal de amplificar una señal con toda fidelidad: en el circuito de la placa obtendremos una reproducción *exacta* de la variación de voltaje aplicado a la rejilla de mando. Es verdad que perdemos energía cuando no aplicamos ninguna señal, pero, en cambio, siendo la amplificación perfecta, no hay *distorsión*. Desde luego, en la amplificación en audio frecuencia, que estudiaremos en el próximo capítulo, sólo esta clase de amplificación es permitida.

En la amplificación clase B y clase C, como que la corriente de placa no es una producción exacta de las variaciones de voltaje aplicadas a la rejilla de mando, hay *distorsión*. Naturalmente, en la amplificación de altas frecuencias, que nuestros sentidos no perciben si sufren o no distorsión, es permitido amplificarlas utilizando el máximo de rendimiento y entonces es cuando se emplea la amplificación clase B. En fin, la clase C sólo se emplea cuando sólo se tiene en cuenta el rendimiento y, además, en aquellos casos en que la correspondencia entre las variaciones de la tensión de rejilla y las de la corriente de placa puede alterarse impunemente.

En el próximo capítulo ampliaré estas explicaciones en una forma bien concreta, evaluando el porcentaje de distorsión producida.

CAPITULO TERCERO

La amplificación en audio frecuencia

Antes de explicar esta clase de amplificación, debo anticiparle una serie de conceptos acerca de los cuales es preciso estar bien compenetrado para saber, con conocimiento de causa,

los puntos delicados de la amplificación vulgarmente llamado en baja frecuencia y que nosotros la denominaremos en *audio frecuencia,* es decir, la amplificación de las corrientes variables cuya frecuencia es audible. También emplearemos la denominación *baja frecuencia,* pero será para designar la corriente alterna del sector que, efectivamente está justificado llamarla de esa manera, puesto que es del orden de unos 50 peperíodos por segundo.

Supóngase usted que tenemos una lámina metálica que, teniéndola fija por un extremo, figura 24, mediante dos pinzas A y B, podemos alargar más o menos su longitud a b. Pues bien, se comprueba que a medida que vamos acortando la distancia a b, el número de vibraciones, o de vaivenes, que se producen por segundo, va aumentando, oyéndose un sonido cada vez más *agudo.*

Es preciso que sepa la intimidad de este sencillo experimento, porque en él está basada toda la acústica, es decir, el estudio del sonido.

En su movimiento de vaivén, la lámina comprime y deprime

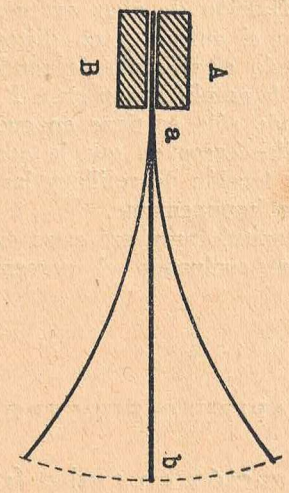


FIG. 24. — Principio de la generación de las ondas sonoras en el aire.

el aire que hay en contacto con la lámina. De ello resultan presiones y depresiones que se comunican al aire circundante, bajo la forma de *vibraciones sonoras,* las cuales, al llegar a nuestro tímpano, lo hacen vibrar al unísono y nosotros percibimos el sonido.

Luego, ya ve que en este caso también se cumplen las condiciones necesarias de todos los fenómenos vibratorios: una fuente productora, un medio propagador (el aire) y un receptor (el oído, en el caso de las ondas sonoras).

Pues bien, la gama musical se admite que está comprendida entre las cincuenta vibraciones por segundo, que son las notas más graves, casi imperceptibles, hasta unas 10.000 vibraciones por segundo, que son las notas más agudas.

Las notas más graves, de menos de 100 vibraciones por segundo, no sólo son casi imperceptibles para nosotros, sino que puede decirse que es la región donde comienza la sensibilidad de nuestro oído y, por lo tanto, donde la música comienza.

Respecto al límite superior, de 10.000 vibraciones por segundo, no es el mismo para todas las personas. Hay quien percibe notas de 12.000 vibraciones y, en cambio, hay personas que no perciben más de 8.000. En consecuencia, podemos establecer que el límite superior depende del oyente y, por lo tanto, nada se puede asegurar sobre este punto.

Es debido a las consideraciones anteriores que se acostumbra a decir que la audio frecuencia está comprendida entre 50 y 10.000 vibraciones por segundo.

Todo sonido tiene tres cualidades bien distintas: el *tono,* el *timbre* y la *intensidad.*

El *tono es el número de vibraciones por segundo,* y por lo tanto es lo que caracteriza el sonido: podrá ser un *do,* un *mi,* etcétera, es decir, una nota cualquiera o bien un sonido cuyo número de vibraciones sea intermediario entre dos notas.

Timbre es lo que define el instrumento que produce una nota. Un piano y un violín podrán dar un mismo *do,* pero, sin mirarlo siquiera, decimos cuál de los dos instrumentos lo ha producido. El timbre es debido a una serie de *armónicos* que produce cada instrumento, dándose el nombre de armónico a las frecuencias superiores que se suman a la fundamental.

Intensidad es la fuerza con que se produce una nota. Un instrumento musical puede producir la misma nota tan suavemente que casi no se oiga y asimismo pueda hacerla muy fuerte:

será la misma nota, pero producida con distintas intensidades.

Los sonidos se propagan por el aire, a una velocidad del orden de unos 350 metros por segundo. Ya vemos, por lo tanto, que son muy lentas. Si quiere comparar la velocidad de las ondas sonoras con de las ondas electromagnéticas, sólo tiene que observar una tempestad y reparar el tiempo que transcurre entre la producción del rayo hasta que percibe el trueno: a veces tardan muchísimos segundos, diez, por ejemplo, con lo cual deducimos que la descarga atmosférica se ha producido a unos 3.500 metros; las ondas luminosas producidas por el rayo han tardado sólo un cienmillonésimo de segundo, es decir, un tiempo casi instantáneo (recuerde que las ondas luminosas y las electromagnéticas se propagan con la misma velocidad).

Ahora que tiene una noción de cómo se producen los sonidos y forma de propagarse, necesito explicarle cómo una corriente eléctrica puede variar rítmicamente con un sonido, es decir, que sea la *representación eléctrica* de aquél. Tenga bien presente este principio: todo cuerpo, al vibrar, comunica al aire sus vibraciones, tendiendo a hacer vibrar a todo cuerpo que encuentra.

Vamos a aplicar prácticamente este principio.

Supongamos, figura 25, que un diapasón produce una nota; desde luego, esparce por el aire sus vibraciones. Ante este diapasón colocamos una lámina circular y por lo tanto se pondrá a vibrar rítmicamente. Supóngase ahora que detrás de la lá-

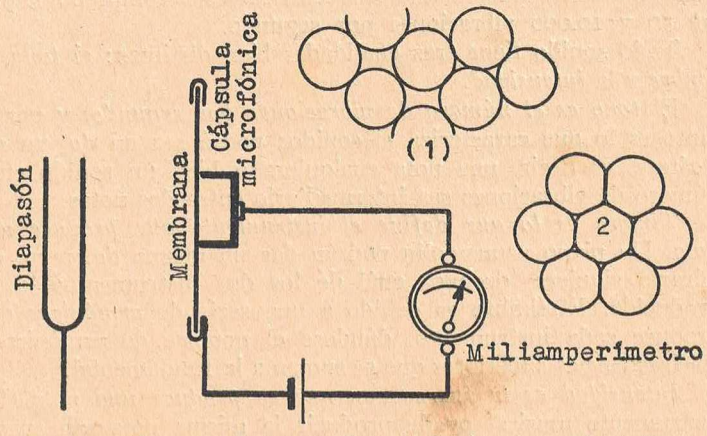


FIG. 25. — Esquema y fundamento físico del funcionamiento del micrófono.

mina metálica colocamos una capsulita, de unos diez milímetros de diámetro y unos cuantos de profundidad, que llenamos de granitos, muy pequeños, de carbón. Acabo de describirle el *micrófono* que usted utiliza siempre que habla por teléfono.

En estado de reposo de la membrana, es decir, cuando no se produce ningún sonido, los granitos están ligeramente comprimidos y pasa algo de corriente de la pila, como lo acusa el miliamperímetro. Si con un dedo comprimimos un poco la lámina, observaremos seguidamente que la intensidad aumenta, debido a que los granitos, en vez de tocarse ligeramente como indico en (1), se han comprimido algo (2) y, al aumentar la superficie de contacto, como que hay más facilidad del paso de la corriente, ésta aumenta, es decir, todo sucede como si la resistencia óhmica (eléctrica) de los granos de carbón varíe según sea la presión que sobre ellos se ejerce. En resumen, *el micrófono se comporta como una resistencia variable* y como tal debe considerarse al estudiar un esquema. Luego, aplicando la ley de Ohm, tendremos:

Intensidad = Presión eléctrica / Resistencia.

Si la presión eléctrica (voltaje de la pila) permanece *constante* y variamos la resistencia (actuando una presión más o menos fuerte sobre la membrana), la intensidad eléctrica dependerá de esta presión, de donde ya vemos la explicación científica de cómo, mediante el micrófono es posible hacer variar una corriente eléctrica, representativa de un sonido. Por esto se dice que *el micrófono transforma los sonidos en corrientes eléctricas proporcionales.*

Las corrientes microfónicas son sumamente débiles, por cuyo motivo es necesario amplificarlas mediante la válvula electrónica. Tenga usted presente que al hablar de corrientes microfónicas nos referimos tanto a una corriente variable producida por un micrófono como a la procedente de una válvula detectora, en cuyo caso, para distinguirla, es necesario decir que es una corriente *detectada,* especificando así que procede de la detección, o *demodulación* (ambas denominaciones pueden emplearse) de una onda modulada.

Para explicar cómo se efectúa la amplificación de las corrientes microfónicas, supóngase que disponemos, según indica la figura 26, un micrófono y una batería de micrófono, de 4,5 voltios, conectados en serie con el promario de un transfor-

mador de audio frecuencia. El secundario se conectará a la rejilla y filamento de una válvula triodo, en cuyo circuito de placa intercalaremos, en serie, un par de auriculares. Así las cosas, si hablamos ante el micrófono, oiremos en los auriculares la palabras muy fuertemente.

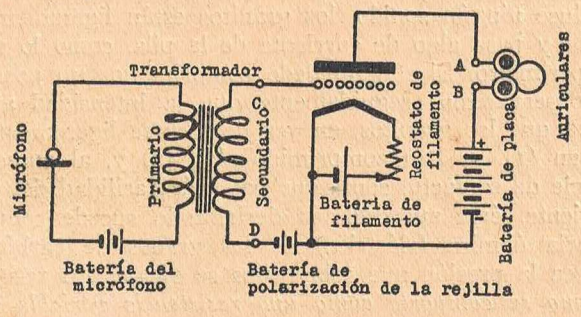


FIG. 26. — Acoplo de un micrófono y una triodo para amplificar las corrientes de audiofrecuencia.

Lo que sucede en el caso del experimento indicado en la figura 26 es lo siguiente: al hablar, la membrana microfónica hace variar la resistencia de los carbones, originando una variación de resistencia que motiva un paso de corriente variable a través del primario del transformador. Esta corriente variable produce un campo magnético proporcional que, al abrazar las espiras del secundario, induce en este circuito una tensión en sus bornes. Es precisamente esta tensión la que se aplica a la rejilla y al filamento de la triodo para producir variaciones en el circuito de la placa; estas variaciones de corriente al atravesar los devanados de los auriculares originan la audición de las palabras pronunciadas ante el micrófono.

Analicemos: el *micrófono genera corrientes variables,* la *válvula las amplifica* y *el transformador sirve de órgano de enlace.* ¿Con qué objeto? Pues, bien sencillo; ya sabemos que necesitamos aplicar al circuito rejilla-filamento *variaciones de voltaje* y por el circuito del micrófono disponemos de variaciones de intensidad, luego el transformador tiene como objeto fundamental producirnos esta transformación.

En la figura 27 le he indicado el sistema de interconexión de dos válvulas amplificadoras mediante un transformador; pues bien, según lo que le he explicado, necesitaremos aplicar

a la rejilla de la válvula siguiente al acoplo, una variación de voltaje: el transformador nos produce este efecto, pero podemos obtener también este resultado mediante una resistencia, así como con una bobina de choque, de donde deducimos que un am-

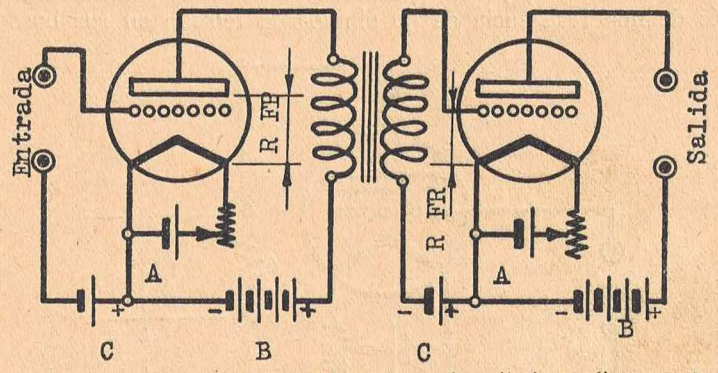


FIG. 27. — Esquema fundamental del acoplo de dos válvulas mediante un transformador.

plificador de audio frecuencia se puede construir a base de estos tres elementos y por consiguiente, hay otros tantos sistemas de amplificación:

1.—Amplificación con acoplo a *transformadores.*
2.—Amplificación con acoplo a *resistencias.*
3.—Amplificación con acoplo a *bobinas de choque.*

El primer sistema ya lo he explicado; voy, por lo tanto, a ocuparme de los otros dos procedimientos de acoplamiento, sin perder de vista un solo instante el fin que perseguimos: dispondremos de una corriente variable y la queremos transformar en una variación de voltaje. Recuerde bien este principio, ya que es la clave de la solución de las explicaciones que van a seguir.

Supóngase que instalamos una válvula triodo, tal como indico en la figura 28, y que su circuito de rejilla lo excitamos con una corriente variable, con un pequeño alternador, por ejemplo. Ya sabemos que en el circuito de placa obtendremos una reproducción de dichas variaciones bajo la forma de corriente anódica. Si en este circuito conectamos una resistencia R,

sabemos que al ser recorrida por una corriente de intensidad I, se produce en sus dos bornes una diferencia de tensión cuyo valor es igual al producto de la intensidad por la resistencia. Así, por ejemplo, si la corriente varía de cero a 100 miliamperios (0.1 amperio) y luego vuelve al valor cero, pasando a través de una resistencia de 50 ohmios, la tensión en sus bornes

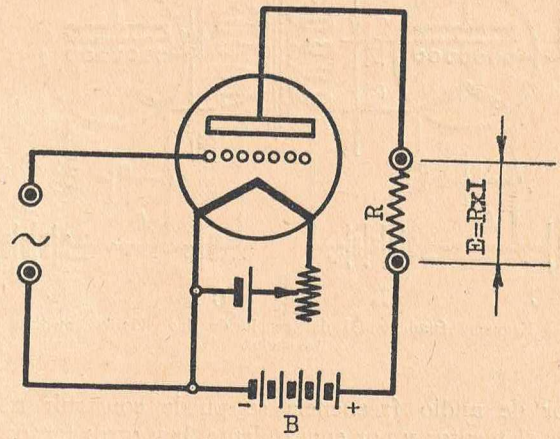


FIG. 28. — Transformación de una corriente variable en un voltaje mediante una resistencia.

habrá variado de cero a 5 voltios, para luego volver a cero. Observe bien el esquema de la figura 28 y verá que la *variación* de tensión está presente en los bornes de la resistencia.

Luego, es evidente que *hemos conseguido transformar una variación de intensidad en una variación de tensión.* Vamos a ver cómo la podemos aprovechar para aplicarla al circuito de la rejilla de una segunda válvula y formar así un amplificador acoplado a resistencias.

Desde ahora ya vemos que si el extremo superior lo conectásemos a la rejilla de la siguiente válvula ésta no funcionaría por la sencilla razón de que la polarizaríamos positivamente: absorbería casi todos los electrones procedentes del cátodo, esto es todo. Para evitar este efecto, vamos a valernos de las propiedades que tiene el condensador que permite el paso de las corrientes variables y, en cambio, bloquea la corriente continua, que es precisamente el efecto que deseamos obtener: aplicar a

la rejilla una variación de tensión y que, en cambio, la presión de la batería B no actúe.

Para realizar estos efectos, interconectemos dos válvulas mediante una resistencia, figura 29, intercalando entre el borne *a* y la rejilla de la segunda válvula un condensador C des-

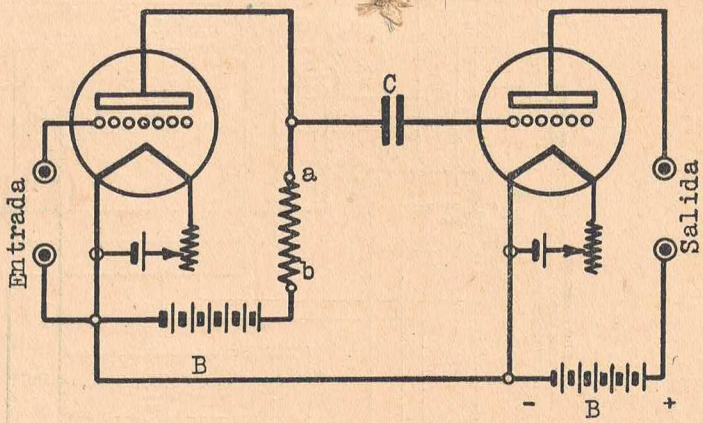
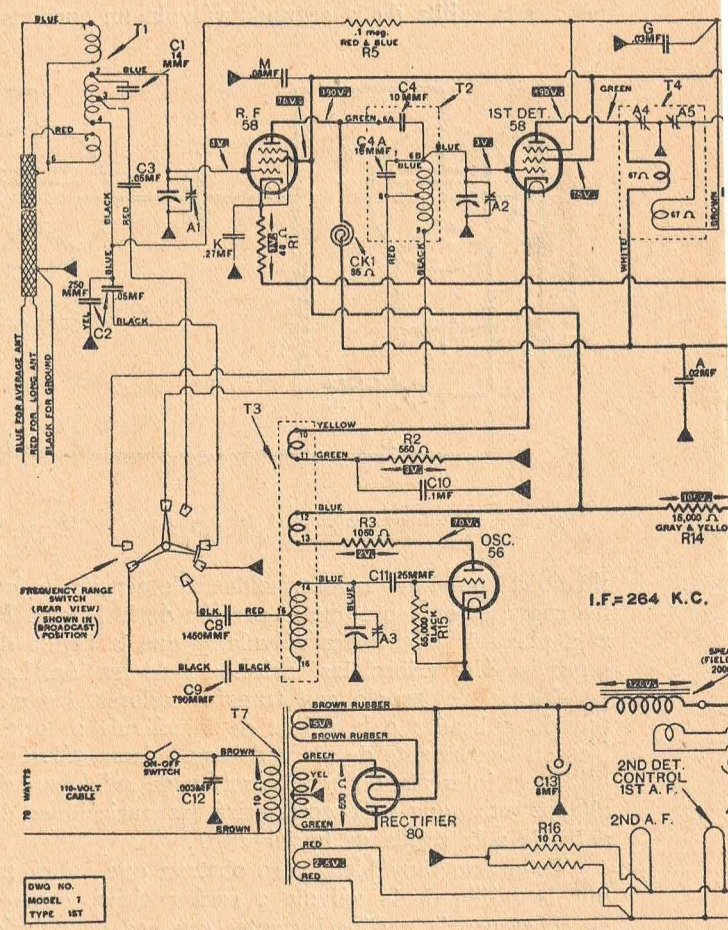


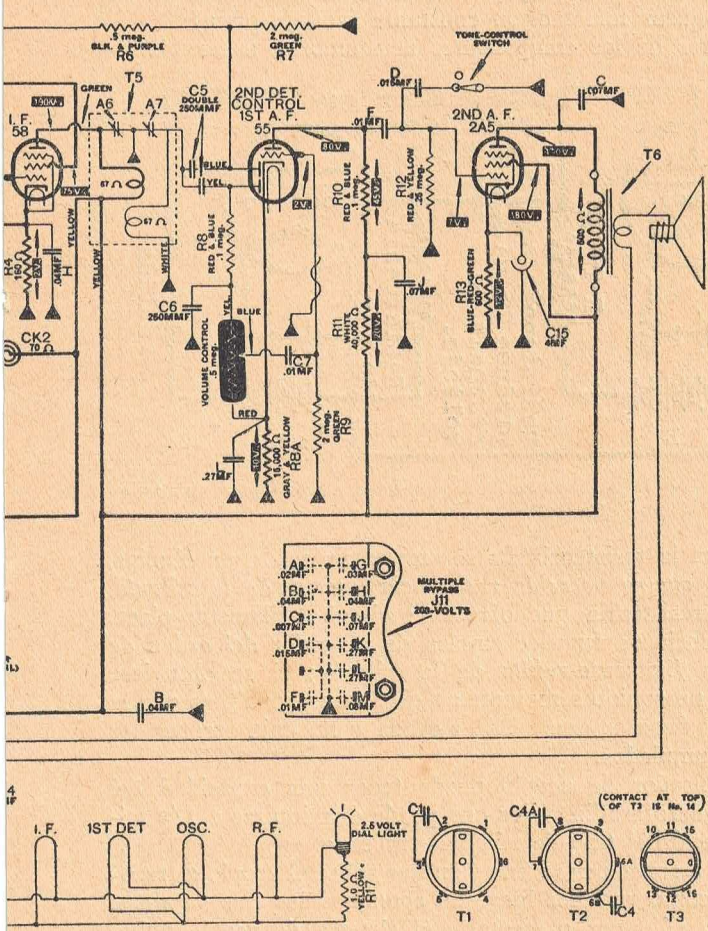
FIG. 29. — Principio fundamental del acoplo de dos válvulas a resistencia.

tinado a transferir las variaciones de tensión a la rejilla. Así las cosas, es evidente que la presión de la batería B se aplicará a la placa de la primera válvula, y que la rejilla de la válvula segunda sólo recibirá las variaciones de tensión. Lo mismo que en el caso del acoplo con transformadores, las variaciones de tensión aplicadas a la rejilla de la válvula 2, originarán cambios en la corriente de placa de esta misma válvula que podrán utilizarse intercalando en el circuito de *salida* unos auriculares, altavoz, etc., que nos reproducirá las variaciones de la tensión aplicada a la rejilla de la válvula 1.

Todo esto muy bien, pero observe que habrá momentos en que la rejilla de la válvula 2 será positiva, otros negativa, y, en consecuencia, en los instantes que sea de polaridad positiva absorberá electrones del flujo filamento-placa, y como que el condensador C bloquea totalmente a la rejilla, es preciso darles un camino de escape por el cual puedan fugarse: a este objeto intercalaremos una *resistencia de* fuga, figura 30.

RECEPTORER ATWATER KENT, 217, 427 y 667





(Cortesía de la "Atwater Kent Mfg. Co.")

Según la figura 30, tenemos dos resistencias: la Rt, destinada a producir una diferencia de tensión; la de fuga, para permitir el escape de electrones, y el condensador C, elemento transitorio para el doble objeto de transferir una variación de voltaje y bloquear una tensión constante (voltaje placa).

Los valores de los componentes acostumbran a ser los siguientes: para la resistencia Rt se emplea un valor, en ohmios, igual a *unas cuatro veces la resistencia interna de la válvula,* es decir, la resistencia que ofrece el circuito filamento-placa.

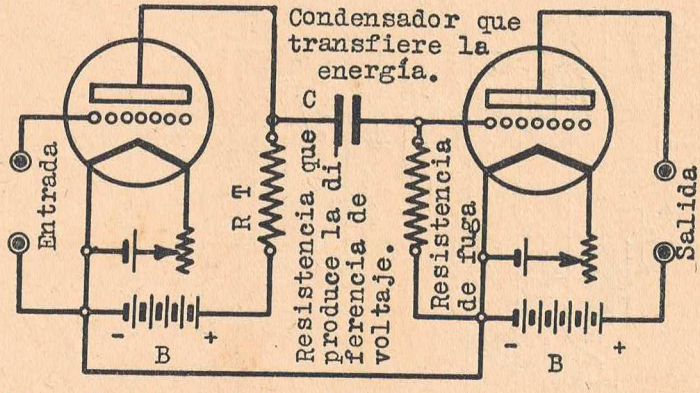


FIG. 30. — Esquema de un amplificador de dos válvulas acopladas a resistencias.

La resistencia de fuga se emplea de *un valor del orden de la resistencia filamento-rejilla* de la válvula; si se obtuviese en el altavoz un sonido semejante a "gluc, gluc, gluc", es que la resistencia de fuga es demasiado elevada y no deja escapar los electrones acumulados.

El condensador de acoplo puede tener una capacidad del orden del 1 microfaradio, valor que puede disminuirse a 1/2 microfaradio, según el tipo de válvula empleado.

El acoplo a resistencias tiene ventajas sobre el acoplo a transformadores, como veremos luego, al comparar los tres sistemas.

Me queda sólo por presentarle el sistema de acoplo a bobinas de choque, procedimiento éste bastante empleado, sobre todo en los amplificadores potentes. El principio del funcionamiento es idéntico al caso de acoplo a resistencias, poseyendo sobre éste ciertas ventajas y también ciertos inconvenientes.

Una simple comparación entre el esquema de la figura 30 y la de la figura 31 nos manifiesta que sólo se ha reemplazado la resistencia destinada a producir la diferencia de tensión Rt, por una bobina de choque. El principio del funcionamiento siendo idéntico, no volveré a repetirlo, concretándome a ampliar los puntos en que se diferencian estos dos procedimientos.

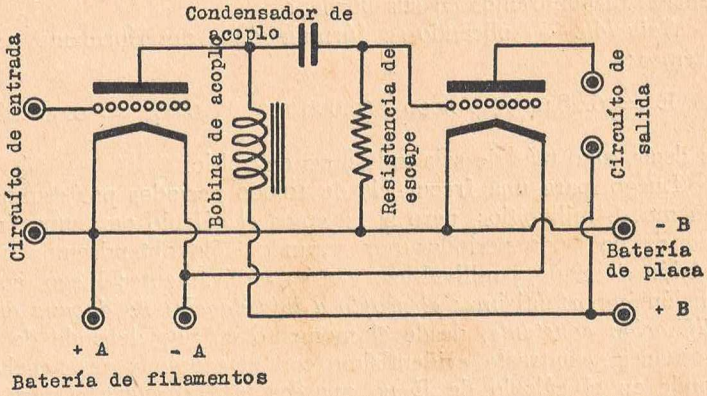


FIG. 31. — Esquema del principio de un amplificador acoplado con bobina de choque.

En efecto, si a través de una bobina hacemos pasar una corriente continua ocasionará, desde luego, una disminución de voltaje proporcional al producto de los ohmios que tenga de resistencia (muy pocos, porque las bobinas se hacen con hilo de mucho diámetro) multiplicados por la intensidad, en amperios. Esta caída de tensión es constante y por lo tanto no nos interesa para los fines que perseguimos. Asimismo, tendremos otro efecto en una bobina: cuando es recorrida por una corriente variable, en sus bornes tendremos una diferencia de voltaje E, cuyo valor nos viene expresado por la fórmula:

$$E = 6.2832 \times \text{Frecuencia} \times \text{Inductancia} \times \text{Intensidad.}$$

donde:

6.2832 = Cantidad constante.
Inductancia = Inductancia de la bobina, en henrios.
I = Intensidad, en amperios.
E = Variación de tensión, en voltios.
La frecuencia, en períodos por segundo.

Ejemplo numérico

Una bobina que ofrece una inductancia de 100 microhenrios, es recorrida por una corriente de 1 miliamperio a una frecuencia de 10.000 períodos por segundo, ¿qué diferencia de tensión dispondremos en sus bornes?

Solución. — Aplicando la fórmula dada anteriormente, tendremos:

$$E = 6.2832 \times 10.000 \times 0.000.100 \times 0.001 = 0.006.283,$$

es decir, algo más de seis milésimas de voltio.

Luego, para una frecuencia de 10.000 períodos por segundo tenemos 6 milivoltios, pero si hacemos el cálculo para una frecuencia de 5.000 períodos por segundo, sólo obtendremos una tensión de unos 3 milivoltios, y así sucesivamente; luego, conclusión importantísima: *el acoplo a impedancias no da una amplificación constante,* desde el momento en que depende de la frecuencia, contraste evidentísimo con el acoplo a resistencias, donde en el cálculo de E no aparece la frecuencia y por lo tanto la amplificación es uniforme, tanto para las notas graves como las agudas.

El acoplo a impedancias ofrece, no obstante, una ventaja sobre el acoplo a resistencias: la bobina, pudiéndose hacer de alambre de una sección considerable, y por lo tanto de poca resistencia, la *caída de tensión* a la corriente anódica (continua) es muy pequeña y, en cambio, el valor de la tensión variable puede ser muy considerable, bastando para ello con aumentar el valor de la inductancia.

En la figura 32 indico cómo varía la amplificación con los tres procedimientos de acoplo. Con las resistencias la amplificación es muy uniforme para toda la gama de frecuencias; con las bobinas de choque la amplificación varía con la frecuencia, y, finalmente, con los transformadores hay gamas de frecuencias que se amplifican más que otras debido a la complejidad de fenómenos de efectos de capacidad (que también se presentan en el caso de las bobinas de choque) al actuar los devanados como un condensador, por lo que a las altas frecuencias se refiere.

Para las finalidades prácticas, se acostumbra a emplear casi

siempre el acoplo a transformadores. Si se quiere obtener una amplificación muy uniforme se recurre al acoplo a resistencias, aunque no es el procedimiento más interesante para obtener grandes potencias debido a que la disminución de voltaje que se produce a la corriente anódica (continua) se resta del valor de la tensión de placa, de forma que si esta disminución es de

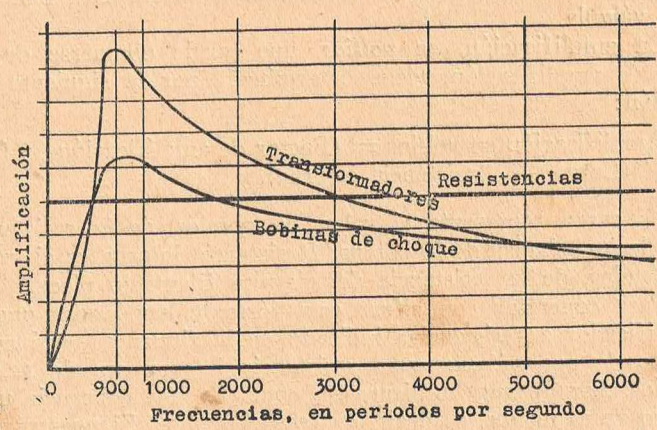


FIG. 32. — Gráfico que ilustra la amplificación obtenible con los tres procedimientos de amplificación.

30 voltios, por ejemplo, es preciso aumentar de esta cantidad la fuente de alimentación. Finalmente, el acoplo a impedancias, que parece ser el término medio, ofrece el inconveniente (lo mismo que el transformador) de amplificar según la frecuencia.

Tenga usted bien presente que el paso de la corriente continua, es decir, la que provoca el flujo electrónico en ausencia de excitación de la rejilla, no actúa en la segunda válvula, cualquiera que sea el sistema de acoplo empleado: si es a transformadores, como que cuando pasa una corriente continua por el primario en el secundario no se obtiene variación de tensión, la rejilla de la segunda válvula no es excitada. En el caso de los acoplos a resistencias e impedancias, como el que condensador de transferencia, C, bloquea la corriente continua, ninguna excitación se comunica a la rejilla de la segunda válvula. En los tres casos, por lo tanto, sólo las variaciones de corriente del circuito de placa de la primera válvula es lo que ocasiona va-

riaciones de tensión, ya sea en el secundario o a través del condensador C, que son, en definitiva, las que se utilizan para excitar la rejilla de la segunda válvula y recoger entonces en su circuito de placa las variaciones de corriente que podremos utilizar, ya sea haciéndolas circular por un altavoz o bien mediante uno de los sistemas de acoplo que ya conocemos, transformarlas en variaciones de tensión para aplicarlas a una tercera válvula.

La amplificación, *en voltios,* que puede obtenerse de un paso de amplificación, viene determinada por la siguiente expresión:

Amplificación en voltios = (Factor de amplificación × Carga) / (Carga + Resistencia interna).

La carga representa el valor, en ohmios, de la resistencia o de la impedancia de la bobina. Resistencia interna es el valor, en ohmios, de la resistencia del circuito filamento placa.

Para concretar con cifras esta fórmula, supóngase que el amplificador a resistencias indicado en la figura 31 está compuesto de una válvula cuya resistencia interna sea de 12.000 ohmios. Por lo tanto, utilizaremos como Rt una resisencia unas cuatro veces mayor, es decir, de 50.000 ohmios. Si nuestra válvula tiene un factor de amplificación de 10 unidades, la amplificación del voltaje será de:

Amplificación en voltios = 10 × 50.000/(50.000 + 12.000) = 8

Lo cual significa que toda variación de voltaje aplicada a la rejilla de esta válvula la obtendremos multiplicada por 8 en los bornes de la resistencia de tensión Rt.

Como ya dije en momento oportuno, no es conveniente amplificar con más de tres válvulas en serie, es decir, tres pasos de amplificación. Si no se obtiene la potencia necesaria para alimentar el altavoz o sistema de altavoces, entonces se pueden adoptar dos procedimientos de acoplo de dos válvulas: *en paralelo,* o bien con un circuito *balanceado* (en inglés: push-pull, que significa empujar y tirar, forma gráfica de indicar el principio de su funcionamiento).

La conexión de dos válvulas amplificadoras en paralelo no ofrece ninguna dificultad. En la figura 33 lo indico: se trata de conectar por una parte las placas y por la otra las rejillas, pudiéndose conectar de esta forma dos o tres válvulas (a veces

hasta cuatro), pero *se debe tener la precaución de reunir válvulas que sean lo más semejantes posible* (eléctricamente), es decir, que den la misma intensidad de placa bajo las mismas condiciones de voltajes de filamente y placa, y que tengan el mismo factor de amplificación y resistencia interna.

Antes de describirle estos dos sistemas de acoplo de válvulas, debo hacerle observar una cosa sumamente fundamental: así como en los pasos sucesivos de amplificación lo que nos interesa es poder aplicar grandes variaciones de tensión a la rejilla de la válvula siguiente, *en el paso final se procura obtener una fuerte variación de intensidad,* puesto que lo que hace actuar la membrada de un altavoz son los amperios que circulan por el devanado de la bobina que le comunica sus movimientos de desplazameinto.

Es por este motivo que se conectan dos válvulas en un circuito balanceado o bien dos, o más, en paralelo. Así se obtienen fuertes variaciones de intensidad en el circuito de alimentación de los altavoces.

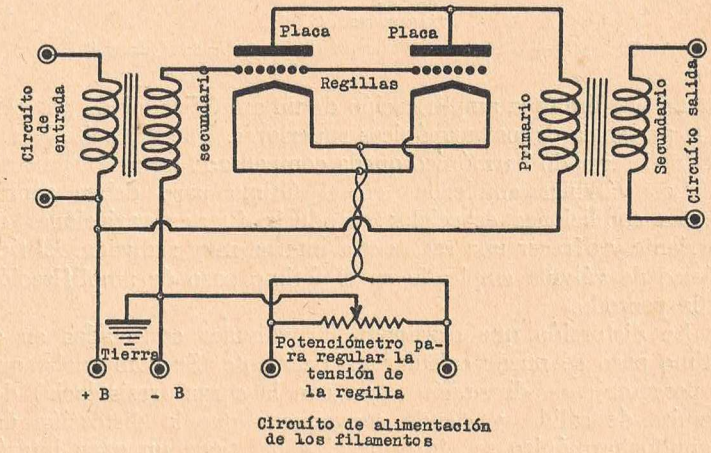


FIG. 33. — Esquema de la conexión de dos válvulas amplificadoras conectadas en paralelo.

Al último paso de amplificación se le considera como si fuese un amplificador aparte, acostumbrándose a llamarle *amplificador de potencia.*

La figura 34 indica un amplificador *balanceado.* Este pro-

cedimiento ofrece ventajas sobre el anterior, como veremos luego, pero tiene el inconveniente de necesitar doble cantidad de energía para excitar las rejillas; los circuitos de placa suplen 1,5 la energía que proporcionaría una sola válvula.

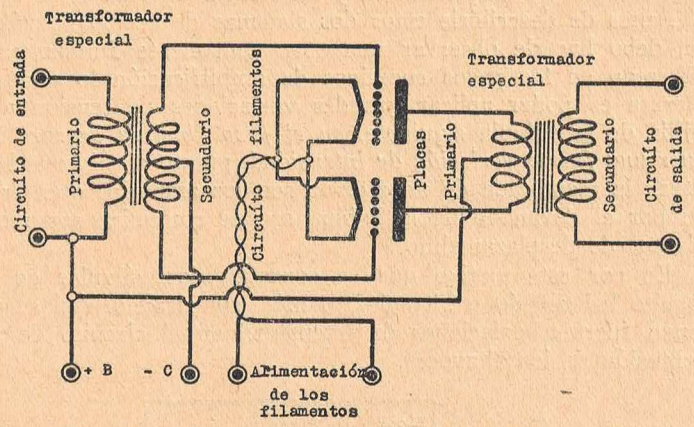


FIG. 34. — Esquema del amplificador balanceado (push-pull).

Lo que limita la amplificación de un amplificador de potencia es la presencia de los harmónicos superiores. En el circuito balanceado el segundo harmónico queda compensado automáticamente.

Las válvulas empleadas en el último paso deben reunir ciertas condiciones especiales: producir fuertes variaciones de corriente y ofrecer una resistencia interna muy reducida. El tipo clásico de válvula empleado en el último paso de amplificación es la pentodo.

La distorsión que ocasionan las válvulas conectadas en el último paso se puede calcular gráficamente. Se comprueba que el porcentaje de distorsión varía con la carga (resistencia) del circuito de salida, y siendo conveniente que la distorsión del segundo harmónico sea inferior al 5 %, tiene un gran interés tantear cuál es la carga que debe conectarse en el circuito de salida para que la distorsión sea inferior a esta cantidad.

Las dos fórmulas fundamentales referentes al último paso de amplificación, son las siguientes:

Potencia suministrada:

$$W = (I \text{ máx.} - I \text{ mín.}) \times (E \text{ máx.} - E \text{ mín.})/8.$$

Representando:

W = Potencia suministrada.

I máx. = Intensidad de placa, máxima.

I mín. = Intensidad de placa, mínima.

Si la intensidad se expresa en miliamperios y la tensión en voltios, la potencia vendrá determinada en milivatios.

El tanto por ciento de distorsión del segundo armónico viene expresado por la siguiente fórmula:

$$\% = [1/2 (I_{máx.} + I_{mín.}) - I_0]/[(I_{máx.} - I_{mín.})] \times 100$$

Representando:

% = Distorsión en % del 2.° harmónico.

I_0 = Corriente de placa sin excitación en la rejilla.

Para ilustrar el empleo de estas fórmulas, haremos una aplicación con un ejemplo numérico.

Problema.—Una válvula está alimentada a 250 voltios en la placa y en estas condiciones, su intensidad anódica $I_0 = 34$ miliamperios. La rejilla se mantiene a una tensión negativa de 50 voltios y en el circuito de placa hay una carga de 3.900 ohmios.

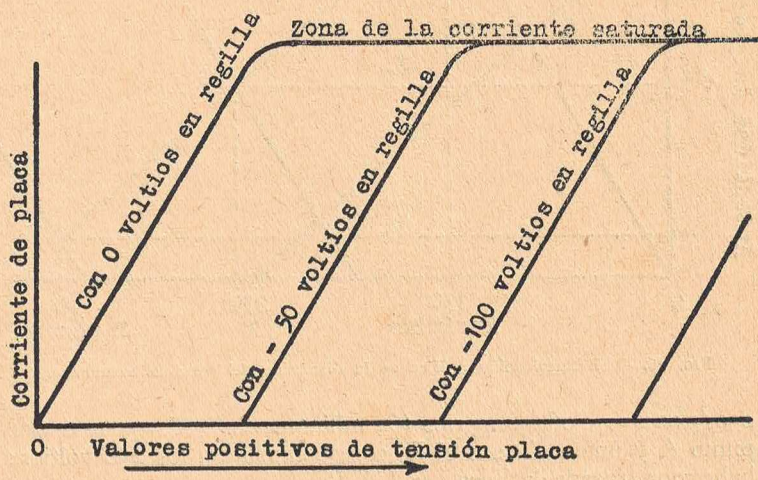


FIG. 35. — Familia de curvas características de una válvula al aplicarle distintas tensiones en la rejilla y en la placa.

Determinar la potencia que puede deliberar esta válvula y evaluar el tanto por ciento de distorsión del segundo armónico. La familia de curvas de esta válvula está indicada en la figura 35.

Solución.—En la figura 35 se indican cuatro curvas de esta válvula: desde cero voltios aplicados a la rejilla hasta 100 voltios negativos. Consideremos sólo las tres curvas correspondientes a los valores de cero, 50 y 100 voltios aplicados a la rejilla (figura 36).

Sobre la línea de tensión rejilla 50 voltios ,vamos a determinar el punto P resultado de la intersección de la intensidad de la placa I_0, igual a 34 miliamperios, y la tensión placa, 250 voltios.

Por otra parte, bajo la presión de 250 voltios, si la carga es de 3.900 ohmios, la intensidad correspondiente es de:

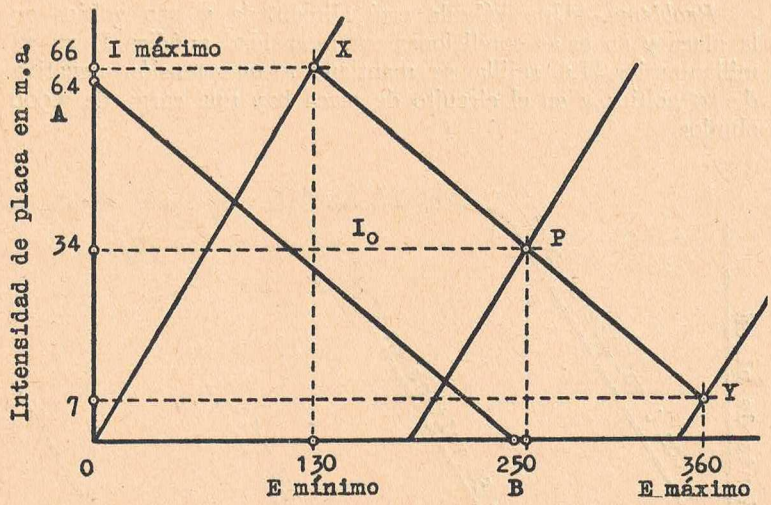


FIG. 36. — Determinación gráfica de la distorsión del segundo harmónico.

250/3.900 = 0.064 amperios (64 miliamperios). Marquemos este punto A y unámoslo con el B, corespondiente a los 250 voltios: habremos trazado la línea recta A B.

Una vez obtenida la recta A B, tracemos ahora una paralela que pase por el punto P: obtendremos la recta X Y, limitada

por las dos curvas características correspondientes a las tensiones de rejilla cero voltios y 100 viltios: son los límites de funcionamiento.

Trazando por los puntos X e Y líneas paralelas a la I_0, encontraremos que la intensidad máxima es de 66 miliamperios y la intensidad mínima de 7 miliamperios. Finalmente, trazando ahora por los mismos puntos X e Y paralelas a la línea que une los dos puntos P y 250, determinamos que las tensiones máxima y mínima de placa corresponden a E máx. 360 y E mín. 130 voltios. Del gráfico hemos deducido todos los datos para nuestros cálculos.

Luego, teniendo la rejilla polarizada negativamente a 50 voltios, para que nunca sea positiva, puede variar su tensión entre cero voltios y — 100 voltios. Pues bien, al variar entre estos dos valores límites, la intensidad de placa varía a su vez entre 7 y 66 miliamperios, lo cual hace que sus variaciones de tensión estén comprendidas entre 360 y 130 voltios, respectivamente.

Apliquemos las fórmulas anteriores y encontraremos:

$$W = (66 - 7) \times (360 - 130)/8 = 1700 \text{ milivatios.}$$

Luego la potencia deliberada es de un vatio y siete décimas, de *energía modulada*. Para averiguar el porcentaje de distorsión, tendremos, aplicando la fórmula dada anteriormente:

$$\% = [1/2\ (0.066 + 0.007) - 0.034]/(0.066 - 0.007) \times 100 = 4{,}2\ \%$$

valor que debe aceptarse.

Gracias a este pequeño tanteo sabemos *anticipadamente* que la distorsión no será apreciable con la carga de 3.900 ohmios. Si hubiese pasado del 5 % habría sido necesario modificar el valor de la carga y volver a tantear. Como norma, establezca siempre como carga de un paso final una resistencia del orden de dos veces la resistencia interna de la válvula; así, por ejemplo, si una válvula ofrece una resistencia del orden de 5.000 ohmios, conviene empezar los cálculos partiendo de la base de emplear una carga del orden de 10.000 ohmios.

Finalmente, el circuito de placa del último paso *no se conecta directamente a los altavoces* debido a que es preciso *equilibrar la resistencia interna de la válvula con la del bobinado del altavoz*. Esto es debido a que toda generatriz eléctrica da el

máximo de rendimiento cuando su resistencia es igual a la carga del circuito de utilización (ver Manual del Radioexperimentador, 6.ª edición). En este caso la generatriz es la válvula y la carga,

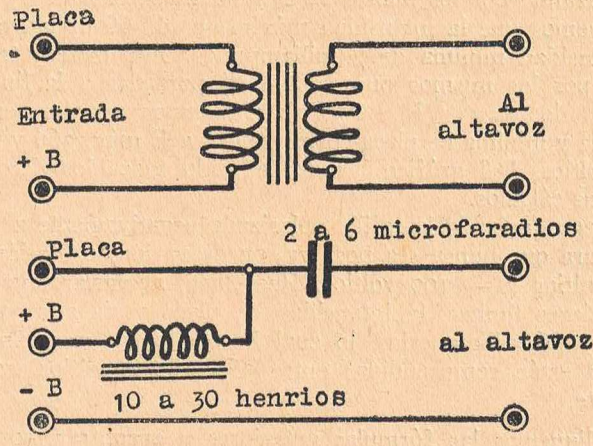


FIG. 37. — Acoplo entre la última válvula y el altavoz para equilibrar las impedancias.

el altavoz: para producir un equilibrio se emplea un transformador, tal como indico en la figura 37.

CAPITULO CUARTO

La Detección

Las ondas que radía una antena tienen la forma indicada en la figura 38 (1). Su amplitud es constante y los máximos consecutivos del mismo signo están separados entre sí por lo que denominamos *longitud de onda.*

Tan pronto como el micrófono de la estación emisora recoge un sonido, se produce una corriente de audio frecuencia en el circuito microfónico, que, después de amplificarse convenientemente por varios pasos de amplificación, actúa en el circuito oscilante, modificando la amplitud de las corrientes de

radio frecuencia, *moldeándolas* a la amplitud de la audio frecuencia; este proceso, llamado *modulación,* lo estudiaremos en la obra *Manual del Radio Experimentador;* por ahora nos basta saber que estas corrientes de radio frecuencia, cuya amplitud varía según el ritmo de una frecuencia mucho más baja, le da forma, sirviéndole de *envoltorio;* estas corrientes, de

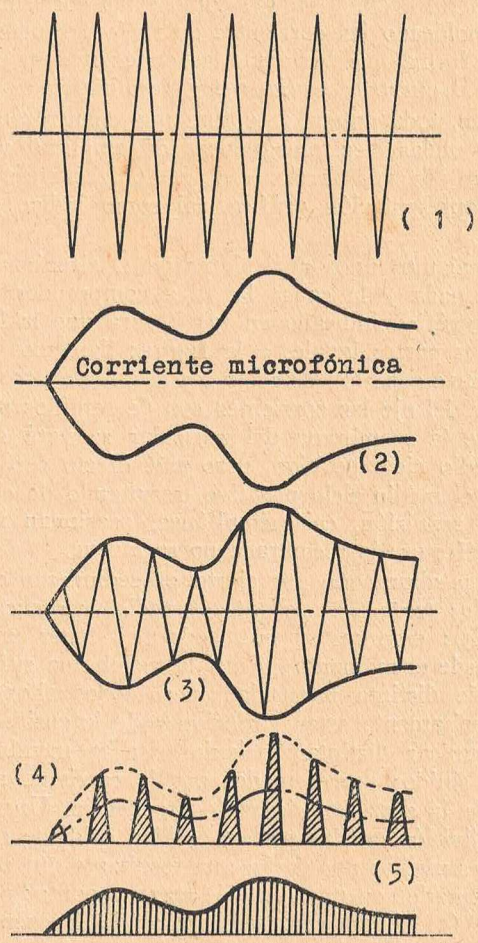


FIG. 38. — Proceso general de la modulación y demostración gráfica de la necesidad de detectar las ondas moduladas recibidas.

amplitud variable, al circular por la antena emisora generan las ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio con la velocidad de la luz.

El proceso que acabo de explicarle lo ilustro gráficamente en la figura 38: en (1) represento una corriente de radio frecuencia de amplitud constante; en (2) indico la forma de una corriente microfónica, y en (3) cómo estas corrientes microfónicas han moldeado las corrientes de radio frecuencia: es bajo esta última forma que veríamos las ondas que se propagan de una antena *si nuestros sentidos nos permitiesen verlas.*

Pues bien, toda antena receptora que encuentren en su trayecto, estas ondas electromagnéticas de amplitud variable, engendrarán en ella una corriente de radio frecuencia que tendrá la misma representación gráfica, tal como indico en la figura 38 (3).

Si intercalamos unos auriculares en el circuito de sintonía, no oiremos nada y la causa la va a comprender en seguida. Observe el gráfico indicado en (3) y verá que la línea de eje divide en dos partes iguales a la figura: llamemos sentido positivo a la parte superior y negativo a la inferior, para significar que a partir del eje las corrientes son de sentidos opuestos. Es evidente que la membrana del auricular se verá solicitada al pasar el medio ciclo positivo, pero este efecto será anulado al presentarse el medio ciclo negativo, resultando de ello que esta atracción y repulsión, casi simultánea, ocasionan una neutralización de efectos: la membrana no se mueve.

Supóngase ahora que por cierto procedimiento conseguimos *dividir en dos partes la corriente de radio frecuencia,* tal como indico en (4): entonces sí que podremos tener un efecto de atracción desde el momento en que la membrana sufrirá efectos atractivos, de distinta intensidad, pero todos ellos *del mismo sentido:* precisamente estas variaciones de intensidad serán las que al comunicar distintas inflexiones a la membrana reproducirán los sinidos representados por la corriente microfónica, *envoltorio* de la corriente de radio frecuencia. Una vez conseguida esta división en dos partes, es bien evidente que la suma de los valores medios nos darán una resultante que precisamente es el representado con una línea de trazo y punto: es este valor de corriente (5) el que representa la audio frecuencia, que, al circular por los auriculares o altavoz, nos reproducirá los sonidos que ha recogido el micrófono de la estación emisora.

Por lo que acabo de explicarle ya ve usted que, en realidad, lo que hemos hecho es *deshacer* el proceso de modulación y por este motivo se llama también *demodulación* al proceso de poner en evidencia la audio frecuencia modulada. No obstante, este proceso se le llama generalmente *detección,* conservando la denominación de los comienzos de la radio, de las primeras experiencias de Marconi hechas en Inglaterra; llamaron así al procedimiento que permitía poner en evidencia (del inglés: *to detect*) la señal recibida: le estoy hablando de la época de las ondas amortiguadas (emisoras de chispa) y detección con limaduras de hierro, no vislumbrándose entonces, ni remotamente, la posibilidad de inventar la válvula eelctrónica. Actualmente, a la detección debería llamarse *demodulación,* puesto que expresa claramente su propia finalidad.

Luego, ya ve usted que para detectar todo nuestro problema queda reducido a *dividir en dos partes la corriente de radio frecuencia modulada.* Esto se puede obtener por medio de tres

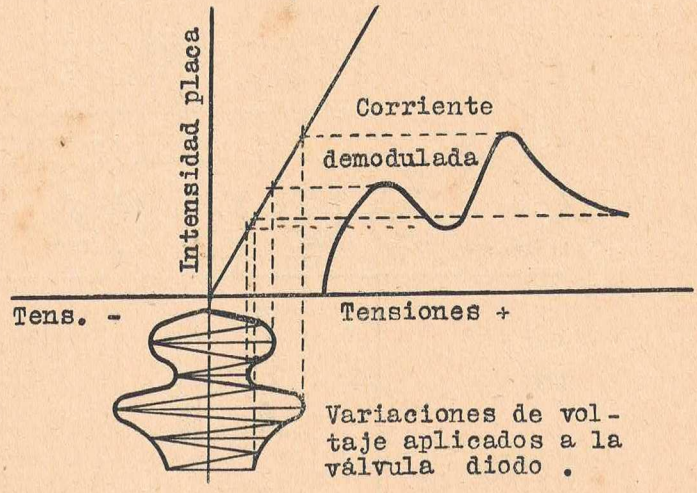


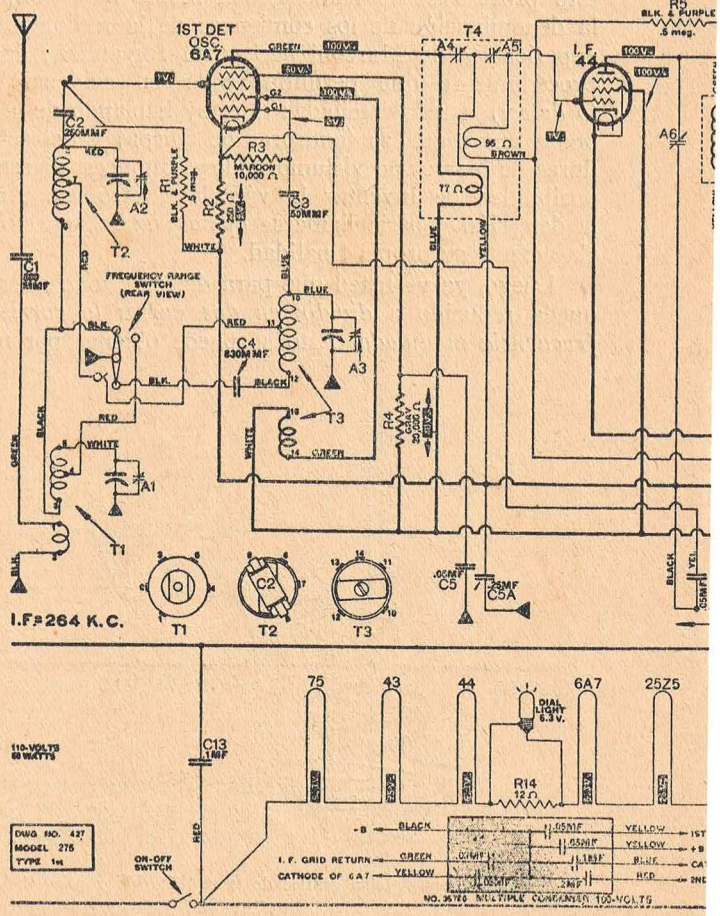
FIG. 39. — Demostración gráfica de la rectificación y principio de la detección.

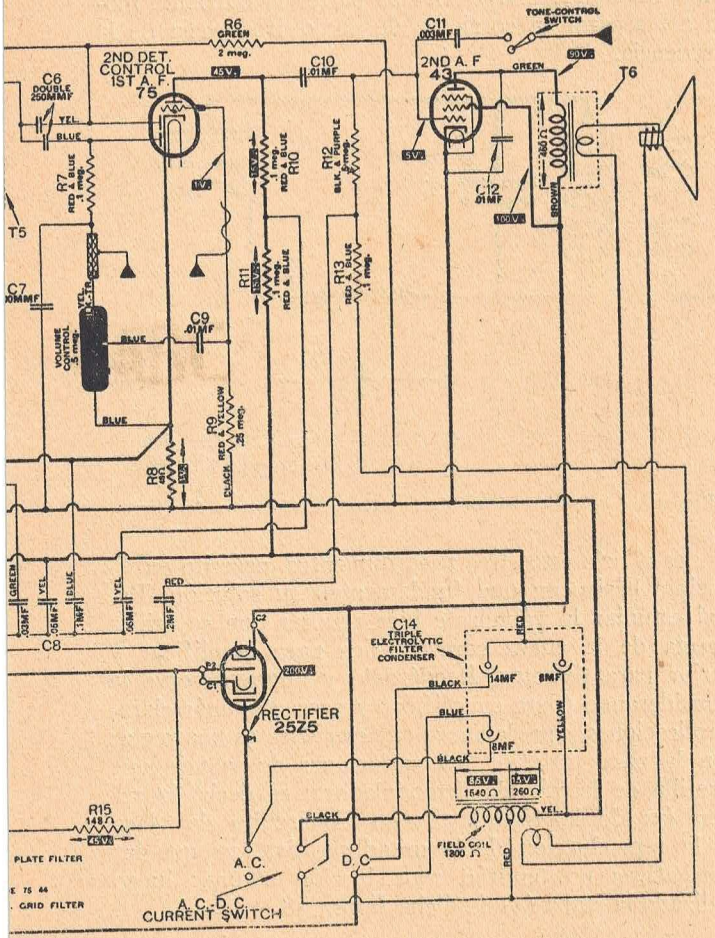
procedimientos distintos, que vamos a estudiar a continuación:

1.—Método de la válvula diodo.

2.—Método de la rejilla polarizada (llamada *detección por placa.*)

RECEPTOR ATWATER KENT, 275





(Cortesia de la "Atwater Kent Mfg. Co.")

3.—Método del condensador y la resistencia de escape (llamada *detección por rejilla*).

Estos tres procedimientos de demodulación persiguen todos ellos la misma finalidad: dividir en dos partes la corriente modulada para así separar la corriente de audio frecuencia de la de radio frecuencia.

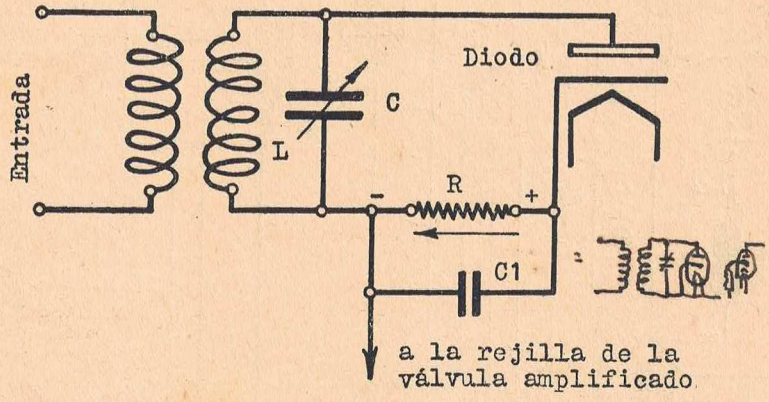


FIG. 40. — Esquema del funcionamiento de la válvula diodo como detectora.

Antes de describirle estos tres procedimientos, necesito explicarle el principio básico en que fundamentan su solución. Recuerde que al estudiar la válvula le hice resaltar que se utiliza la porción recta de la curva característica para amplificar y el codo inferior para detectar. Recuérdelo y ahora observe la figura 39, considerando (para simplificar y presentar más claramente mis explicaciones), que la curva característica es una recta; represento en la parte inferior las variaciones de voltaje que aplico a la rejilla de la válvula demoduladora, es decir, la representada en (3) de la figura 38; en el circuito de placa obtendremos la reproducción de la mitad positiva, ya que las variaciones negativas no tendrán reproducción alguna: luego habremos realizado la etapa (4) de dicha figura 38.

Método de la válvula diodo

El describirle la rectificación le expliqué (Guía Práctica de Radio, pág. 96), que la válvula de dos electrodos (diodo) deja pasar la corriente cuando la placa es positiva. La curva carac-

terística de una rectificadora es muy semejante a la de una diodo; la curva de la figura 39, que es de un diodo, explica el principio básico de la demodulación completa.

El empleo de la diodo ofrece numerosas ventajas sobre la triodo para producir el efecto de demodulación, entre las cuales merecen citarse que la característica es casi una recta y por lo tanto se evita la distorsión de las corrientes de audio frecuencia. Además, su resistencia interna siendo muy reducida, permite emplear un valor de resistencia de carga que reduzca el mínimo la distorsión. En resumen, la diodo es sumamente interesante en todos los casos que se persigue *calidad* de reproducción de sonidos.

La figura 40 indica la forma de conectar una diodo como demoduladora. Los bornes del circuito de sintonía, o de un paso previo, se conectan por una parte al ánodo y por la otra al cátodo: en los medios ciclos positivos pasa la corriente; al circular a través de la resistencia R origina una diferencia de tensión que se conduce a la rejilla de la primera válvula amplificadora en audio frecuencia.

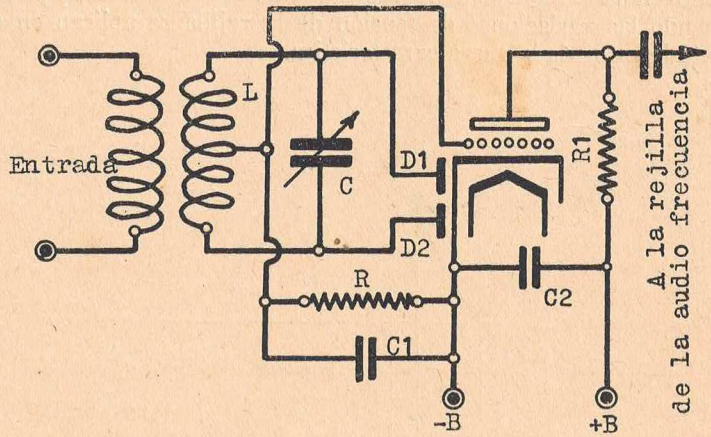


FIG. 41. — Esquema de conexiones de la válvula doble diodo-triodo.

Desde luego, es posible utilizar las dos mitades de la corriente de radio frecuencia modulada, en cuyo caso habremos duplicado la energía disponible: todo sucede como si recibiésemos el doble de energía de una misma emisora. La figura 41

indica este principio, que aprovecho para presentarle la aplicación de una válvula de reciente creación: la diodo-triodo. En esta válvula se cumplen dos resultados completamente distintos: se detecta completamente la radio frecuencia modulada y además s eefectúa el primer paso de amplificación en audio frecuencia. La demodulación de las dos mitades de la corriente modulada se verifica en la diodo, aplicándola a los bornes de la resistencia R; desde este mismo punto se conducen las variaciones de tensión de audio frecuencia a la rejilla de mando de la triodo para que el flujo electrónico las reproduzca *amplificadas*. Esta corriente variable, representación de la audio frecuencia se aplicará luego a una resistencia R1, de una acoplo a resistencias. Los condensadores C1 y C2 sirven para dar paso a las corrientes de radio frecuencia, que podrían estar presentes por efecto de inducción, etc.

Método de la rejilla polarizada

Este procedimiento es más anticuado que el que acabo de describirle. Utiliza una triodo y su funcionamiento está fundado en la desigualdad de reproducción de la corriente placa, cuando las variaciones de tensión de la rejilla se aplican en el codo inferior de la curva característica.

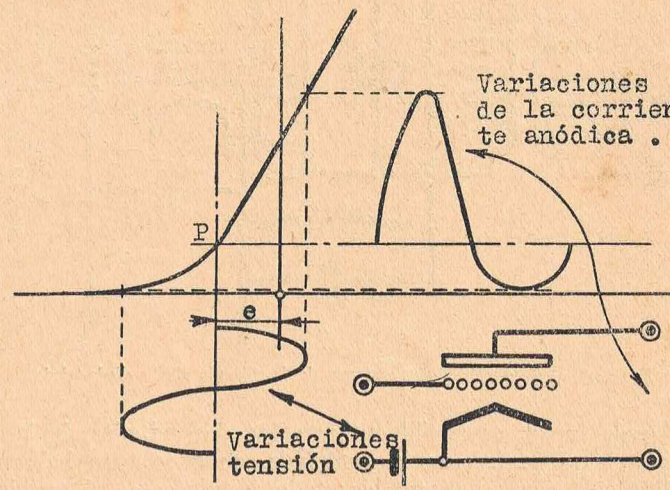


FIG. 42. — Demostración gráfica de cómo se efectúa la detección por característica de placa.

Este procedimiento podrá parecer igual que el de la diodo, pero se diferencian fundamentalmente, pues así como en este último caso ya hemos visto que los medios ciclos negativos anulan completamente la corriente anódica, de donde una detección prácticamente perfecta, en cambio, con el procedimiento de la rejilla polarizada este flujo unilateral no existe, pasa algo de la corriente, restando eficacia a la demodulación y además, lo que es peor aún, introduce una deformación (distorsión) de las corrientes representativas de la audio frecuencia.

En la figura 42 represento el codo inferior de la curva característica de una válvula. Los diversos valores de las tensiones de rejilla se indican en la misma fugura, observando que si la rejilla está polarizada a — 4 voltios (valor de e), se trabaja en el punto P de la curva, es decir, en una región muy indicada de su codo inferior.

Si en estas condiciones aplicamos una variación de voltaje a la rejilla, la corriente de placa será desimétrica, lo cual ocasionará un valor medio, que será precisamente lo que ocasionará las atracciones de la bobina móvil del altavoz. Dicho en otras palabras, esta desigualdad de la corriente placa produce un efecto algo semejante al que obtuvimos con la diodo, pero así como entonces el valor negativo ocasionaba una corriente de placa nula, ahora no es así, y, como consecuencia, se obtiene una demodulación imperfecta, no exenta de distorsión, como se puede demostrar por el cálculo y que la experiencia comprueba.

Método del condensador y la resistencia de escape

Este procedimiento es bastante mejor que el anterior, indicándose en la figura 43 el esquema de cómo se unen los diversos elementos que lo componen: una resistencia Rf se conecta a los bornes de un condensador C en el circuito de rejilla.

La resistencia Rf es igual conectarla a los bornes del condensador, que, como se indica en la figura, la diferencia consiste en que en este último caso no interviene la resistencia de la bobina, que es muy pequeña. Como que así las explicaciones serán más claras, lo adoptaremos.

Supóngase que el transformador de radio frecuencia, T. r. f., recibe una señal; la comunica al secundario y en los bornes a y b tendremos una tensión variable, que dependerá de la forma

de la señal recibida. El condensador C dará paso a las altas frecuencias, de forma que entre rejilla y filamento tendremos aplicado un voltaje que, naturalmente, dará origen a una corriente, pequeñísima, desde luego, puesto que la resistencia entre

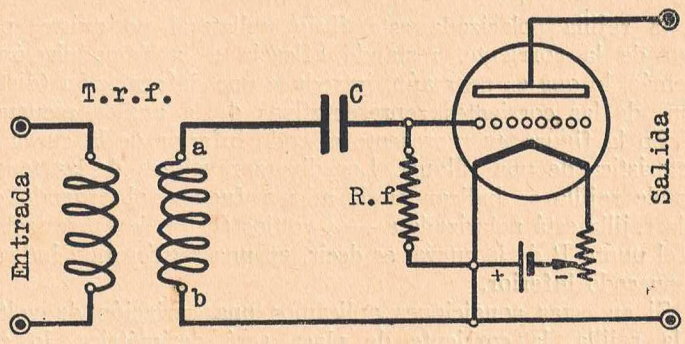


FIG. 43. — Esquema del sistema de detección por rejilla (condensador-shuntado).

el filamento y la rejilla es de varios millones de ohmios. Sea como sea, esta corriente es la causa de que en la lámina del condensador C conectado a la rejilla se almacenen cierta cantidad de electrones que no teniendo escape alguno, se fugarán a través de la resistencia Rf, llamada por este motivo *resistencia de fuga,* o de escape.

Esto origina un mecanismo muy sutil que, para su perfecta compresión, necesito que siga muy atentamente las explicaciones siguientes.

Tan pronto se recibe una señal, por el condensador C se comunica una tensión que se aplica al espacio cátodo-rejilla. Esto produce una acumulación de los electrones, que fluyen del cátodo hacia la placa; esta carga electrónica se deposita en el condensador C, y si no les diésemos un paso de escape, bien pronto alterarían el funcionamiento de la válvula: es el objeto de la resistencia. Obsérvese que Rf se conecta al polo *positivo* de la batería de caldeo, con objeto de *atraer* los electrones almacenados en C.

Esta forma de detección es más complicada de lo que acabo de explicarle, y para que lo comprenda fácilmente, en la figura 44 le indico las diversas fases del proceso. En (1) represento la señal recibida, que se aplica al condensador C, cuya

carga da origen a una corriente de rejilla, representada en (2); la tensión de rejilla sufre entonces una deformación, representada en (3), es decir, la corriente origina un desarrollo de tensión negativa que accionando sobre el flujo electrónico filamento-placa, hace que éste disminuya, efecto que se representa en (4).

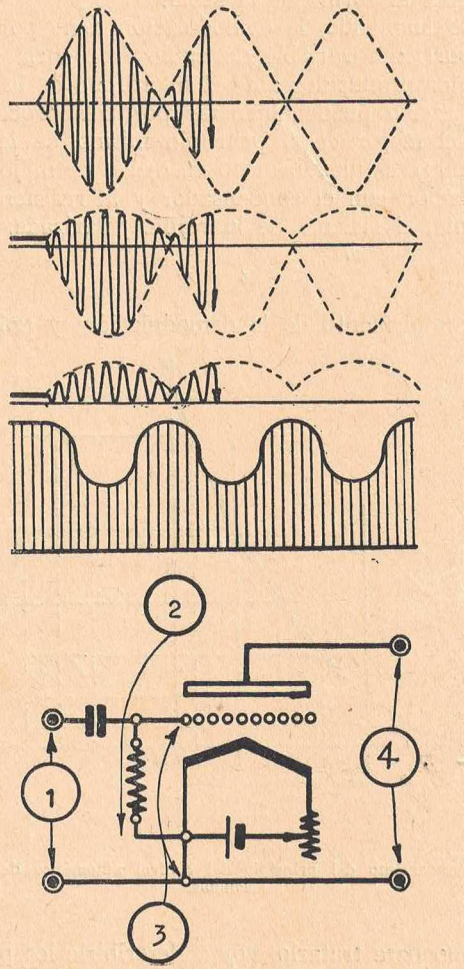


FIG. 44. — Demostración gráfica del proceso completo del sistema de detección por rejilla (condensador-shuntado).

De lo anterior se deduce que *cuando se recibe una señal la corriente de placa disminuye en vez de aumentar,* como sucede con los otros dos sistemas de demodulación que le he descrito. Esto, desde luego, no tiene ninguna importancia puesto que lo que perseguimos es una *diferencia de intensidad anódica* que nos represente la forma de la señal.

Luego, resumiendo, la demodulación tiene por objeto hacer actuar la corriente variable de audio frecuencia representativa de los sonidos producidos ante el micrófono de la estación emisora. Este efecto puede obtenerse por tres procedimientos, de los cuales el mejor es el principio mismo de la rectificación (válvula diodo), siguiendo luego en orden de mejor rendimiento la demodulación con el condensador y la resistencia de escape y, finalmente, el sistema de la rejilla polarizada.

* * *

Como complemento de la demodulación, y por ser el lugar

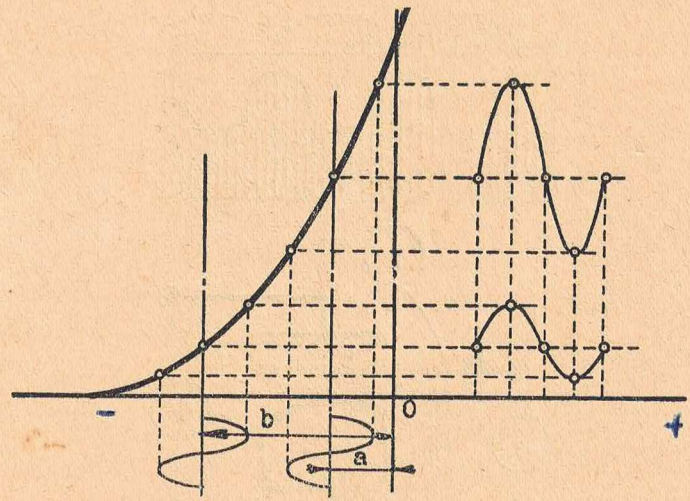


FIG. 45. — Fundamento del principio del control automático del volumen de los sonidos.

más oportuno para tratarlo, voy a describirle los procedimientos más modernos que actualmente se emplean para controlar automáticamente el volumen de las recepciones radioeléctricas.

Sucede que la propagación de las ondas electromagnéticas está sometida a una serie de variaciones que puede decirse no es la misma en dos instantes consecutivos. La influencia de las cargas eléctricas de la atmósfera, la variabilidad conductora de sus altas capas, incluso el efecto del sol sobre la ionización atmosférica, etc., etc., son algunas de las muchísimas causas que influyen decididamente en la propagación de estas ondas, de tal forma, que en la recepción se obtienen variaciones muy considerables. Esta falta de constancia en el volumen de la música produce un efecto sumamente desagradable que se ha procurado remediar graciar a una disposición, que por su misma finalidad ha sido denominada *control automático de volumen,* indicándose abreviadamente por sus iniciales C. A. V.

El principio de su funcionamiento no puede ser más sencillo, como verá usted seguidamente. Supóngase que la figura 45 nos representa la curva de la característica de una válvula; observando esta curva, vemos que en la parte inferior la pendiente es poco pronunciada, mientras que la parte superior lo es muchísimo más. Resulta de esto que si hacemos

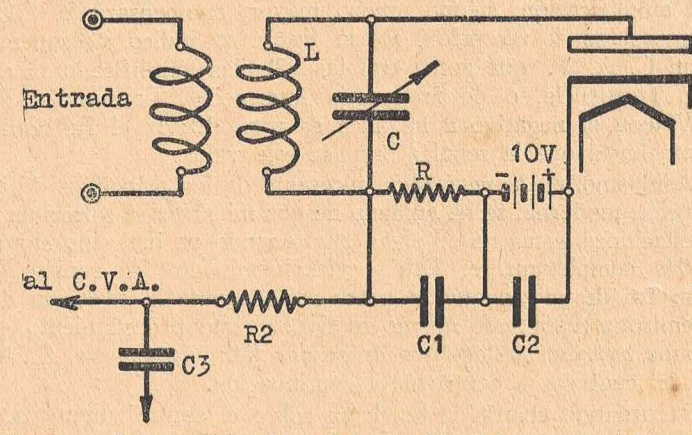


FIG. 46. — Esquema básico del control automático del volumen de los sonidos, con funcionamiento retardado (tensión de 10 voltios).

actuar la señal, polarizando la rejilla del valor "a", se amplificará mucho, mientras que si la rejilla es polarizada del valor "b", entonces la señal se amplificará poco.

Veamos ahora cómo es posible que según sea la intensidad

de la onda recibida haga desplazar el punto de ataque de la rejilla, esto es, que haga variar los voltajes de polarización, desde el valor "a" cuando recibe una señal débil (que se amplificará mucho), al valor "b" para una señal fuerte, que se amplifique poco, obteniendo entonces un control para todos los valores intermedios que dependerán del valor de la señal recibida.

Supóngase, figura 46, que la tensión recogida en los bornes de la resistencia R, que evidentemente depende de la señal recibida, se utiliza para polarizar la rejilla de la válvula de control de volumen, esto es, que hará variar los valores de polarización de rejilla de "a" a "b", pasando por todos los intermedios. Tan pronto recibamos la señal fuerte, la tensión a los bornes R será elevada, la rejilla se polarizará mucho, de un valor "b", y la señal se amplificará poco; si en el transcurso de la recepción, la recepción tiende a debilitarse por efecto de desvanecimiento de las ondas (debido a las causas explicadas anteriormente), entonces la tensión a los bornes de R será menor, la polarización de rejilla se desplazará hacia el punto "a" y la amplificación, siendo mucho mayor, compensará la falta de intensidad de recepción. En la figura 47 indico el esquema de un C. A. V., que actúa con las válvulas amplificadoras de radio frecuencia, o de frecuencia intermedia. La tensión de -10 V, con el negativo a la placa es para diferir el funcionamiento hasta que la señal sobrepasa este valor.

Asimismo, en la perfección incesante de los principios de la recepción moderna, se ha cuidado de que mientras se seleccionan las estaciones, éstas no se oigan sino cuando ya han sido sintonizadas completamente. Este perfeccionamiento ha suprimido el sin fin de ruidos que se producían durante la selección de las emisoras; por este mismo motivo, a este procedimiento se le llama *supresor automático de ruidos* (abreviadamente, S. A. R.), del cual voy a ocuparme a continuación.

Recordando cuanto le he dicho sobre el control automático de volumen, hagamos referencia al esquema de la figura 47. La primera válvula V1 funciona como demoduladora diodo, la válvula V2 como S. A. R. y la válvula V3 como amplificadora en audio frecuencia. Veamos cómo funciona este conjunto de tres válvulas.

Supongamos que no recibimos señal alguna: la diodo V1 no deja pasar corriente en el circuito de placa y por lo tanto a los

bornes de R no tendremos ninguna tensión negativa; como consecuencia, la válvula V2 dejará pasar el *máximo* de corriente a través de R2, generándose en sus bornes la máxima tensión, que, aplicando su polo negativo a la rejilla V3, originará una

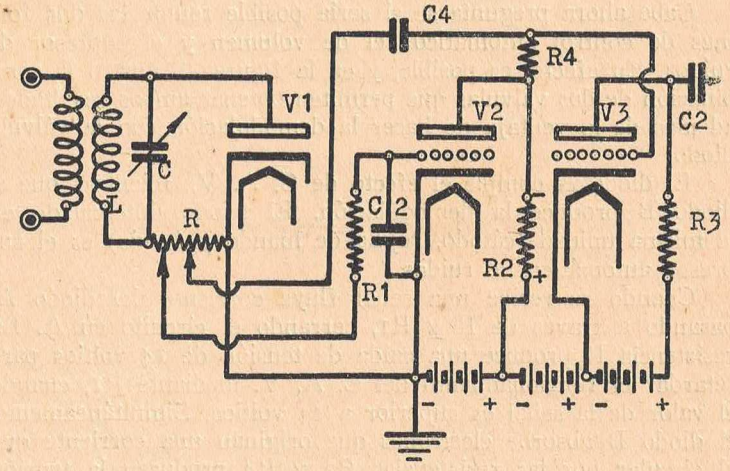


FIG. 47. — Esquema del control automático del volumen y principio del supresor de ruidos.

supresión de la corriente anódica y, en consecuencia, el amplificador en audio frecuencia no será excitado: ninguna señal se amplificará.

Si se recibe una señal, la corriente pasará del cátodo a la placa de V1. A través de R circulará corriente que originará la generación de un voltaje en sus bornes. La tensión negativa se utiliza para bloquear la válvula V2, y no circulando corriente por su placa, ninguna tensión se producirá en los bornes de R2 y, como consecuencia, la válvula V3 no se verá afectada por ninguna tensión negativa, funcionará normalmente y de esta manera las señales procedentes de V1, a través del contacto variable de R, se aplicarán a la rejilla de la válvula amplificadora V3, a través de C4.

Por lo tanto, mientras no se sintonice completamente una emisora, dando el máximo de intensidad, el amplificador no funciona, y tan pronto el receptor se ha sintonizado exactamente,

mediante el mecanismo eléctrico que acabo de describirle, el amplificador entra en funcionamiento.

(Aunque apartado del tema, lo que acabo de explicarle le sugerirá un sin fin de aplicaciones: avisadores, controles automáticos, etc., que pueden obtenerse del principio anterior.)

Cabe ahora preguntarse si sería posible reunir las dos formas de control automático: el de volumen y el supresor de ruidos. En efecto, es posible, y en la figura 48 ilustro la combinación de dos válvulas que permiten obtener ambos resultados, además de la ventaja de hacer la demodulación con la válvula diodo.

El diodo A cumple el efecto de C. A. V., mientras que el diodo B produce la demodulación. El triodo, intercalado en la misma unidad (cátodo, rejilla de mando y ánodo) es el supresor automático de ruidos.

Cuando se recibe una señal fluye corriente del diodo A, pasando a través de R y R1, cerrando el circuito en A. La resistencia R produce una caída de tensión de 14 voltios para retardar el funcionamiento del C. A. V. mediante R1, cuando el valor de la señal es superior a 14 voltios. Simultáneamente, el diodo B absorbe electrones que originan una corriente que al circular por las resistencias R3 y R4 producen la tensión negativa necesaria para el funcionamiento de la pentodo y la triodo. -

Cuando se recibe una señal, la rejilla de la triodo se polariza negativamente, la corriente anódica es nula y, por lo tanto, no circulará corriente a través de R5, lo cual hace que la pentodo funcione con el máximo de intensidad placa, limitada, desde luego, por la polarización negativa de R7. Bajo estas condiciones, la pentodo amplifica las corrientes de audio frecuencia procedentes de la diodo B, comunicándolas a los pasos del amplificador.

Si no se recibe señal alguna entonces no circula corriente ni por la diodo A ni por la dido B. El C. A. V. no funciona debido a que la tensión negativa de R impide que entre en función, lo cual origina que a través de R5 pase el máximo de corriente originando una polarización negativa tan grande de la rejilla de mando de la pentodo, que el flujo electrónico queda completamente bloqueado y, por consiguiente, en el altavoz no se reproduce ningún sonido.

Supongamos ahora el término medio, cuando se recibe una

señal no bien sintonizada: el S. A. R. no funcionará hasta que actúe el C. A. V. para que tenga constante el funcionamiento del demodulador.

Luego, gracias a la disposición indicada en la figura 48, se consigue obtener un control automático de regularización del

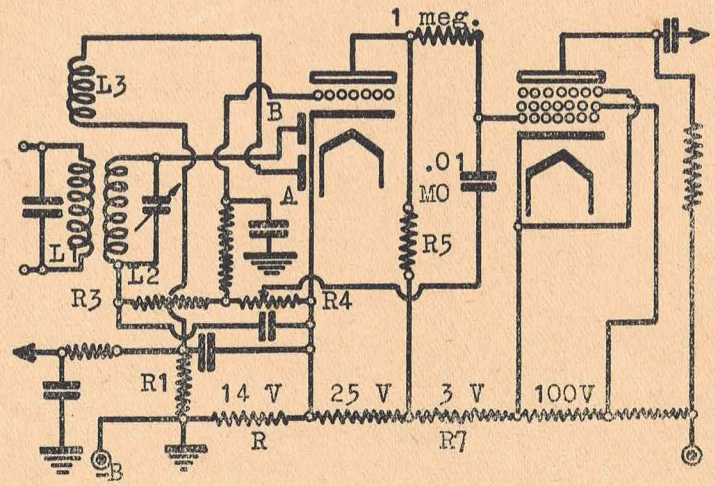


FIG. 48. — Esquema de las interconexiones del control automático del volumen retardado supresor de ruídos y acoplo a la válvula de amplificación de audio frecuencia.

volumen y asimismo suprime los ruidos que se originan al sintonizar; además, las descargas atmosféricas que actúan en la antena receptora, su intensidad no puede ser superior a la de los sonidos, porque automáticamente el exceso de intensidad bloquea la válvula de control.

SEGUNDA PARTE

Los receptores modernos

CAPITULO PRIMERO

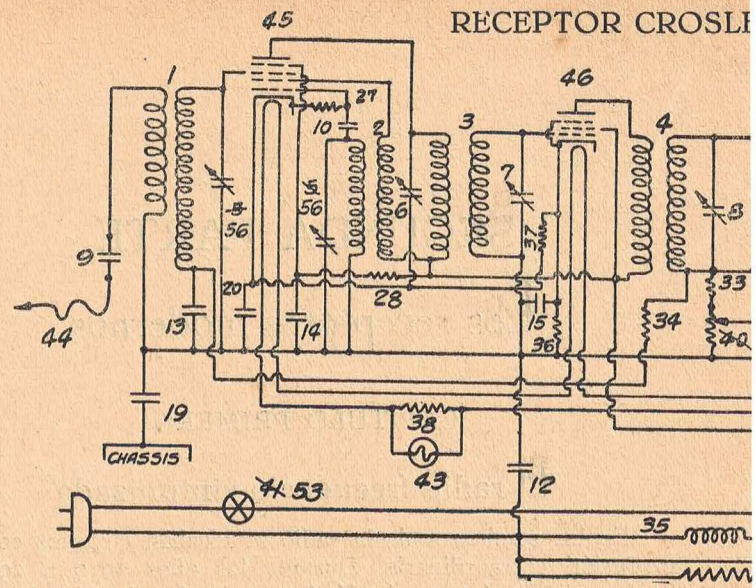
El radio frecuencia sintonizada

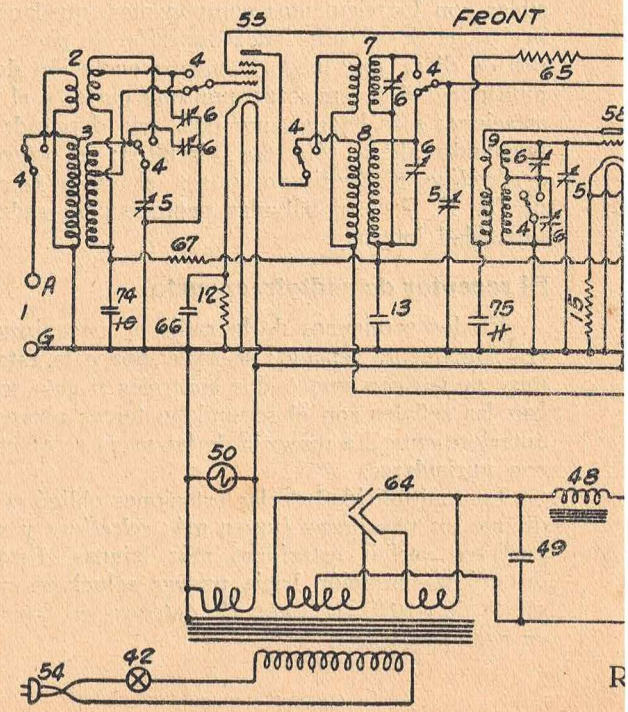
En los comienzos de la radio se ideaban circuitos con una profusión extraordinaria. Durante los años 1919 a 1923 se llegó a agotar el tema, haciéndose todas las combinaciones posibles con los elementos componentes, quedando, después de la avalancha de circuitos, una selección de pocos, muy pocos (menos de diez), que luego la misma evolución de la radio, con la multiplicidad de emisoras, por una parte, y el interés de recibir estaciones más lejanas, por otro, han depurado aquella selección quedando ahora sólo dos circuitos: el *superheterodino* y el *neutrodino modernizado,* o sea el radio frecuencia sintonizada (R. F. S.) con válvulas pentodo para reducir al mínimo la capacidad interna.

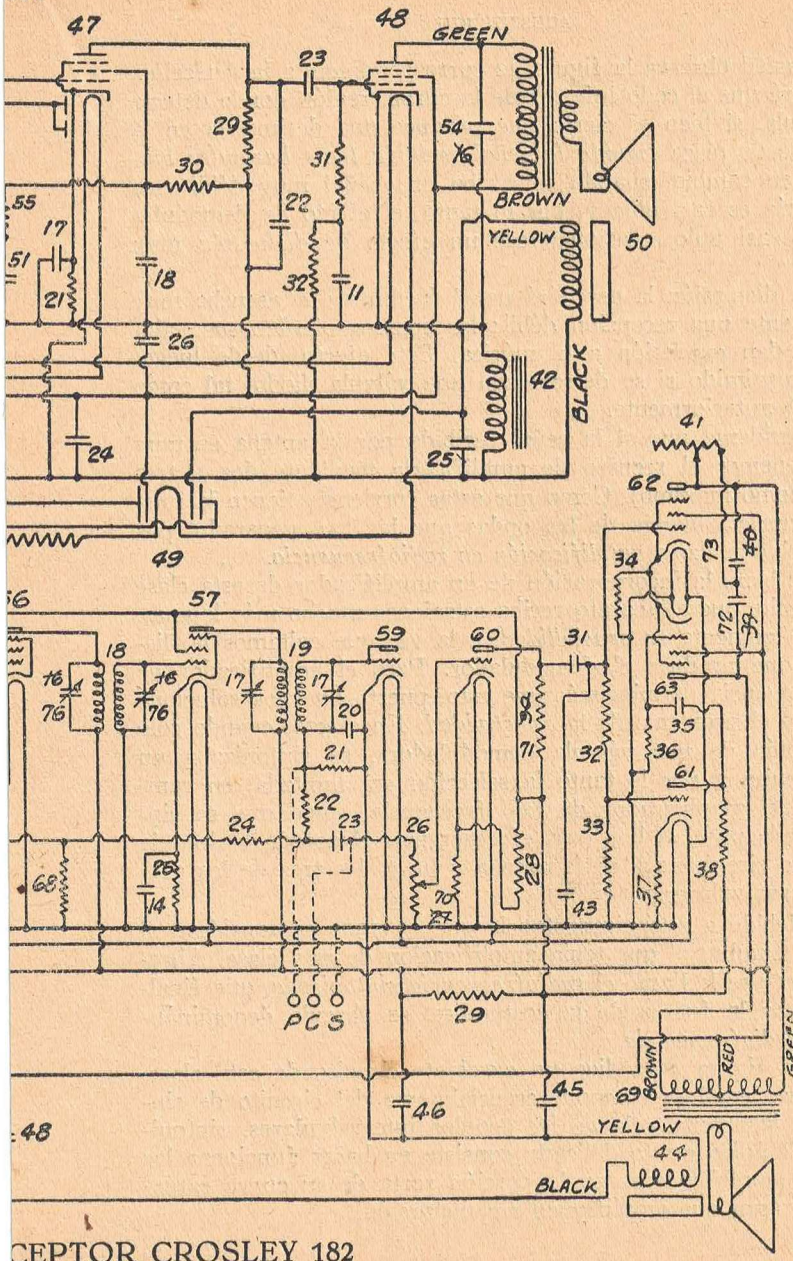
El receptor de radiofrecuencia

En los comienzos de la radio el mecanismo de la recepción era sumamente sencillo: se seleccionaba la estación (que habían muy pocas) con uno o dos controles y acto seguido se detectaban las señales con el segundo o tercer procedimiento indicado anteriormente. La mayoría de las veces se efectuaba la recepción con auriculares.

La multiplicidad de las estaciones obligó a buscar la manera de que los receptores fuesen más *selectivos* y *sensibles* para que pudiesen recibir estaciones más lejanas. Esta doble finalidad orientó la recepción hacia nuevas soluciones y entre ellas surgió la de *amplificar antes de detectar,* es decir, la *amplificación en radiofrecuencia.*


45
46
1
2
3
4
27
10
56
6
7
37
8
9
20
28
33
34
44
13
14
15
36
19
CHASSIS
38
43
12
53
35


55
FRONT
65
67
74
66
12
13
75
A
G
50
64
48
49
54
42



CEPTOR CROSLEY 182

(Cortesía de la "Crosley Radio Corp.")

Si usted observa la figura 42 correspondiente a la detección, observará que el codo inferior de la curva, región donde detecta la válvula, si bien es cierto que produce una desimetría en la corriente de placa *cuando la señal recibida tiene bastantes amplitud,* en cambio, cuando se recibe una señal muy débil esta desimetría es casi nula y, por lo tanto, el efecto de demodulación es casi nulo, ocasionándose un efecto de *distorsión* muy notable.

Esta distorsión la percibirá usted fácilmente si escucha muy atentamente una recepción débil: los sonidos pierden sus valores, no dan expresión a la música. Este efecto, desde luego, queda suprimido si se detecta con una válvula diodo, tal como expliqué anteriormente.

Es evidente que si la señal recibida por la antena es muy débil, tenemos el recurso de amplificarla mediante dos o tres pasos (como máximo). Como que estas corrientes tienen la misma frecuencia que la de las ondas que las han generado, por este motivo se llama *amplificación en radiofrecuencia.*

Pues bien, la incorporación de un amplificador de esta clase nos permite que el aparato reciba estaciones mucho más lejanas, es decir, aumenta su *sensibilidad,* a la vez que evitamos la distorsión que produce el demodulador. Pero el amplificador de radiofrecuencia permite más que esto, puesto que nos soluciona asimismo el problema de la *selectividad.* En efecto, cuando sólo se disponía de una válvula demoduladora, se sintonizaba un solo circuito y por lo tanto la selección era limitada, en cambio, con el amplificador de radiofrecuencia, como que se sintoniza cada paso, si hay tres, efectuaremos el acorde o sintonía de cuatro circuitos: el de la antena y luego los tres de los acoplos intervalvulares.

Es debido a esta circunstancia que en 1920 se consideró el receptor cumbre al que tenía amplificación de esta clase. Abreviadamente se le llamó el *radiofrecuencia sintonizada,* que finalmente, por la fuerza de la costumbre, se abrevió denominándolo *el radiofrecuencia.*

En la figura 49 indico un excelente circuito de esta clase, que ya ve usted se compone esencialmente del circuito de sintonía de la antena y luego los acoplos intervalvulares, sintonizados. El único punto delicado consiste en hacer funcionar las válvulas amplificadoras en la porción recta de su curva característica, para que amplifiquen sin distorsión.

La primera objeción fundamental que puede hacerse al radiofrecuencia ordinario está en la estructura misma de la válvula electrónica: los electrodos ofrecen entre sí un cierto efecto de capacidad, muy pequeño, desde luego, pero suficiente para que con frecuencias de millones de períodos por segundo representen un efecto en extremo nocivo.

A través de este efecto de capacidad se propagan corrientes

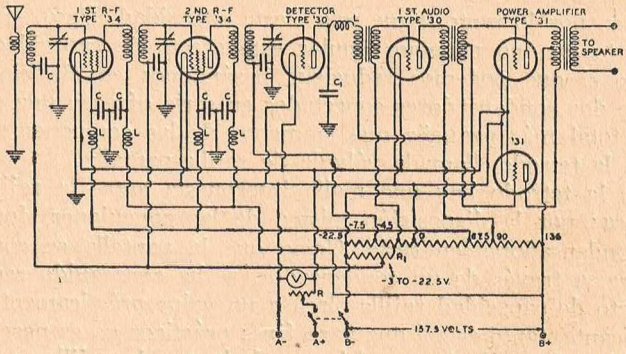


FIG. 49. — Esquema de un receptor de radio frecuencia sintonizada de gran rendimiento, tipo R. C. A.

de la placa a la rejilla y como consecuencia de esta transferencia de energía puede llegar a producirse el etretenimiento de oscilaciones en el circuito de amplificación. No es sólo éste el inconveniente grave, sino que este transporte de energía, dependiendo de la frecuencia, hay una inestabilidad en el funcionamiento de la válvula, bastando con recibir una señal de una amplitud suficiente para que las oscilaciones se establezcan bruscamente, o bien que las de cierta amplitud se deformen.

Ya durante la gran guerra se procuraron evitar estos inconvenientes con varias soluciones, siendo la más acertada de todas, la que propuso el Profesor Hazeltine, que, en principio, consiste en hacer circular una corriente igual y de sentido contrario a la que se origina en virtud del acoplo entre la rejilla y la placa. Gracias a esta disposición se neutraliza el efecto producido por el acoplo; por este motivo se dió el nombre de *neutrodino* al circuito que evitaba los inconvenientes del acoplo interno de la válvula.

Luego, en resumen, *el neutrodino es un amplificador de*

radiofrecuencia, en el cual se neutraliza la corriente originada por el acoplo capacitativo de los elementos de una válvula. Tenga bien presente lo que acabo de decirle: neutraliza, pero no lo evita.

Allá por el año 1926 el Profesor Hull tuvo una idea magnífica. La capacidad rejilla-placa no es posible anularla, puesto que son dos superficies paralelas, cercanas, con tensiones distintas y con una conexión común (el filamento): es un condensador y, por lo tanto, tiene una cierta capacidad. Pero, si bien es cierto que no podemos anular este efecto de capacidad, en cambio sí que podemos reducirlo, basándonos en el principio de que dos condensadores conectados en serie ofrecen una capacidad total más pequeña que la menos de las componentes. Y surgió la tetrodo, llamada válvula de rejilla-pantalla.

En la tetrodo hay una malla interpuesta entre la rejilla y la placa; por la disposición misma de las conexiones, forman dos condensadores en serie. Como que la pantalla se conecta a tierra, a través de un condensador, se ha conseguido reducir el efecto de capacidad rejilla-placa a un valor prácticamente insignificante, tanto es así que para fines prácticos no es necesario neutralizar las válvulas: podríamos decir que la rejilla-pantalla realiza el efecto del neutrodino *dentro* de la misma válvula.

Desde luego, mucho se adelantó con esto, pero como que en 1926 el número de emisoras era ya muy crecido, el neutrodino no pudo satisfacer plenamente las necesidades del momento: era poco selectivo y, en consecuencia, no quedó otro recurso que adoptar el superheterodino, a pesar de los muchos defectos que presenta para la persona que exige una buena calidad de reproducción de la música.

En 1932 se volvió a emprender el estudio del perfeccionamiento de la radiofrecuencia sintonizada, neutralizado automáticamente con la válvula de rejilla-pantalla. Se procuró aumentar su selectividad, punto éste que lo colocaba en inferioridad con respecto del superheterodino, y, profundizando el estudio del circuito, se llegó a la conclusión de que el defecto residía en la construcción de los transformadores de la radiofrecuencia. Para encontrar la solución de este delicado problema se estudió la relación entre el valor de la inductancia y el de la resistencia de estos transformadores; la relación de L/R (inductancia dividida por la resistencia) nos da el factor de tiempo, y, en consecuencia, si queríamos que el circuito fuese muy selectivo,

era preciso construir estas bobinas de tal forma que el factor de tiempo fuese inferior al del período oscilatorio de la corriente que se recibía.

Para ilustrar este ejemplo, supóngase que la relación de L/R es de un millón. Si recibimos una onda de 300 m. (frecuencia un millón de períodos por segundo) este receptor está funcionando al límite de su selectividad, y, por lo tanto, las ondas inferiores a 300 m. se recibirán con dificultad creciente, su selectividad no será bastante.

Si, en cambio, hacemos que la relación L/R sea pequeñísima, la selectividad aumentará y por lo tanto nuestro aparato obtendrá recepciones con una selectividad excelente.

La radiofrecuencia sintonizada, que utiliza válvulas de rejilla-pantalla para producir el efecto de neutralización, cuyos transformadores de radiofrecuencia se han construído especialmente para que el factor tiempo ser muy reducido, se le llama *super-inductancia,* denominación que ya expresa el principio y finalidad de este receptor: competir con el *superheterodino* a base de un estudio profundo de la *inductancia.*

CAPITULO SEGUNDO

El superheterodino

Como que este receptor es, hoy día, el que más se ha impuesto en todo el mundo, voy a describirlo con cierto detalle para que así no hayan dificultades de interpretación de los circuitos que presentaré en el transcurso de estos estudios.

Ya dije anteriormente que la dificultad de la triodo para la amplificación en radiofrecuencia, necesaria por diversos conceptos, como ya he demostrado, está en que las frecuencias empleadas en la radio son muy elevadas. En cambio, si empleásemos ondas de una longitud de unos 10.000 metros, entonces estas dificultades habrían desaparecido y se conseguiría una recepción neta y sin dificultades de ninguna clase.

Pues bien, el superheterodino resuelve el problema en una forma muy sencilla gracias a una principio sumamente ingenioso que voy a describirle a continuación.

Supóngase que dos vibraciones, A y B, tienen una frecuencia muy cercana y hacemos que ambas se mezclen; dos corrientes

alternas, por ejemplo, que circulan por un mismo circuito. En la figura 50 represento gráficamente este experimento.

Observemos que si las frecuencias son muy cercanas se producen lo que se llaman *batidos,* es decir, una tercera frecuencia, que es igual a la diferencia de las dos frecuencias incidentes. Así, por ejemplo, si el movimiento vibratorio de *f* es le 900 pe-

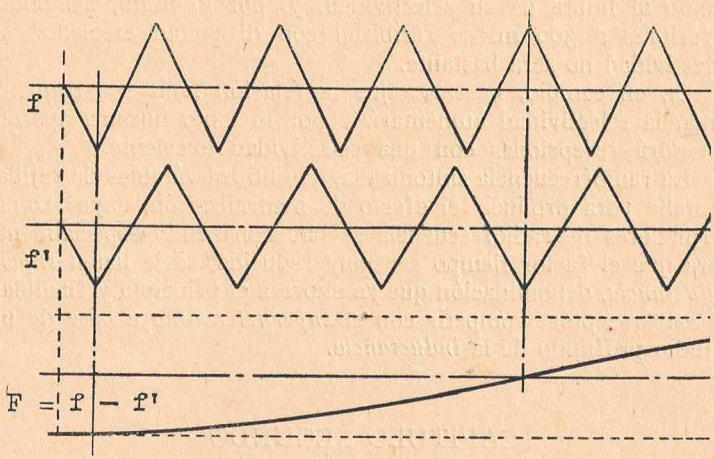


FIG. 50. — Demostración gráfica de la producción de batimientos al mezclarse dos vibraciones de frecuencias cercanas.

ríodos por segundo y el de *f'* es de 1.000, es evidente que se producirán 100 batidos por segundo.

Este principio podemos utilizarlo para transformar la frecuencia, muy elevada, recibida por la antena, a una frecuencia más baja llamada *intermedia,* y entonces amplificarla sin los inconvenientes de la radiofrecuencia.

En el superheterodino esto se efectúa por medio de una válvula osciladora de muy reducida potencia, cuyo período vibratorio se ajusta variando la capacidad del circuito oscilante. Supóngase, figura 51, que una antena capta energía del espacio, bajo la forma de ondas electromagnéticas, y que mediante el condensador variable C seleccionamos una emisora; en los bornes 1 y 2 tendremos una frecuencia f que dependerá de la estación que hayamos seleccionado. Por medio de una válvula conectada de tal forma que pueda generar oscilaciones (devolviendo al circuito de rejilla, por medio de L2, cierta cantidad

de energía de L1) introduzcamos en el circuito anterior una corriente de una frecuencia muy cercana a la recibida por la antena: sea *f*1 la frecuencia de la válvula osciladora que comunicaremos al circuito acoplado a la antena por medio de L2.

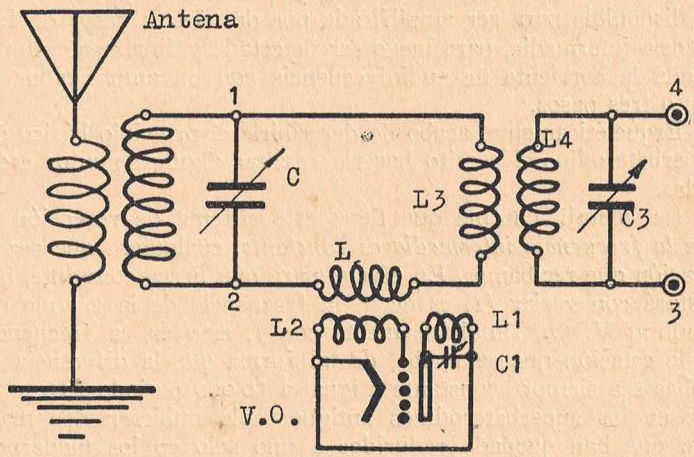


FIG. 51. — Esquema básico del circuito mezclador del superheterodino.

A consecuencia de esto, en el circuito 1, L3, L, 2, tendremos dos frecuencias *f* y *f*1, procedentes, la primera de la corriente generada en la antena por el paso de las ondas, y la segunda, *f*1, por la válvula osciladora V. O.

Aplicando el principio dado anteriormente del resultado de hacer incidir dos frecuencias cercanas, nos encontraremos que por medio de L3 induciremos en L4 una frecuencia F cuyo valor será igual a:

$$F = f - f_1$$

Así, si *f* es de un millón de períodos por segundo, podremos ajustar *f*1 (por medio del condensador variable C1) a una frecuencia muy poco distinta, por ejemplo, 950.000 períodos por segundo, de donde encontraremos para F un valor:

$$F = 1.000.000 - 950.000 = 50.000 \text{ períodos.}$$

Esta frecuencia, desde luego, *no es audible* y a la vez, aunque la válvula electrónica ofrezca un efecto de capacidad, a estas frecuencias relativamente bajas, no produce efecto alguno

apreciable. A la frecuencia F se la llama *frecuencia intermedia* y al conjunto L3, L4 y C3 se los denomina: a L3, *mezclador,* y a L4, C3, *filtro,* que se sintoniza a la frecuencia F, es decir, 50.000 períodos en este caso particular.

De forma que en los bornes 3 y 4 tendremos la frecuencia F, disponible para ser amplificada por dos o tres pasos de frecuencia intermedia, para luego ser detectada y finalmente amplificada la corriente de audiofrecuencia con un amplificador de dos o tres pasos.

Esqueléticamente, acabo de describirle el principio básico del superheterodino. Necesito hacerle resaltar algunos puntos esenciales.

La ventaja enorme que tiene este sistema de recepción es que *la frecuencia intermedia es constante,* cualquiera que sea la estación que recibamos. En efecto, para que F sea constante, nos bastará con variar *f1*, es decir, la frecuencia de la válvula osciladora, V. O., simultáneamente con *f,* esto es, la frecuencia de la estación que se recibe, de tal forma que la diferencia de ambas sea siempre constante e igual a 50.000 períodos. De aquí que en los superheterodinos antiguos sólo hubiesen dos mandos, que han quedado reducidos a uno solo en los modernos, gracias a haber acoplado los dos condensadores variables, C y C1, sobre un mismo eje.

Siendo la frecuencia intermedia constante, sus diversos pasos de amplificación se sintonizan, una vez para siempre, a dicha frecuencia. Desde luego, se comprende bien fácilmente que si se tienen dos o tres pasos de amplificación, bien sintonizados, la selectividad es admirable, desde el momento en que cada uno de ellos efectúa la selección de la frecuencia F, la cual, desde luego, empieza por ser seleccionada por el filtro L4, C3.

Esta misma condición obliga que una vez se ha construído un superheterodino es preciso ajustar los diversos pasos de frecuencia intermedia a la frecuencia F, la cual, desde luego, se elige arbitrariamente, dentro de ciertos límites. Aunque no sea éste el sitio más indicado para detallar esta operación, diré que generalmente se efectúa por medio de un oscilador *modulado a una frecuencia audible* (generalmente a unos 800 períodos por segundo). Para ajustar un superheterodino al oscilador, se tiene inactiva la válvula osciladora del receptor, lo cual se consigue no encendiendo su filamento; entonces se aplica el oscilador acoplado a L3, ajustando su período oscilatorio a la frecuencia

que se quiere hacer funcionar la frecuencia intermedia; se sintonizan los diversos pasos de amplificación hasta oír el máximo en el altavoz, una vez se ha obtenido previamente el máximo sintonizando C3, L4. Esto obtenido, se pone en funcionamiento la válvula osciladora V. O. y se ajusta la frecuencia *f*1 y se re-

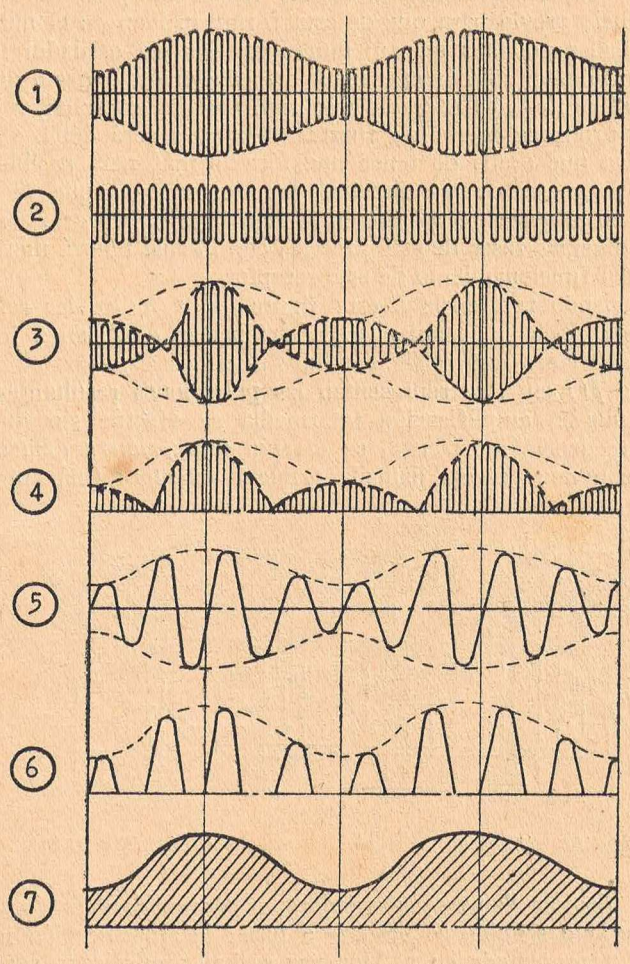


FIG. 52. — Demostración gráfica del proceso general del receptor superheterodino.

cibe una estación potente, reajustándose entonces los valores del conjunto para dejar finalmente bien sintonizada la frecuencia intermedia. En fin, cuando se recibe el máximo, es el momento de fijar la posición de los condensadores variables, C y Cl para que se muevan simultáneamente sobre el mismo eje.

Los superheterodinos modernos tienen un paso de radiofrecuencia previo para que de esta forma incidan en el mezclador señales potentes que, al unirse con las del oscilador local, pueden generar una frecuencia intermedia fuerte, puesto que si la señal recibida es de poca amplitud, aunque el oscilador local V. O. produzca corrientes fuertes, la mezcla será débil.

Para que acabe de tener una idea lo más neta pasible del proceso general de las distintas transformaciones que se producen en el superheterodino, en la figura 52 indico gráficamente las diversas fases de este proceso, con lo cual tendrá una idea clara del funcionamiento de este receptor.

Haciendo referencia a esta figura, en 1 indico las señales que se reciben en la antena cuya frecuencia es *f;* en 2 indico las oscilaciones generadas por la válvula V O, con una frecuencia *f1;* en 3 se representan las pulsaciones resultantes, F. Para que la amplificación intermedia se efectúe sin que la radiofrecuencia intervenga, se efectúa una *primera demodulación,* con una válvula llamada *primera detectora* (más propia-

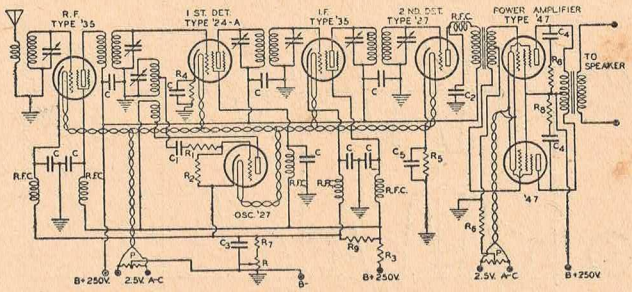


FIG. 53. — Esquema de un superheterodino americano, tipo R. C. A.

mente, debería llamarse *mezcladora,* o *convertidora* de frecuencias) y acto seguido se procede a hacer la amplificación intermedia, representada en 5. Una vez se han amplificado con dos o tres pasos, como máximo, entonces se efectúa la *segunda*

detección para poner en evidencia la audiofrecuencia, indicada en 6, de donde resulta, finalmente, la frecuencia audible, representada en 7, cuya corriente representativa, al circular por el devanado del altavoz, reproduce los sonidos.

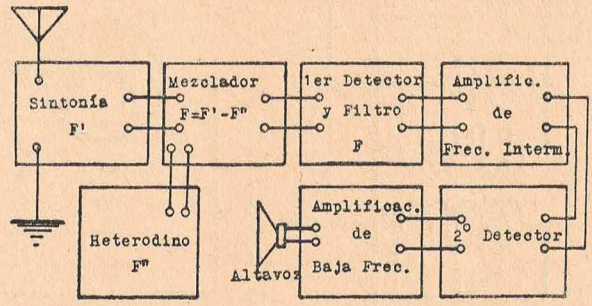


FIG. 54. — Clasificación sistemática de las diversas etapas del superheterodino.

Una vez esto explicado, hagamos referencia a la figura 53, que representa al circuito de un superheterodino compuesto de un paso de amplificación en radiofrecuencia, para aumentar la amplitud de las señales recibidas, realizado con una válvula tipo 35; la primera detección obtenida con una 24-A, un solo paso de frecuencia intermedia, realizado con otra 35; la segunda demodulación con una triodo tipo 27 y, finalmente, el amplificador de potencia (tipo equilibrado) que emplea dos pentodos tipo 47, todas del tipo americano de la R. C. A.

Por si tuviese alguna dificultad de interpretación del esquema indicado en la figura 53, le indico en la figura 54 las diversas etapas de realización del superheterodino. Esta última figura debe de compararse con la figura 52 y así sabrá, en cada punto del circuito lo que sucede.

Ahora que tiene una idea bastante definida del principio del funcionamiento del superheterodino, voy a presentarle un *esbozo* de proyecto de un receptor de esta clase. No tengo la intención de desarrollar, *ahora,* el cálculo completo, sino explicarle solamente sus diversas etapas, con lo cual fijará las ideas sobre los principios básicos de este circuito. Finalmente, para que su estudio sobre el superheterodino sea completo, le presentaré, después del proyecto, una colección de receptores de esta clase, clasificándolos desde el punto de vista de su alimentación.

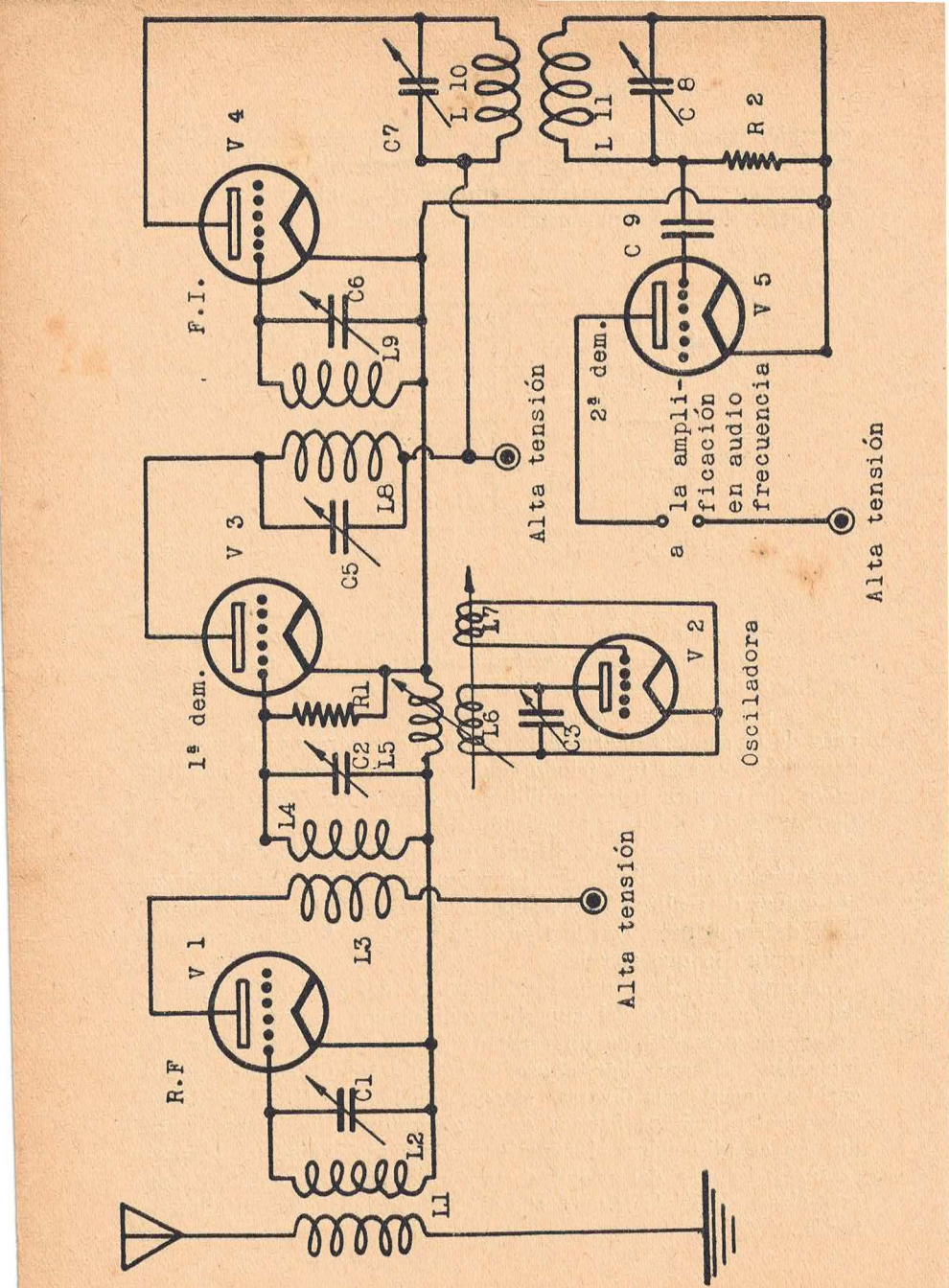


FIG. 55. — Esquema general del superheterodino proyectado.

Enunciado del proyecto

Establecer los cálculos para un receptor superheterodino compuesto, figura 55, de:

1 paso de radiofrecuencia,
1 osciladora,
2 demoduladoras,
1 paso de frecuencia intermedia,
1 paso de amplificación en audiofrecuencia.

Este receptor se alimentará con la corriente del sector, alterna, 125 voltios, 50 períodos,

Determinar:

a) Los diversos componentes,
b) Dimensiones de los transformadores de radiofrecuencia, etc, etc.
c) Indicar los datos necesarios para la construcción.

Plan de desarrollo

Voy a estudiar este Proyecto dividiéndolo por grupos, para que de esta manera pueda adaptar sus diversas partes o cualquier tipo de receptor.

1.—Circuito de sintonía (antena tierra).
2.—Paso de amplificación en radiofrecuencia.
3.—Circuito oscilante.
4.—Primera demoduladora y filtro.
5.—Paso de frecuencia intermedia.
6.—Segunda demoduladora.
7.—Amplificador de potencia.

1—Circuito de sintonía

Debiendo sintonizar la gama comprendida entre 200 m. y 600 m. de longitud de onda, consultando el gráfico de la fig 21, pág. 72 de la G. P. R., vemos que utilizando un condensador variable de 0.00035 de microfaradio, la bobina L2, fig. 55, puede tener un diámetro de 6 cms. devanándole 100 espiras de hilo de 8 décimas de milímetro, doble forro de algodón.

A los bornes de esta bobina conectamos el condensador variable C1, antes mencionado, y podremos sintonizar la gama 200-600 m., que es la que interesa en este Proyecto.

Respecto al primario, es decir, a la bobina L1 conectada

en serie en el circuito antena-tierra, será una bobina aperiódica y, por lo tanto, no se sintonizará, figura 56.

La antena se compondrá de un solo hilo, de unos 15 metros

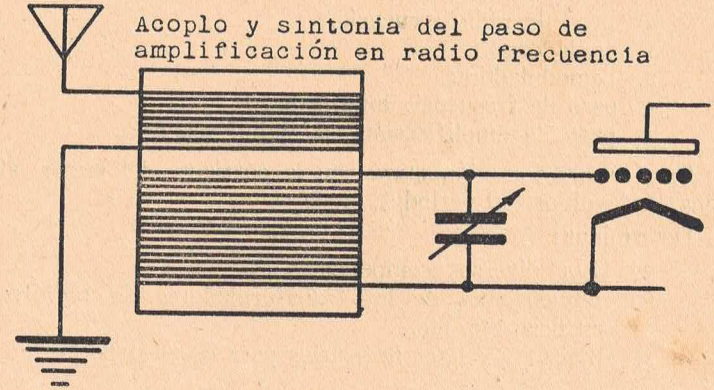


FIG. 56. — Transformador de acoplo de la antena y el paso de amplificación de radio frecuencia.

de longitud, en la parte horizontal. Es conveniente instalarla a unos 5 m., como mínimo, sobre el techo de la casa.

Luego, los bornes del condensador variable C1 se conectarán a la rejilla y filamento de la válvula amplificadora de radiofrecuencia, de cuyo paso de amplificación voy a ocuparme acto seguido.

2—Amplificación en radiofrecuencia

Por los motivos ya descritos cuando estudiamos la demodulación, es necesario amplificar antes de detectar. Por lo tanto, la válvula V1, amplificadora en radiofrecuencia, nos aumentará la amplitud de la corriente generada por el paso de las ondas, y al circular esta corriente por el circuito primario L3 del transformador, dará origen a un campo magnético que, abrazando el secundario L4, comunicará a la rejilla de la primera demoduladora, V3, estas variaciones de tensión.

Voy a ocuparme seguidamente de determinar este transformador de radiofrecuencia, pero antes debo hacerle observar que precisamente en este circuito, gracias a la bobina L5, se introducen las oscilaciones producidas por el heterodino formado

por la válvula V2, las bobinas L6, L7 y el condensador variable C3.

Es preciso que tenga bien presente el proceso general del superheterodino para poder seguir debidamente estas explicaciones.

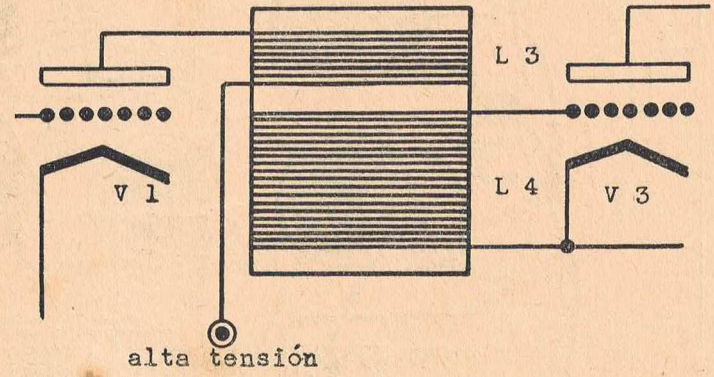
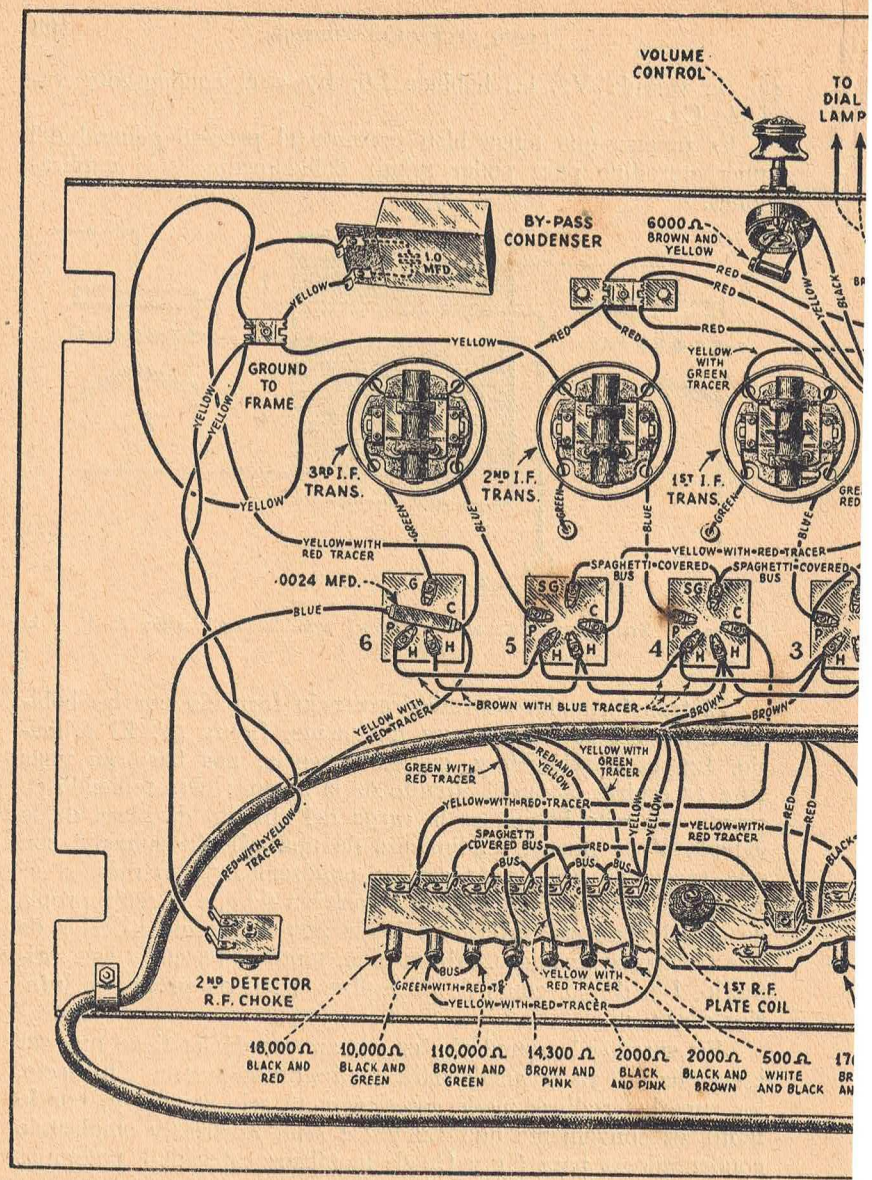


FIG. 57. — Transformador de acoplo entre el paso de amplificación R. F. y la mezcladora.

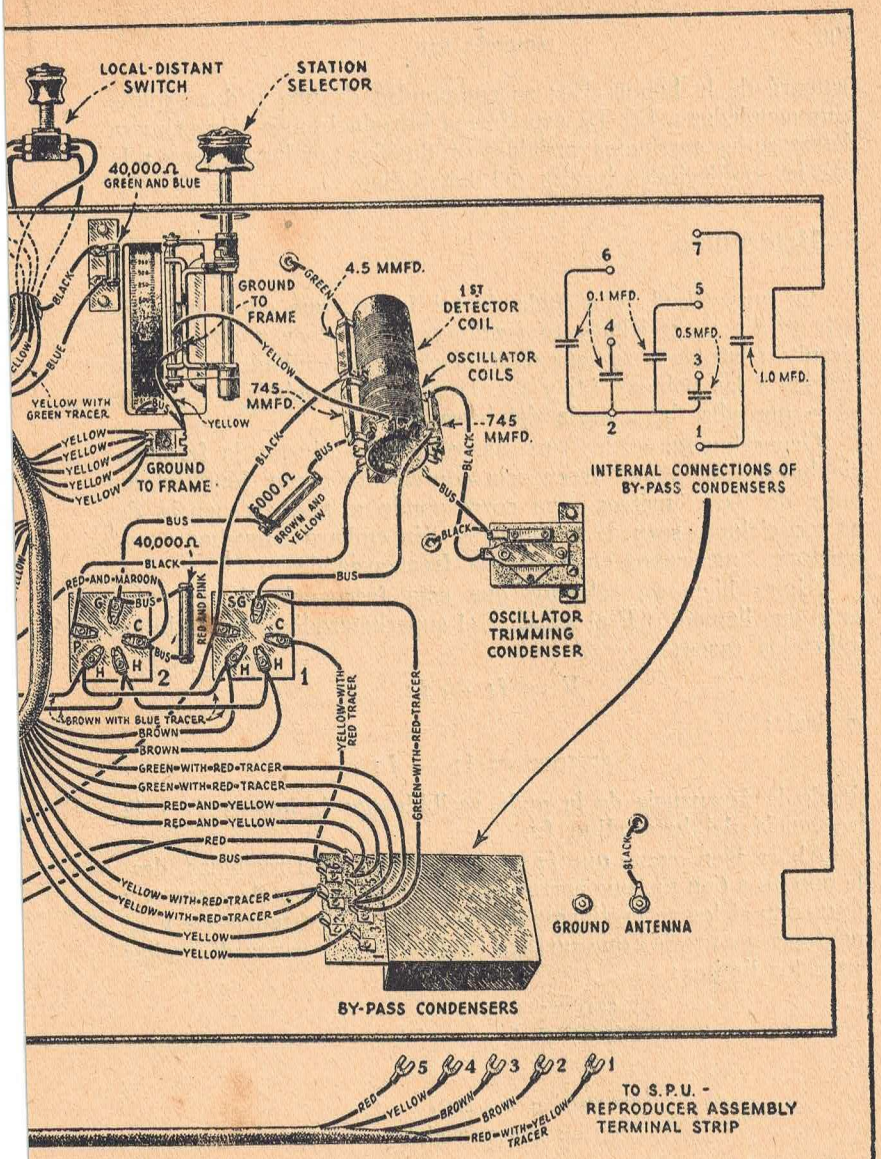
El transformador de radiofrecuencia formado por las bobinas L3 y L4 se calcula muy fácilmente, figura 57. El primario, L3, es aperiódico y, en consecuencia, nos bastarán unas 10 a 15 espiras, como el circuito de la antena; pero teniendo en cuenta que esta bobina es la *carga* del circuito de placa de la válvula V1 y que el rendimiento de una válvula aumenta con esta carga, en vez de 15 espiras pondremos 50, o más, si se desea, cuantas más mejor, con la reserva de que la onda propia de esta bobina sea inferior a la de 200 m., límite inferior de nuestra gama de ondas. Ahora bien, tanto si hacemos este primario, L3, de 50, como de 80 espiras, su onda propia es inferior a 200 m.

En cuanto al secundario, es sumamente fácil; tiene que ser igual que L2, ya calculado para el circuito de antena. En efecto, los superheterodinas modernos tienen un solo control y, por lo tanto, es conveniente que L2 y L4 sean iguales, y empleando condensadores para C1 y C2 de la misma capacidad, podremos sintonizar con *un solo mando.*

Por formar parte de este mismo circuito, incidentalmente me



Vista gráfica del armazón de un receptor a
cuencia intermedia, los soportes de válvula, el gr
las bobina



ıno. Obsérvense los tres transformadores de fre-
e bobinas osciladora y mezcladora (1.ª detectora),
choque, etc.

(*Cortesía de la "R. C. A. Victor."*)

ocuparé de la bobina L5; se compondrá de una o dos espiras muy acopladas a L6. De esta forma introduciremos a la primera detectora las corrientes variables producidas por las ondas y a la vez las oscilaciones locales del heterodino.

3—Heterodino

Es una válvula conectada de tal forma, que entre la placa y la rejilla se verifique un acoplo para devolver a este último circuito parte de la energía de la placa. Este resultado se obtiene gracias a las bobinas L6 y L7, la primera acoplada a L5, que es la que absorbe energía del heterodino.

Generalmente, en los superheterodinos se ajustan la frecuencia intermedia a una frecuencia equivalente a una longitud de onda de 8.000 metros, que corresponde a una frecuencia de 37.500 ciclos o sean 37,5 kilociclos. Sin embargo, muchos constructores americanos emplean una frecuencia de 175 kc.

Ahora bien, ya sabemos que este frecuencia de 37,5 kc es lo que llamamos F al estudiar el superheterodino, teniendo en todos los casos:

$$F = f_1 - f_2$$

es decir:

$$37.5000 = f_1 - f_2$$

siendo la frecuencia de la onda recibida por la antena f_1 y la frecuencia del heterodino f_2.

Ahora bien, como que f_1 varía con las ondas recibidas, desde 200 m. a 600 m., que corresponden a frecuencias de 1.500.000 y 500.000 ciclos respectivamente, para que la constancia de F se mantenga es preciso que nuestro heterodino sea capaz de oscilar entre los límites:

$$37.500 = 1.500.000 - f_2$$
$$f_2 = 1.462.500 \text{ ciclos}$$

y:

$$37.500 = 500.000 - f_2$$
$$f_2 = 462.500 \text{ ciclos}$$

Estas frecuencias corresponden, sensiblemente, a la gama ya establecida de 200 y 600 m.; en consecuencia, el cálculo de nuestro circuito oscilante es sencillísimo. Para L6 una bobina

igual que L2 y L4, con un condensador variable C3 de una capacidad de 0.00035 microfaradio, figura 58.

La bobina L7 se compondrá de 15 espiras, devanadas al

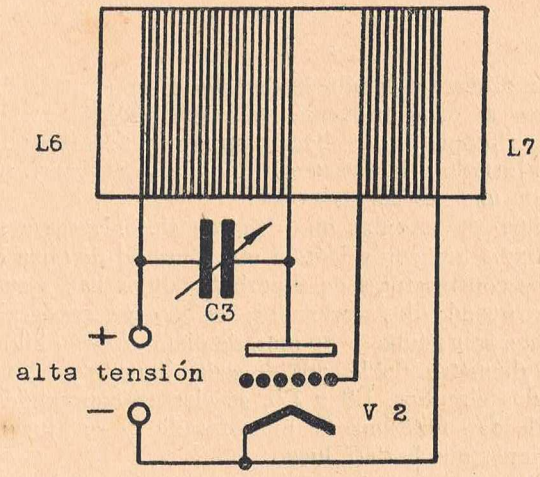


FIG. 58. — Esquema constructivo del oscilador (heterodino).

lado de L6, hechas con alambre de 8 décimas de mm. de diámetro, doble forro de algodón, como todos los devanados de este circuito.

4—Primera demoduladora

Como ya he dicho anteriormente, la válvula V3 se encarga de producir la primera detección, y de esta forma, por su circuito de placa sale la frecuencia F, objeto del proceso de heterodinaje.

En la rejilla puede conectarse un condensador de bloqueo de 0.00025 microfaradio. Ya sabemos que tiene por objeto comunicar a la rejilla las variaciones de tensión que se generan en los bornes de C2. Respecto a la resistencia de escape, R1, su valor debe de estar comprendido entre dos y tres millones de ohmios (de 2 a 3 megaohmios).

En este momento debo hacerle observar que los accesorios que se venden en el comercio, especialmente condensadores fijos y rsistencias, muchísimas veces tienen valores que distan consi-

derablemente de los marcados. Así, por ejemplo, no es raro encontrar un condensador marcado 0.00025 y, una vez medido, resultar que tiene una capacidad doble o bien la mitad. La misma observación la hago extensiva a las resistencias fijas.

5—Filtro

Ya hice observar cuando le describí el superheterodino, que este receptor se caracteriza por su selectividad, la cual es obtenida con la sintonía de los diversos pasos y, además, por poseer un *filtro,* ajustado a la frecuencia F, que se sintoniza muy cuidadosamente *una vez para siempre.*

Este filtro ya sabemos que debe de sintonizarse a una frecuencia de 37.5 kc., equivalente a una longitud de onda de 8.000 metros. Los constructores de superheterodinos han resuelto este filtro construyendo dos devanados, de 800 y 1.200 espiras respectivamente, sobre tubo de 30 mm. de diámetro, con hilo de 1/10 de mm. de diámetro, doble capa de seda, figura 59.

Estos dos circuitos, L8 y L9, se cierran con condensadores variables de 1/2 milésima de microfaradio y se ajustan según las indicaciones que le daré luego.

Este filtro es el lazo de unión entre la primera demoduladora y el paso de frecuencia intermedia. En este proyecto sólo le indico un paso, aunque, por lo que al cálculo se refiere, se pueden poner dos; generalmente sólo se utiliza un paso.

En rigor, este filtro no es sino un transformador que acopla dos válvulas, con la particularidad de que se sintoniza el primario y el secundario, y como consecuencia de ello se obtiene

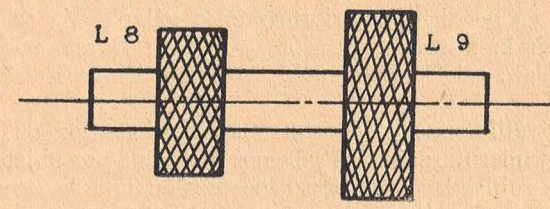


FIG. 59. — Disposición y detalle del filtro.

una curva de selectividad mucho más aguda. Por lo tanto, también puede emplearse para efectuar este acoplo dos bobinas, convenientemente acopladas, shuntadas por los dos condensadores

variables ya mencionados, o de otra capacidad, con tal que sintonicen a la longitud de onda de 8.000 metros.

6—Frecuencia intermedia

En el secundario del filtro se recoge la frecuencia de 37.5 kc. y esto cualquiera que sea la onda recibida, según ya he detallado oportunamente. Esta frecuencia, de amplitud variable de acuerdo con la modulación de la onda recibida, es la que se aplica a la rejilla de la válvula V4, figura 55.

Esta válvula amplificará la frecuencia 37.5 kc. en el máximo de mejores condiciones, ya que la frecuencia será siempre la misma y en consecuencia no habrá diferencias en la amplificación. Por otra parte, debido a ser una frecuencia relativamente baja, los efectos de capacidad interna no serán notados (uno de los objetos del superheterodino: transformar las frecuencias elevadas a otras más bajas para evitar el inconveniente de la capacidad interna de las válvulas).

Por este motivo, los constructores hacían los superheterodinos con dos o tres pasos de frecuencia intermedia, con el fin de aprovechar estas ventajas. No obstante, con las válvulas modernas, de gran factor de amplificación, esto no ha sido necesario, y actualmente es raro el superheterodino que tiene más de un paso de amplificación intermedia.

En los bornes de placa dispondremos de variaciones de corriente amplificadas que ahora debemos de aplicar al circuito de

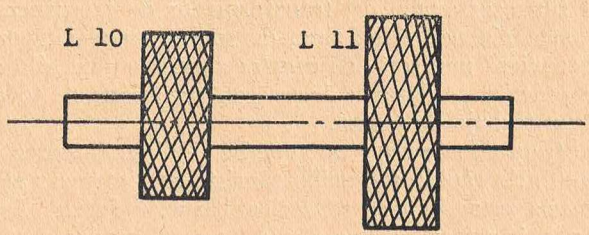


FIG. 60. — Detalle del transformador de frecuencia intermedia.

rejilla de la segunda demoduladora. Esto lo conseguiremos mediante las bobinas L10 y L11, que forman, respectivamente, el primario y el secundario del transformador de frecuencia intermedia.

El primario se compone de 1.200 espiras y el secundario de

1.500 espiras de hilo de 1/10 de mm. de diámetro, doble forro de seda. Se acostumbra a devanarlos sobre un diámetro de 3 centímetros, figura 60. Los condensadores variables C7 y C8 deben de sintonizar a la frecuencia 37.5 kc., según indicaciones que daré en el momento oportuno.

7—Segunda demoduladora

No se diferencia de la primera. Todos los datos indicados en aquella circunstancia son también válidos ahora. Lo único que variará ahora será el acoplo, pues así como en aquel caso tiene el primario del filtro, ahora está acoplada al primario del transformador de audiofrecuencia, o a la resistencia de acoplo, si se utiliza este sistema de amplificación.

Reglaje del receptor

En general, el reglaje de un superhheterodino se efectúa mediante un oscilador, que actúa de emisora.

Si el heterodino está calibrado en longitudes de onda y además puede modularse a una frecuencia audible (acostumbra a emplearse la de 800 períodos por segundo), entonces se acopla muy flojo con el primario del filtro, prescindiendo, por lo tanto, del paso de amplificación de radiofrecuencia y de la primera demoduladora.

Así las cosas, se aplican los voltajes necesarios a todas las válvulas restantes y se van ajustando los condensadores variables del filtro, así como del transformador de frecuencia intermedia, hasta obtener el máximo de sonido en el altavoz. Este trabajo requiere una serie de *ajustes sucesivos* que sólo con un poco de práctica se llegan a hacer con precisión; de todas formas, es un trabajo de rutina.

Si se trata de *reajustar* un superheterodino, entonces el procedimiento más rápido y sencillo consiste en sintonizar el receptor con una estación que se reciba bastante fuerte. En estas condiciones, ir retocando *uno a uno* los condensadores variables, tanto del filtro como del transformador de frecuencia intermedia, hasta obtener el máximo de audición.

CAPITULO TERCERO

La alimentación de los radiorreceptores

Preliminares

Un radiorreceptor tiene que ser alimentado con corriente a distintas tensiones, para aplicarla a los filamentos, rejillas, placas, etc., de las válvulas que lo componen. Toda esta energía se gasta para tener el aparato en condiciones de funcionamiento, es decir, en aptitud para transformar las debilísimas corrientes recogidas por la antena en corrientes de frecuencia musical que, al atravesar los devanados del altavoz, reproduzcan los sonidos que transportan las ondas en forma de modulación.

Por consiguiente, es preciso ver bien claramente que un aparato de radio es alimentado de dos procedencias distintas: la antena, que conduce corrientes de radiofrecuencia moduladas y la corriente eléctrica, destinada a tener el receptor en condiciones de funcionamiento. El aparato transforma estas dos clases de corriente para alimentar, finalmente, el altavoz, que radía energía acústica, reproduciendo los sonidos que los artistas e instrumentos musicales producen ante el micrófono de la estación transmisora que se recibe.

En la figura 61 ilustro estas transformaciones de energía, que le recomiendo comprenda bien claramente, puesto que es un principio básico de la mayor importancia. Tenga presente que la energía recibida por la antena sólo se utiliza para hacer variar la tensión de la rejilla de la primera válvula: ahí termina su misión; todo el resto de energía que interviene en el receptor es tomada de la línea o de las baterías de pilas (o acumuladores).

Debido a estas circunstancias, la alimentación de los receptores tiene una grandísima importancia. Lo trataré ahora, dividiendo el tema en varias partes:

a) Aparatos alimentados con corriente continua.
b) Aparatos alimentados con corriente alterna.
c) Aparatos alimentados con las dos clases de corriente.

En el grupo *a)* reuniré los receptores que funcionan con pilas, acumuladores, la corriente continua del sector y finalmente los aparatos instalados en los automóviles, cuya alimentación se

efectúa con el acumulador del coche y, por lo tanto, en rigor funcionan con corrientes continua.

Antes de empezarle a describir estas clases de aparatos he de indicarle un punto fundamental que diferencia los receptores alimentados con corriente continua de los de corriente alterna.

1. En un receptor de corriente continua la placa de la válvula que funcione a la tensión más elevada podrá tener, a lo sumo, la misma tensión de la batería o de la línea.

2. Los voltajes de los filamentos, polarización de rejillas, etcétera, se obtienen rebajando la tensión de alimentación, mediante resistencias, de donde resulta una gran pérdida de energía transformada en calor.

La condición 1, es decir, al no utilizarse tensiones elevadas, impide emplear válvulas de gran rendimiento; la condición 2, ocasiona una gran pérdida de energía inútilmente. De ello resulta que los aparatos de corriente continua sólo se emplean en casos de absoluta necesidad. Con razón se ha dicho que los receptores que funcionan con corrientes continuas son verdaderas *estufas eléctricas,* debido al calor que desprenden las resistencias destinadas a rebajar la tensión para las rejillas, filamentos, etc.

Por el contrario, un receptor de corriente alterna tiene un

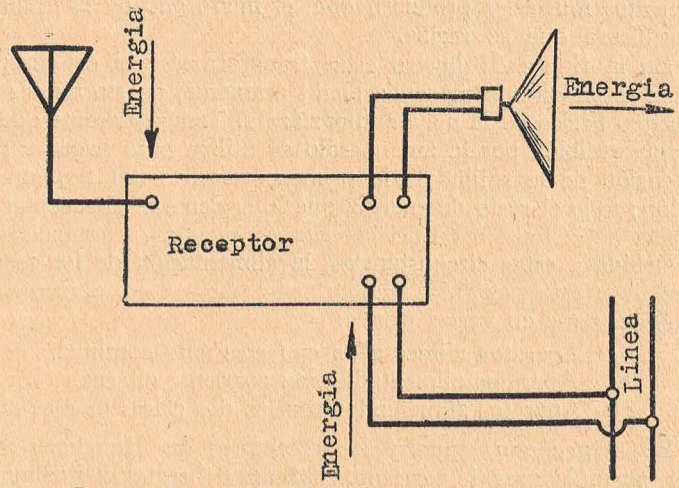


FIG. 61. — Demostración de las transformaciones de energía que se producen en un radiorreceptor.

rendimiento magnífico y, gracias al transformador, la corriente de la línea se transforma a los voltajes que requieren los filamentos, las rejillas, etc. Las elevadas tensiones que pueden obtenerse para alimentar las placas, permiten el empleo de válvulas de potencia, de gran rendimiento.

Aparatos alimentados con corriente continua

Ya he explicado que estos receptores pueden conectarse a la línea del sector de corriente continua o bien a una batería de pilas o acumuladores. Recuerde que en este grupo incluyo los receptores para autos, debido a que su alimentación se efectúa por medio del acumulador del coche.

Receptor para auto, R. C. A., Víctor

Este superheterodino americano, de cuatro válvulas (que hacen el efecto de seis, como veremos seguidamente), es un excelente ejemplo de receptor moderno.

En la figura 62 se indican las conexiones de este aparato. La primera válvula es un paso de amplificación en radiofrecuencia, absolutamente necesario en este caso debido a la poquísima cantidad de energía que captan esta clase de instalaciones.

La válvula 2 (una pentagrilla) sirve simultáneamente de válvula osciladora y de primera demoduladora. Asimismo, la válvula 3 sirve de amplificadora de frecuencia intermedia y de segunda detectora: es una diodo y rejilla-pantalla. Finalmente, la válvula 4 es una pentodo para obtener fuertes variaciones de intensidad para alimentar el altavoz.

Este circuito es un ejercicio excelente para ver la aplicación práctica de las válvulas modernas. Observe que la válvula 1 es una pentodo de radiofrecuencia gracias a la cual se reduce al mínimo el efecto de capacidad interna y, por lo tanto, la posibilidad de producir oscilaciones parásitas; en otras palabras, este paso de readiofrecuencia está automáticamente neutrodinado.

La novedad de este circuito está en el sistema de alimentación, que se obtiene del acumulador del coche por medio del conductor izquierdo de la parte inferior; el otro polo pasa a través de la masa metálica.

Al pasar la corriente de la batería a través de L 15 entra en acción el vibrador, excitándose el primario del transformador T 1, en cuyo secundario se recogen variaciones de tensión que, al pasar a través del filtro formado por L 16 y C 29, C 30,

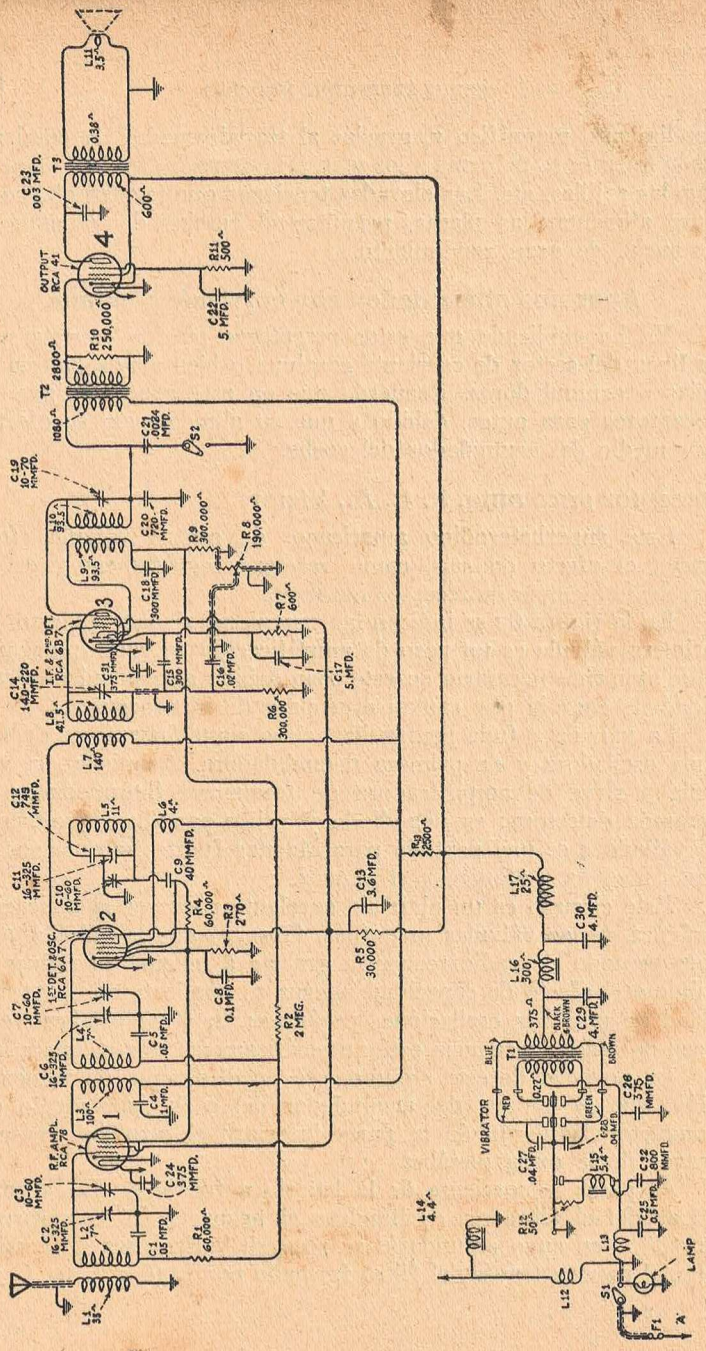


FIG. 62. — Esquema de un receptor americano para automóvil. Modelo de la R. C. A. Victor.

y finalmente la bobina de choque de radiofrecuencia L 17, alimenta las placas y rejillas pantalla de las diversas válvulas.

Al estudiar este esquema tenga muy en cuenta que los circuitos se cierran a través del armazón del coche, indicados como conexión a *tierra*.

Este es el momento oportuno de hacer observar que esta clase de receptores funcionen sin conexión de tierra, puesto que los neumáticos aislan la parte metálica del coche. El principio de su funcionamiento es, por lo tanto, semejante al de los aparatos instalados en los aviones.

Los conductores que tienen a cada lado un trazo de puntos significa que están protegidos dentro de un tubo metálico.

En la figura 63 se indica el conjunto de la instalación, con lo cual tendrá una idea más acabada de cómo se colocan esta clase de receptores.

El tipo de antena que da mejor resultado es la que se instala en el techo; las que se colocan debajo de los estribos son *deficientísimas*.

La dificultad de esta clase de receptores es que la recepción se efectúa en la zona de varios campos de fuerte perturbación: chispeo de las bujías, del distribuidor de corriente, del generador para el acumulador, etc. Es por este motivo que una instalación de esta clase es muy delicada y debe estudiarse para cada tipo de coche; no obstante, hay normas generales que son aplicables a todos los tipos de coche y receptores.

Receptores para auto, Philips

Este aparato, cuyo esquema se indica en la figura 64, es del tipo superheterodino, para ondas cortas y medias.

Haciendo referencia al esquema, L1 es un paso de amplificación en radiofrecuencia, utilizando una pentodo especial por los motivos explicados en el ejemplo anterior. L2 es la cambiadora de frecuencia y primera demuladora simultáneamente, empleándose a este fin una válvula octodo. L3 es el paso de frecuencia intermedia y L4 una diodo que efectúa la segunda demodulación. L5 y L6 son amplificadoras en audiofrecuencia.

La alimentación en este tipo de receptor se hace en una forma muy perfecta. Primero se eleva el voltaje por el procedimiento del vibrador y el transformador, rectificándose luego la corriente alterna por medio de una válvula rectificadora de ciclo com-

pleto, luego es filtrada por medio de un filtro muy bien estudiado.

Lo que caracteriza a este receptor es la forma en que ha sido dividido en compartimientos metálicos, A, B, C, D, E, en cada uno de los cuales hay una parte bien definida del receptor. Gracias a esta disposición, ha sido posible eliminar totalmente los efectos de inducciones parásitas del chispeo de las bujías, generatriz, etc. Los compartimientos se indican con líneas de puntos.

Otro punto sumamente interesante, de este tipo de receptor, es que puede conectarse a una batería de seis voltios o bien de doce voltios. Asimismo es preciso hacer resaltar que el consumo ha sido reducido a un mínimo, y, en consecuencia, la vida del acumulador se prolonga muchísimo. (Uno de los inconvenientes de tener instalado aparato de radio en el coche es que

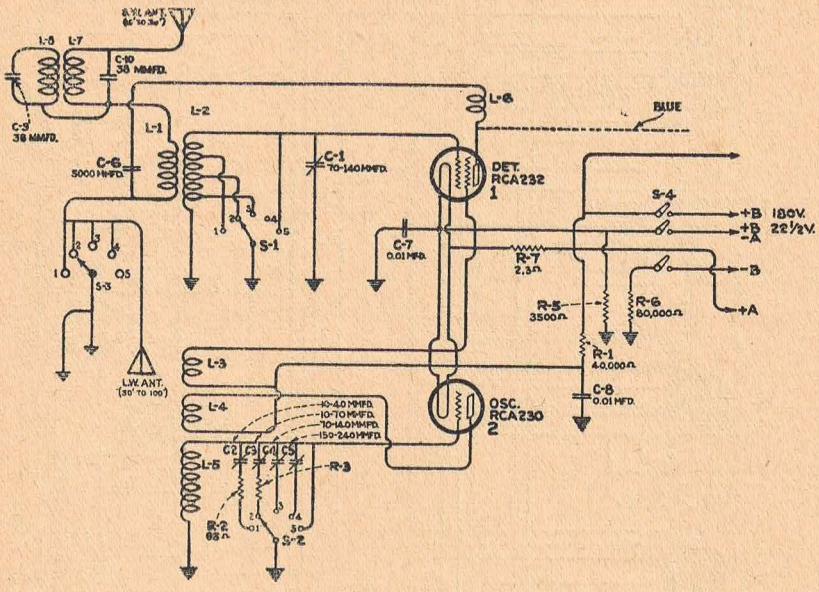


Fig. 65. — Esquema de un convertidor de ondas cortas en ondas medias. Tipo R. C. A. Victor.

la batería de acumuladores se destruye con una rapidez desconcertante, debido al exceso de consumo del receptor.)

Para tener una idea bien clara de la serie de aparatos que

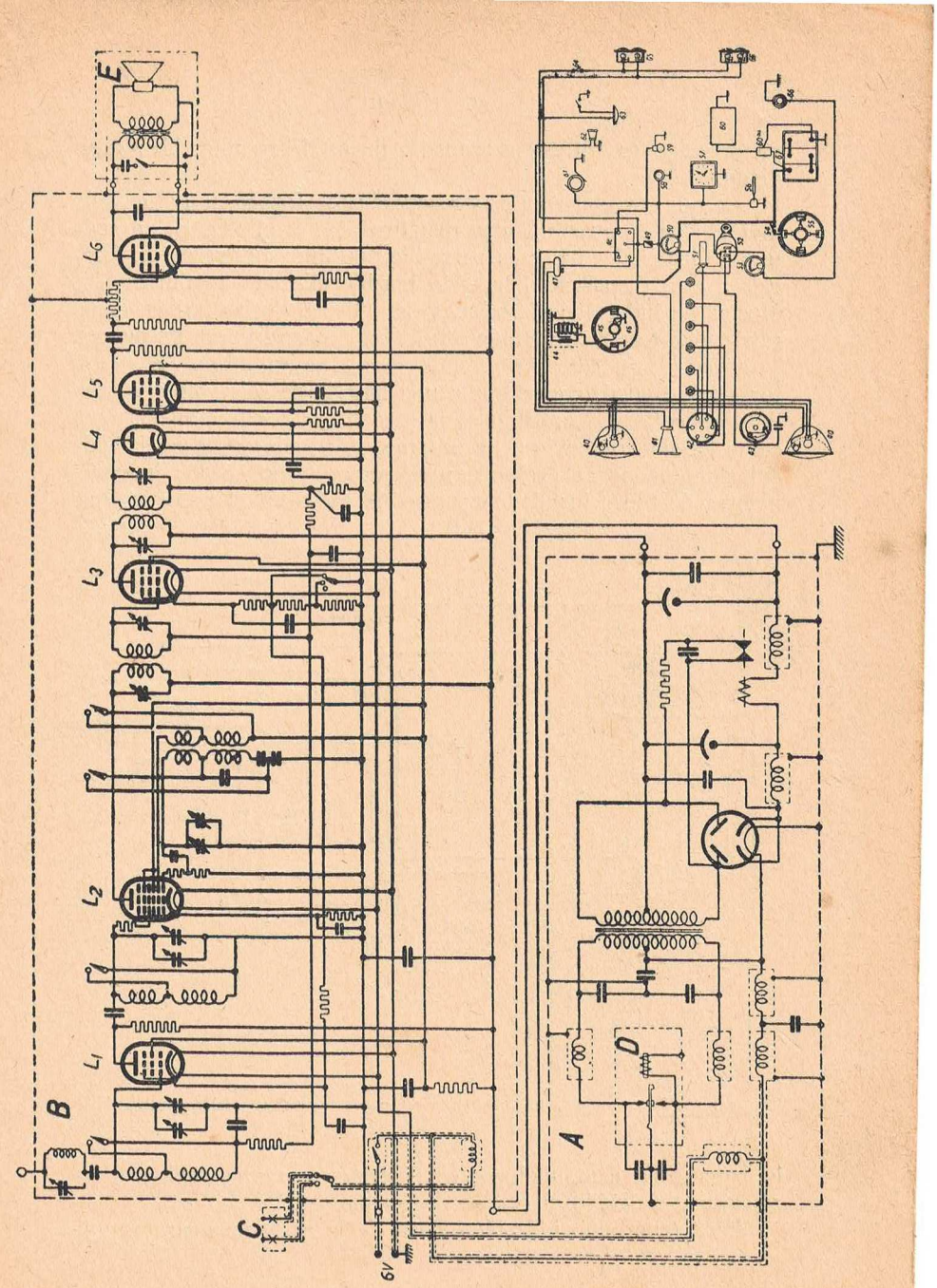


FIG. 64. — Esquema de un receptor europeo para automóvil. Tipo Philips.

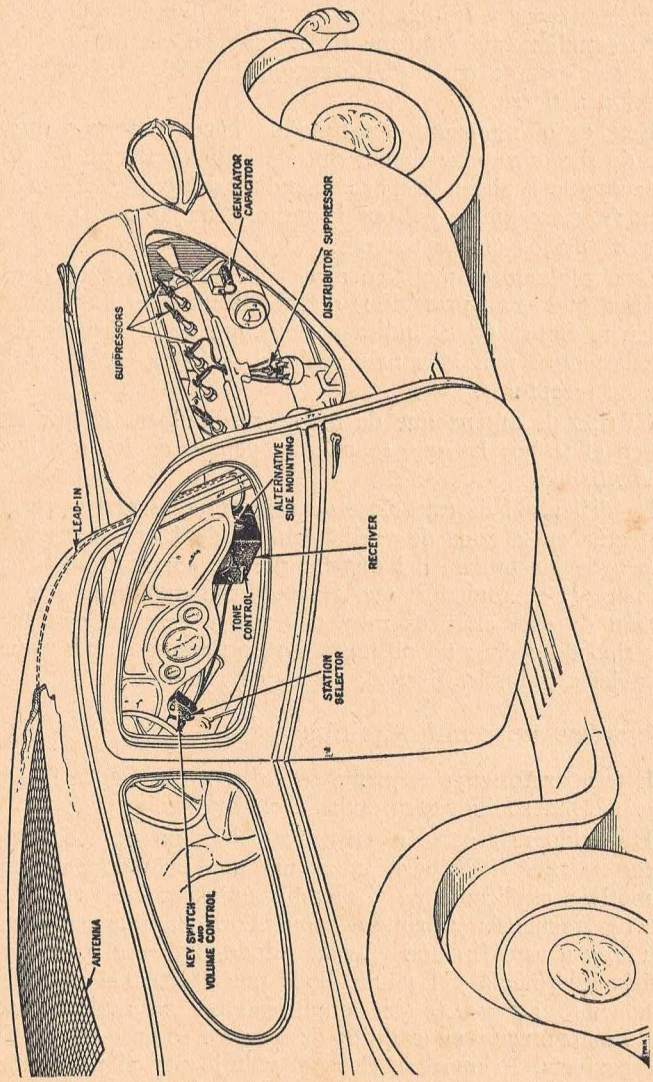


FIG. 63. — Disposición general de la instalación de un radiorreceptor en un automóvil.

el acumulador debe alimentar, en la misma figura 64 indico la instalación eléctrica de un automóvil.

Como en todas las instalaciones de esta categoría, es conveniente instalar la antena en el techo, protegiendo el hilo des-

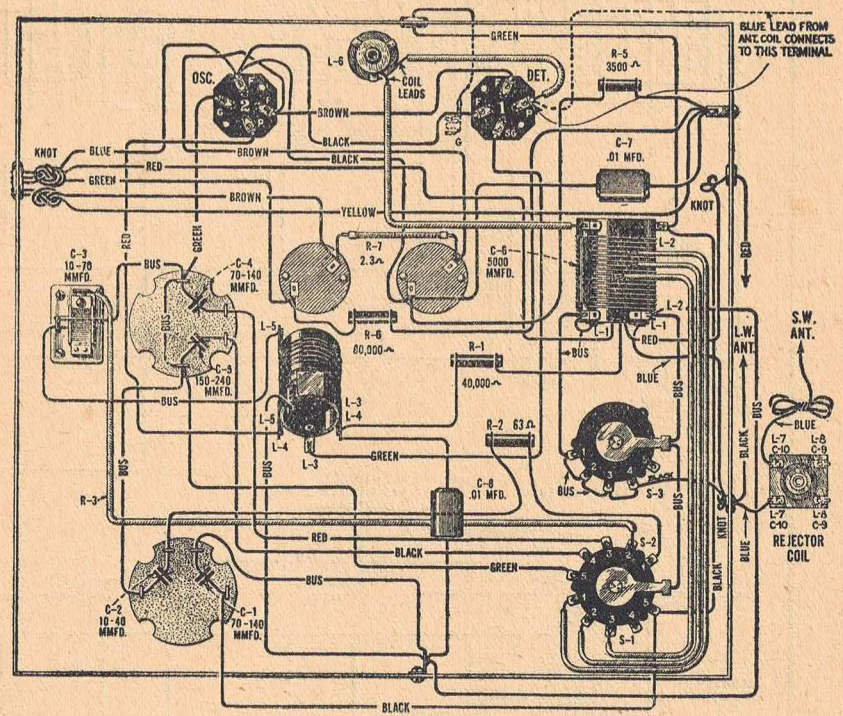
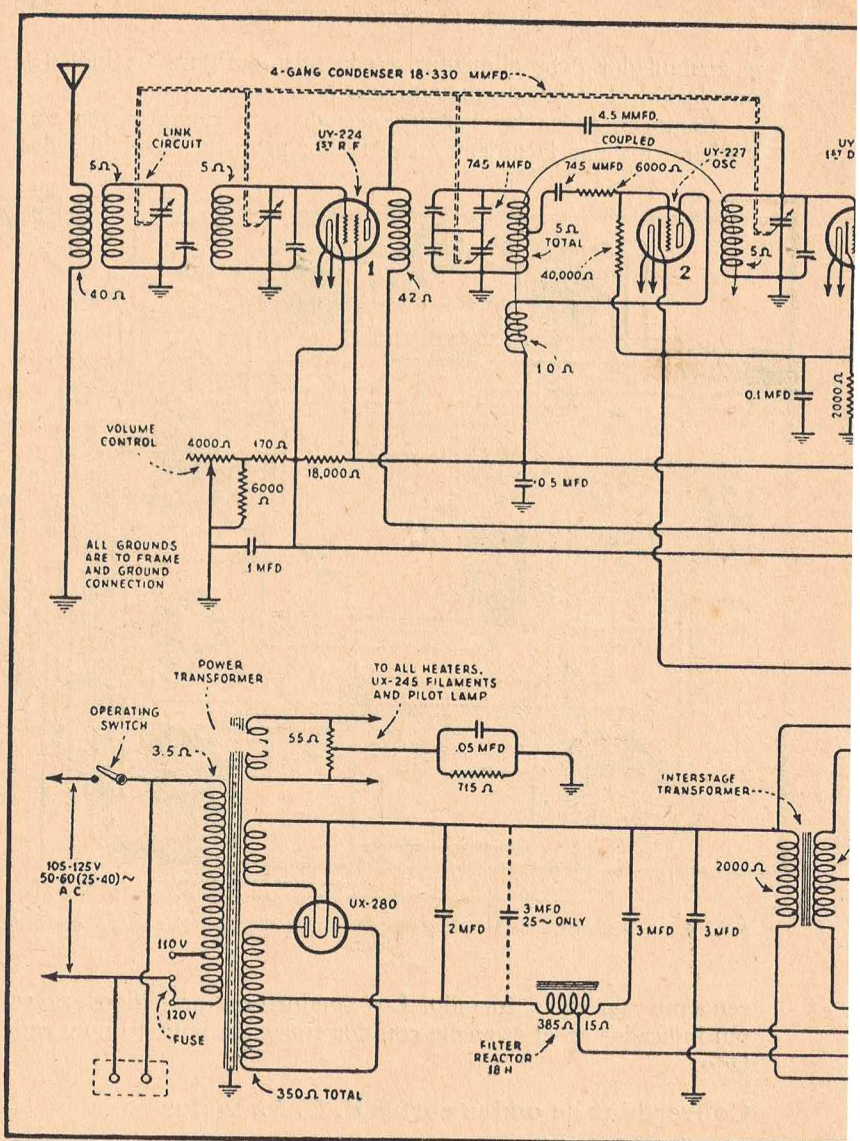


FIG. 66. — Disposición de los elementos del convertidor de ondas cortas R. C. A. Víctor.

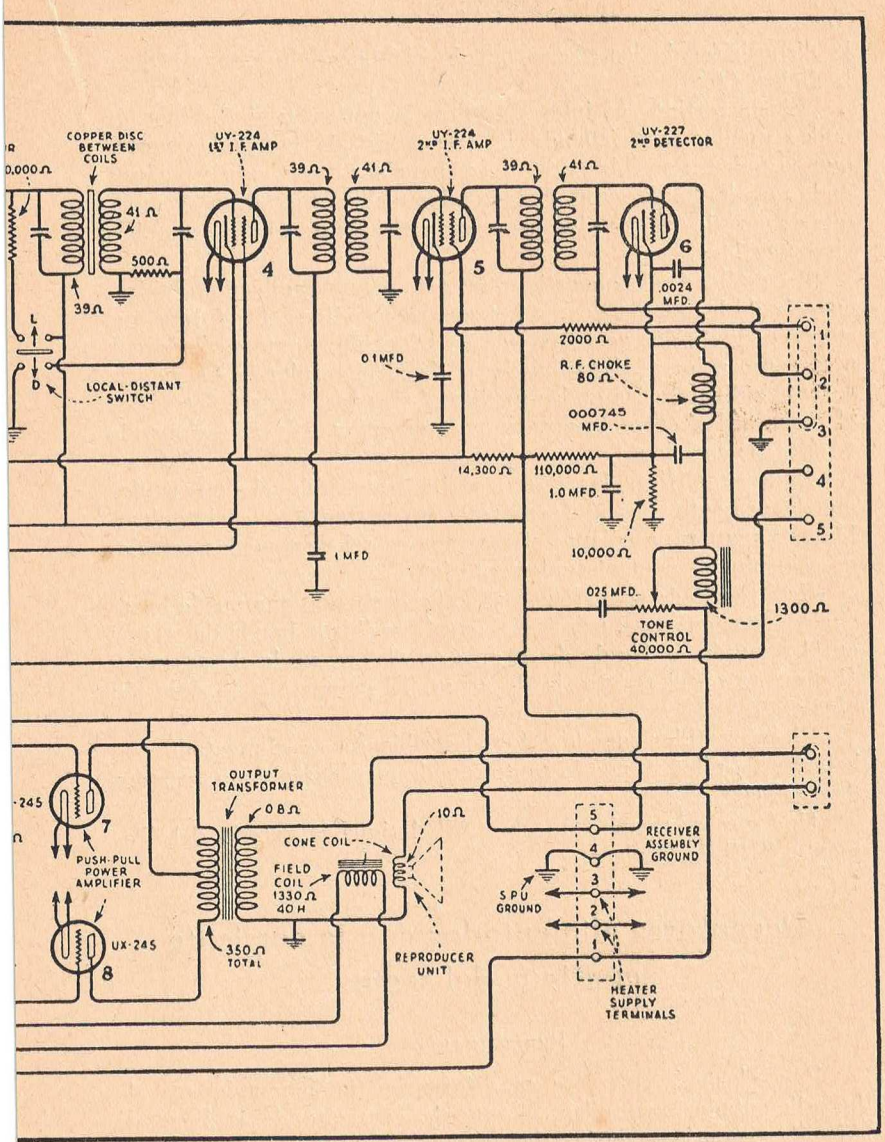
cendente con cable forrado. Los conductores protegidos ya están indicados en el esquema con dos trazos de punto, uno a cada lado.

Convertidor de ondas cortas R. C. A., Víctor

Tiene por objeto poder recibir la gama de las ondas cortas con cualquier aparato destinado a la recepción de las ondas medias. En la figura 65 indico el esquema de conexiones, así como



Esquema de las conexiones de un receptor



heterodino americano con amplificación de potencia

(*Cortesía de la "R. C. A. Victor."*)

la disposición de las piezas que lo componen lo represento en la figura 66.

El convertidor se intercala entre la antena y el receptor de ondas medias, *convirtiendo* la frecuencia de las ondas cortas que se quieren recibir en otra frecuencia correspondiente a una onda más larga: la gama de las ondas medias (250 m. a 550 m.), que es para la que ha sido construído el aparato al cual se aplica el convertidor.

En realidad, el convertidor no es sino un cambiador de frecuencia de los empleados en los superheterodinos. De forma que se compone de dos válvulas, una que funciona como osciladora y otra como primera demoduladora; de ellas resulta la frecuencia correspondiente a las ondas medias. Así, pues, bastará intercalar el convertidor entre la antena y el receptor e ir seleccionando en éste las estaciones.

Para simplificar las cosas, se ha construído el convertidor que le presento, de tal forma que no se tenga que sintonizar. De esta manera, mediante el receptor se seleccionan las estaciones sin ningún control suplementario.

Este resultado se obtiene mediante un mando que puede hacer cinco contactos: en el primero se puede recibir la banda de 19 m.; en el segundo, la banda de 25 m.; en el tercero, la de 31 m., y finalmente en el cuarto, la de 49 m. El contacto 5 lo deja sin efecto.

El convertidor que le estoy describiendo es alimentado con baterías de pilas y, por lo tanto, puede conectarse a un receptor de esta clase.

Una vez más repito que la "A" designa la batería del filamento, "B" de la placa.

Receptores alimentados con la corriente continua del sector

Preliminares

Esta clase de aparatos se diferencia fundamentalmente de los alimentados con pilas, en que la corriente de la línea es *filtrada* antes de enviarla a las válvulas. Esta precaución es preciso tomarla, puesto que las líneas del sector tienen varios kilómetros de longitud y en su trayecto reciben toda clase de

inducciones que es preciso eliminar. Por otra parte, como que *la llamada corriente continua no es sino la superposición de una serie de fragmentos de corriente alterna*, estas ligeras variaciones, originan una especie de zumbido cuya frecuencia es del orden de unos 700 períodos por segundo.

Debido a estas causas, usted verá que todos los receptores de corriente continua tienen, a la entrada del receptor, un filtro. A continuación se conecta el *divisor de tensiones* (conjunto de resistencia) y el resto del aparato es, en realidad, como todos los otros.

En un aparato de radio, poco importa que sea receptor, emisor o un simple amplificador de radio, o de audiofrecuencia, cualquiera que sea la forma de alimentación, tenga en cuenta las siguientes conclusiones, que son básicas, fundamentales: es la clave de saber leer los esquemas:

a) Cuando vea un conjunto de condensadores y una o varias bobinas (filtro) interconectadas en *n*, se trata de *filtrar* cierta frecuencia: si la bobina tiene núcleo de hierro, es una baja frecuencia, y si no tiene núcleo metálico es una alta frecuencia la que se quiere filtrar.

b) Cuando vea un *condensador* solo, se quiere *bloquear la corriente continua* a partir de aquel punto, o bien, además de esto, se quiere dar un paso franco a corrientes alternas. Cuando más pequeña es la capacidad del condensador, más elevada es la frecuencia que podrá pasar fácilmente, debido a que las altas frecuencias se multiplican en número de cargas y descargas por segundo.

c) Cuando vea una *bobina* es que se quiere *dificultar el paso de corrientes alternas*, cuya frecuencia tendrá usted idea si la bobina tiene núcleo de hierro (para las bajas frecuencias) o sin núcleo metálico, en cuyo caso se quiere impedir que pase una alta frecuencia. Tenga presente que, en cambio, *la corriente continua pasará con muy poca dificultad.*

d) Cuando vea una *resistencia*, se trata de *producir una disminución de voltaje* en aquella porción del circuito. Como consecuencia de este mismo principio, se aprovecha a veces la diferencia de voltaje entre los bornes de la resistencia (amplificadores acopladores a resistencias), o bien se utilizan diferentes valores de tensión (divisores de voltaje).

Tenga bien en cuenta estos cuatro principios y ahora verá que los esquemas más complicados se transforman en sencillos,

clarísimos, debido a que sabe para qué sirve cada órgano del aparato, transmisor o receptor.

Cuando vea un condensador fijo, siga el circuito y verá que hasta allí llega la corriente continua, que no conviene que pase de aquel punto, o bien que hay posibilidad de haber corrientes parásitas de alta frecuencia que conviene descargar a tierra, o ambos casos a la vez.

Al ver una resistencia verá, siguiendo el circuito, que a partir de aquel punto es preciso disponer de una tensión más reducida cuyo valor le he enseñado a calcular.

Asimismo, las bobinas aisladas tienen el doble objeto de impedir el paso de las corrientes alternas y facilitar el de la corriente continua.

Con este complemento de conocimientos, vamos a emprender el estudio de los receptores alimentados con la corriente continua del sector, que son algo más complicados que los anteriormente descritos, debido a que llevan el filtro en la línea.

Dos observaciones con respecto a esta clase de aparatos:

1. No los conecte *nunca* a una línea de corriente alterna.
2. Como que es preciso aplicar el polo positivo de la línea al conductor de las placas, si al cabo del tiempo que debería funcionar no sucede así, entonces invierta el enchufe del contacto: el negativo estaba conectado a las placas y, naturalmente, no atravendo electrones, el aparato no funciona.

Finalmente, no haga funcionar nunca un receptor a una tensión más elevada que para la cual ha sido construído. Los aparatos americanos están hechos para funcionar a 110 voltios, que es la tensión generalmente empleada en aquel Continente, y como que en España las líneas de corriente continua acostumbran a distribuir el flúido a voltajes más elevados, es preciso reducir la tensión (desde luego, por medio de una resistencia). Esta resistencia tendrá un valor de:

Resistencia, en ohmios = (Tensión de línea — tensión aparato)/Intensidad que absorbe el receptor.

La tensión del aparato viene indicada en el mismo, así como la intensidad que se consume. A título de ejemplo, supongamos que nuestra línea nos suministra el flúido a 150 voltios y que el receptor está construído para funcionar a 110 voltios, consumiendo 1.5 amperios. Deseamos saber el valor de la resistencia que debemos utilizar.

Tendremos:

Resistencia = (150 — 110)/1,5 = 40/1,5 = 26.6 ohmios.

Puede emplearse una resistencia de 25 ohmios. Como al ser recorrida por una corriente de 1.5 amperios, consume:

Vatios consumidos = $I^2 \times R = 1.5 \times 1.5 \times 25 = 56.25$ vatios.

Deberá buscarse una resistencia que sea capaz de disipar esta cantidad de energía, transformándola en calor. Por lo tanto, una resistencia de 25 ohmios, 50 vatios, es muy indicada, o los valores más próximos.

Superheterodino de seis válvulas R. C. A., Víctor

La alimentación se efectúa directamente del sector, pasando a través del filtro de baja frecuencia. Observe que las placas de las diversas válvulas no funcionan al mismo voltaje, por cuyo motivo hay varias resistencias destinadas exclusivamente a producir estas diferencias de tensión.

Este circuito es sumamente sencillo y ofrece un excelente ejemplo para que usted comprenda el funcionamiento de cada válvula. La 1 es un paso de amplificación en radiofrecuencia; la válvula 2 es el primer demodulador y la 3 la osciladora. Las bobinas L7 y L8 forman el filtro. La válvula 4 es el paso de frecuencia intermedia y la 5 el segundo demodulador. Finalmente, hay un paso de amplificación en audiofrecuencia, efectuado por la válvula 6, con transformador de salida, rebajador de tensión (y por lo tanto elevador de intensidad) cuyo secundario es de poca resistencia: 0.36 ohmios.

En la figura 67 indico el esquema de conexiones de este receptor. En la misma figura 68 se representa la distribución de las piezas.

El esquema no ofrece ninguna dificultad de comprensión. Debería estudiarlo atentamente, ya que es un excelente ejemplo de sencillez en un aparato moderno. Observe que en la tablilla de conexiones, P3, hay un puente que cierra los contactos 1 y 2: son los bornes donde se conecta el pick-up (pronúnciese: pic-ap).

La figura que indica la distribución del material es sumamente interesante. Ilustra cómo están dispuestas las piezas en los receptores modernos. Un excelente ejercicio consiste en comparar los dos esquemas, el teórico y el práctico. Es necesa-

rio que sepa leer los dos y que sepa también leer su respectiva equivalencia: el teórico para estudiar rápidamente el esquema y el práctico para saber encontrar en el aparato las piezas representadas simbólicamente en el esquema teórico.

En el esquema práctico se indica qué color tiene el aisla-

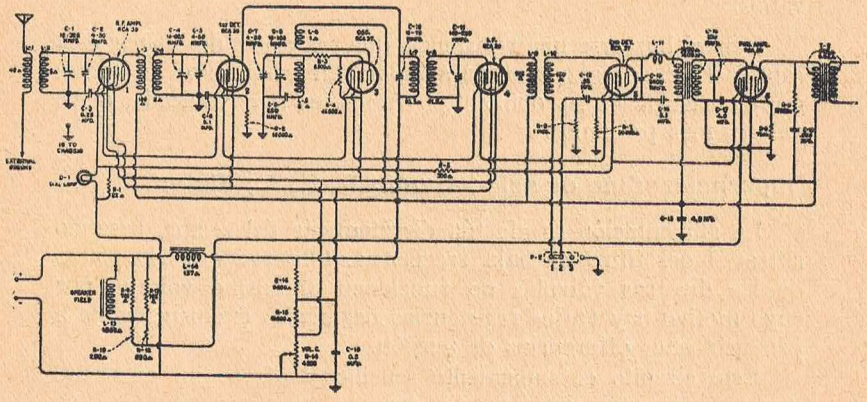


FIG. 67. — Esquema del superheterodino de seis válvulas, modelo R. C. A. Víctor.

miento de cada conductor: esto facilita intensamente la rápida identificación de los circuitos. Como que la mayoría de esquemas que tendrá en sus manos son procedentes de los Estados Unidos y estos esquemas tienen escritos los nombres de los colores en inglés, le doy la traducción para que pueda identificarlos:

Blanco	White (pronúnciese: Juáit).
Negro	Brown (pronúnciese: Braun).
Rojo	Blue (pronúnciese: Blu).
Verde	Green (pronúnciese: Grin).
Azul	Red (pronúnciese: Red).
Marrón	Black (pronúnciese: Blac).

Aparatos con corriente alterna

Esta clase de receptores se caracteriza por ser más económicos de consumo de corriente que los alimentados con corriente continua. Además, como que mediante el transformador es posible obtener las tensiones que se quieran, pueden emplearse válvulas de gran rendimiento, de los tipos más modernos.

Superheterodino de cuatro válvulas, R. C. A., Víctor

Este receptor es interesante por recibir tres gamas de ondas cortas: 100 m., 125 m. y 105 m.

Asimismo el número de válvulas que tiene es el mínimo que puede tener un aparato moderno.

La primera válvula actúa como primera demoduladora y osciladora a la vez, la segunda válvula como paso de frecuencia

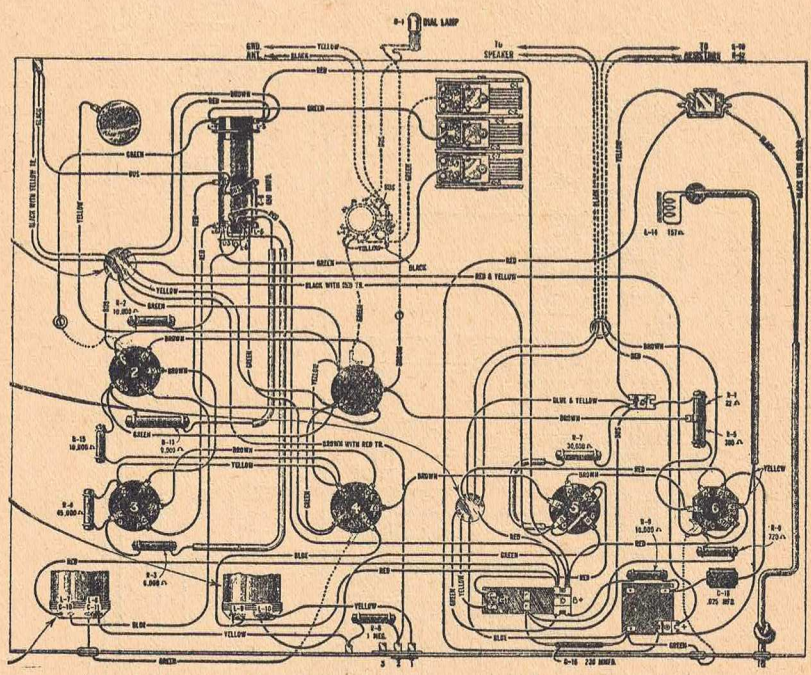


FIG. 68. — Distribución de las piezas del superheterodino de corriente continua, modelo R. C. A. Víctor.

intermedia y a la vez de segunda demoduladora. El único paso de audiofrecuencia es efectuado con una pentodo que suple la potencia necesaria al circuito de salida.

Este aparto es un modelo económico. Se ha conseguido esto eliminando el mayor número posible de piezas. Es así, por ejemplo, que no hay paso de amplificación en radiofrecuencia; que la bobina de choque del filtro de la corriente restificada es la

misma bobina de campo del altavoz; que la modulación y oscilación se efectúa en la misma válvula, tipo pentagrilla, y así una serie de detalles que han hecho de este receptor uno de los más populares en América por su precio sumamente económico.

En la figura 69 indico los esquemas teórico y en la figura 70 el práctico. Como que no ofrece dificultades de ninguna

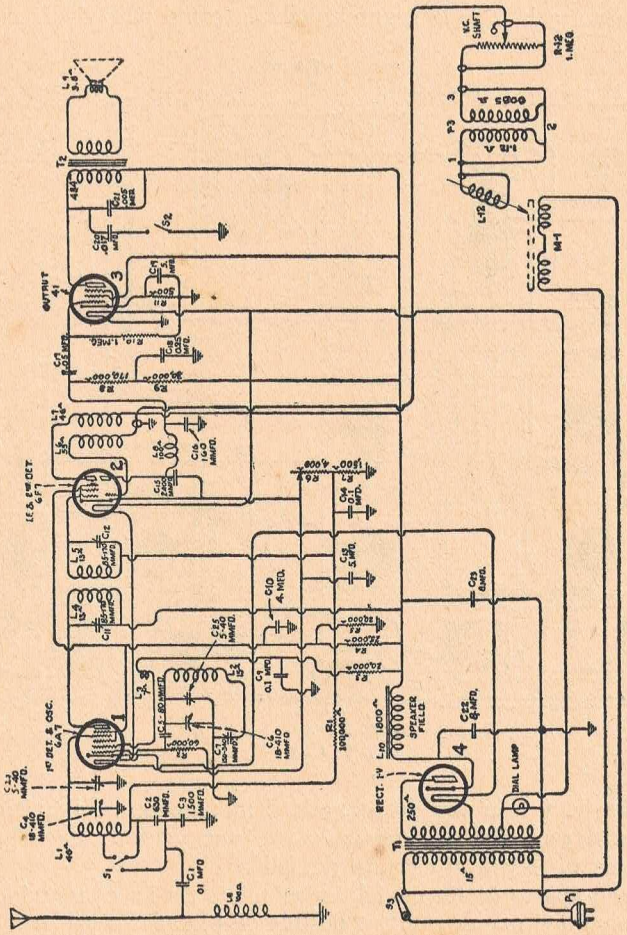


FIG. 69. — Esquema general de la radiogramola de 4 válvulas, funcionando con corriente alterna. Modelo R. C. A. Víctor.

clase su interpretación, no insisto. Sólo le hago observar que este receptor es un ejemplo magnífico de sencillez; debería concentrar su esfuerzo en comprenderlo bien, puesto que en los aparatos de mayor número de válvulas es más difícil identificar los diversos circuitos.

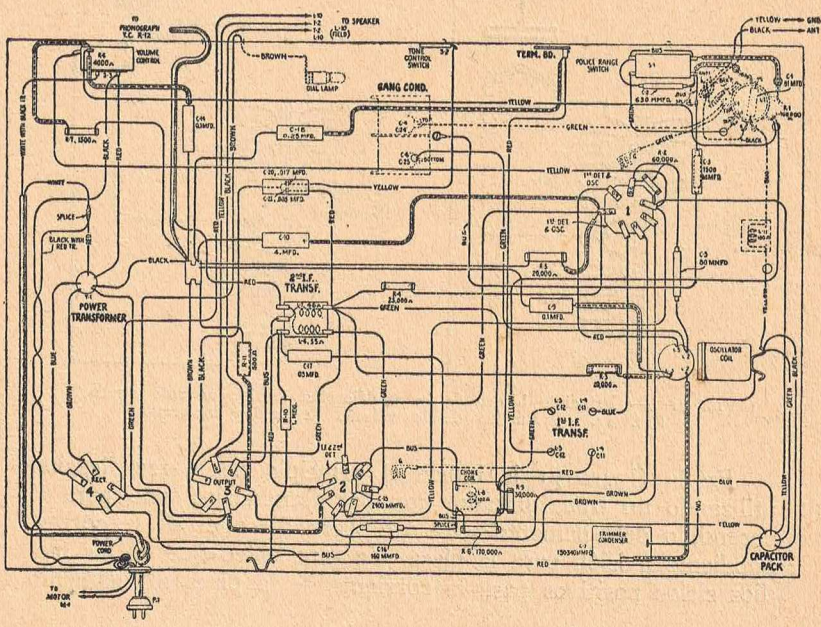


FIG. 70. — Disposición de la radiogramola de 4 válvulas R. C. A. Víctor.

Los receptores universales

PRELIMINARES

En el transcurso de esta obra le presento más receptores alimentados con la corriente alterna.

Estos aparatos han resuelto un problema difícil de la recepción: conseguir alimentar los receptores con las dos clases de corrientes: continua y alterna. Debido a esta causa se les llama *universales*.

Como que la diferencia fundamental está en el procedimiento de la alimentación, lo describiré previamente y luego, como ejemplo de aplicación, le presentaré un receptor universal americano.

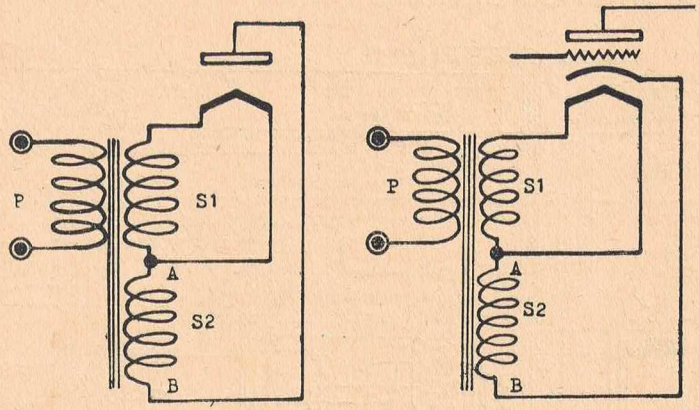


FIG. 71. — Principio básico de la rectificación de la corriente alterna.
FIG. 72. — Empleo de la válvula de caldeo indirecto.

En la figura 71 le indico el principio de la rectificación utilizando un transformador con dos secundarios, uno para el encendido del filamento y el otro para disponer de la correspondiente tensión para la placa. Ya sabe usted que en los medios ciclos positivos pasa la corriente de la placa al filamento

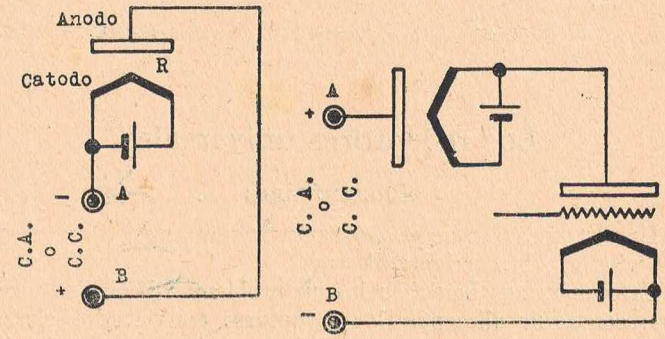


FIG. 73. — Principio del receptor universal.
FIG. 74. — Alimentación de la placa de una válvula con las dos clases de corriente.

(sentido contrario del movimiento de los electrones). Este mismo resultado se obtiene utilizando como ánodo de una válvula de caldeo indirecto, figura 72.

Supóngase ahora que intercalamos una válvula rectificadora a la línea eléctrica. Si la corriente es alterna, rectificará los medios ciclos positivos y en cambio en los medios ciclos negativos (cuando la placa sea negativa) la corriente no pasará; si la corriente es continua, la válvula rectificadora actuará como una simple resistencia, figura 73.

Concretemos esta explicación a un caso práctico, representado en la figura 74: la alimentación de una válvula de un receptor mediante una rectificadora intercalada en serie. Tanto si es alterna como continua la corriente, el sector alimentará la placa de la válvula receptora.

Es preciso hacer resaltar dos condiciones: si la corriente de la línea es alterna, es preciso filtrar después de rectificar, y si es continua, es necesario que el polo positivo de la línea esté conectado a las placas.

En la figura 75 le indico la alimentación y filtraje de un receptor universal, es decir, el circuito de entrada. Como válvula rectificadora se indica una triodo de caldeo indirecto con la placa y rejilla unidas: de esta manera se disminuye la resistencia interna de la válvula y, por consiguiente, se aumenta la intensidad anódica.

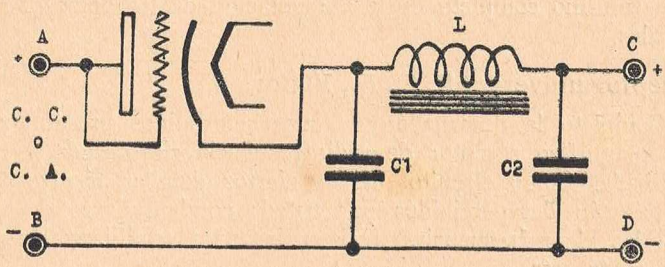


FIG. 75. — Circuito de alimentación de un receptor que funciona con las dos clases de corriente (universales).

Finalmente, en la figura 76 ilustro un caso práctico bien concreto. Los filamentos de todas las válvulas del receptor (incluso de la rectificadora) están conectados en serie, recorridos por la corriente alterna del sector. Estos filamentos ofrecen resistencia, indicadas por R1, R2, R3 y R4 (suponiendo que

en total hayan cuatro válvulas), y como que cada una de estas resistencias produce una disminución de voltaje: e1, e2, e3, e4, la suma de estos valores debe ser igual al voltaje de la línea. Si es mayor, entonces se intercala una resistencia adicional, R5, que produzca la disminución de voltaje e5 correspondiente.

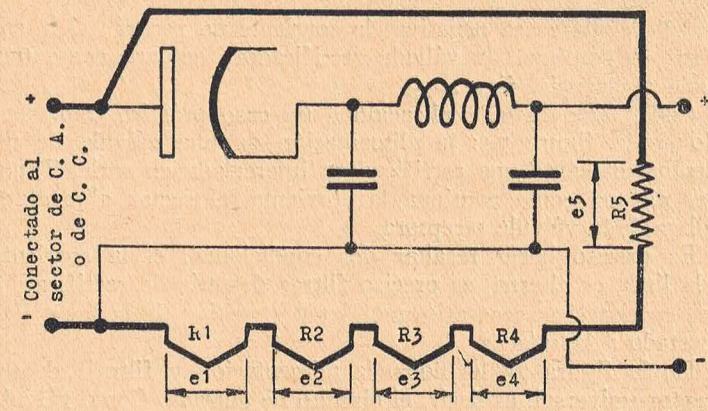


FIG. 76. — Esquema de la alimentación completa de un receptor universal de cuatro válvulas receptoras.

Estudie cuidadosamente la figura 76, que en ella está todo el mecanismo completo de la alimentación de los aparatos universales.

Receptor universal R. C. A., Víctor

Completo la descripción de superheterodinos presentándole este magnífico receptor de radiofrecuencia sintonizada y neutrodinada. Como circuito, ofrece ciertos detalles técnicos que no pasarán desapercibidos por usted: condensadores de paso para las altas frecuencias, resistencias para equilibrar las tensiones, etc., etc.

Este esquema, figura 77, es muy sencillo y por lo tanto muy indicado para estudiar todo el mecanismo de esta clase de receptores. Precisamente se lo he dado como ejemplo por verse en una forma muy clara cómo se efectúa la alimentación filtraje y reducciones de voltaje de la tensión principal.

Nota importante.—La técnica de los receptores universales es la misma que la de los otros tipos de aparatos alimentados

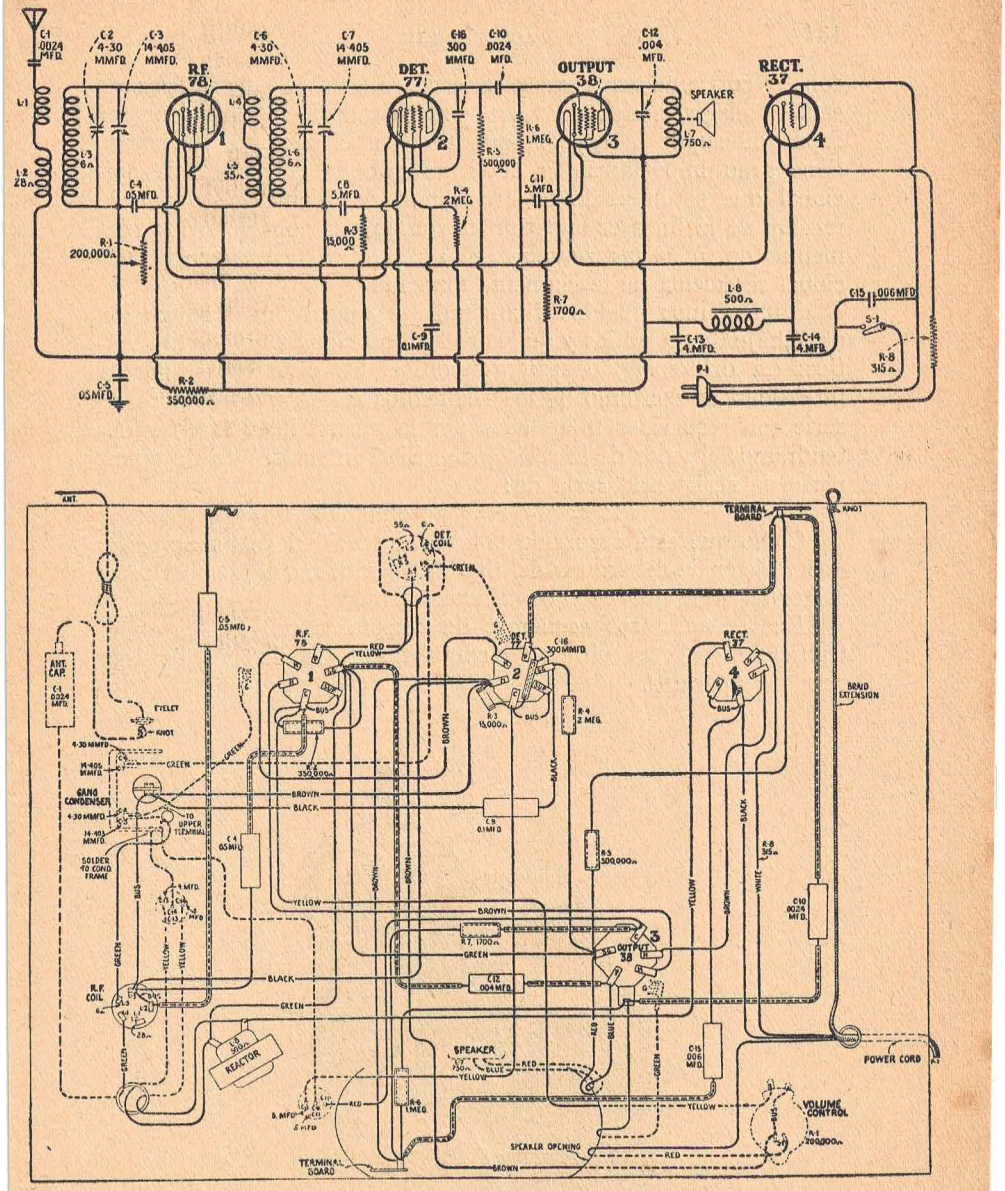


FIG. 77. — Esquema de conexiones y disposición de las piezas de un superheterodino, universal de 3 válvulas receptoras. Modelo R. C. A. Víctor.

con la corriente continua o alterna. El único punto delicado está en elegir el tipo de válvula rectificadora, la cual debe ser capaz de suplir la energía que necesita el aparato. Asimismo tiene gran importancia la determinación de la resistencia adicional que se intercala en el circuito de filamento cuando la tensión de la línea es superior al voltaje que consumen los filamentos de todas las válvulas del receptor. Esta resistencia adicional se calcula de la siguiente manera:

Supongamos que los filamentos producen una disminución de voltaje de 90 voltios y que la red proporciona flúido a 125 voltios. La diferencia, o sean 35 voltios, los dividiremos por la intensidad de consumo de los filamentos (al estar conectados en serie son recorridos todos ellos por la misma intensidad) y obtendremos el valor de la resistencia. Si la intensidad es de 1 amperio, la resistencia sería de:

$$R = 35/1 = 35 \text{ ohmios.}$$

Como que está recorrida por una intensidad de un amperio, esta resistencia deberá ser del tipo de 35 vatios, o algo superior, y así evitaremos que se caliente excesivamente.

Encontrará otros esquemas de receptores universales en el transcurso de esta obra que completarán los detalles de esta clase de aparatos.



TERCERA PARTE

La recepción

CAPITULO PRIMERO

Energía recibida

Las ondas electromagnéticas al propagarse por el espacio crean un *campo,* es decir, la energía propagada desde la emisora estando contenida en este espacio, a la *densidad de energía* en un lugar determinado es lo que se llama el campo producido por una onda. Este campo es muy débil, evaluándose en millonésimas de voltio (microvoltio) por metro de altura de la antena receptora. Luego, el voltaje inducido en una antena por el paso de una onda, es igual al producto de la intensidad del campo, en microvoltios, multiplicada por la *altura* de la antena, en metros. En consecuencia, si aumentamos la altura, aumentaremos el voltaje inducido.

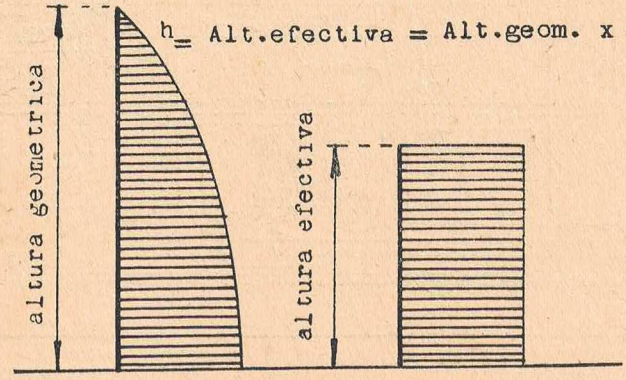
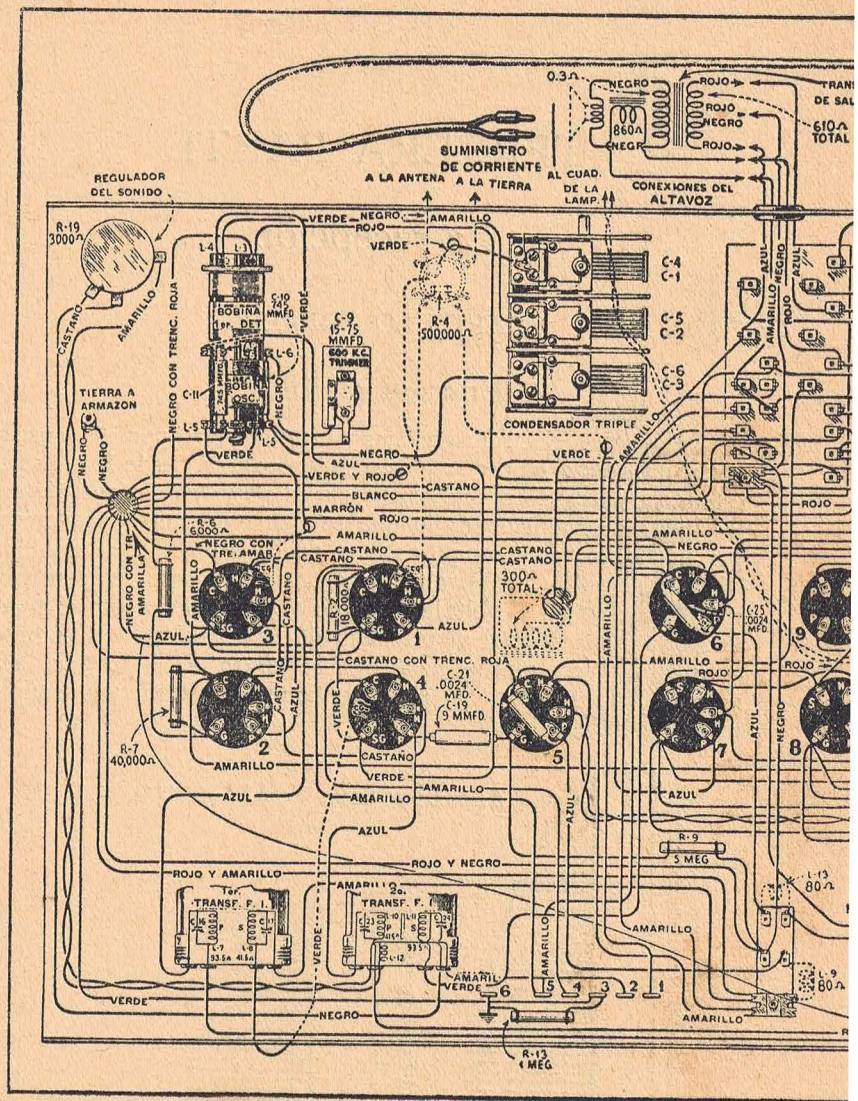
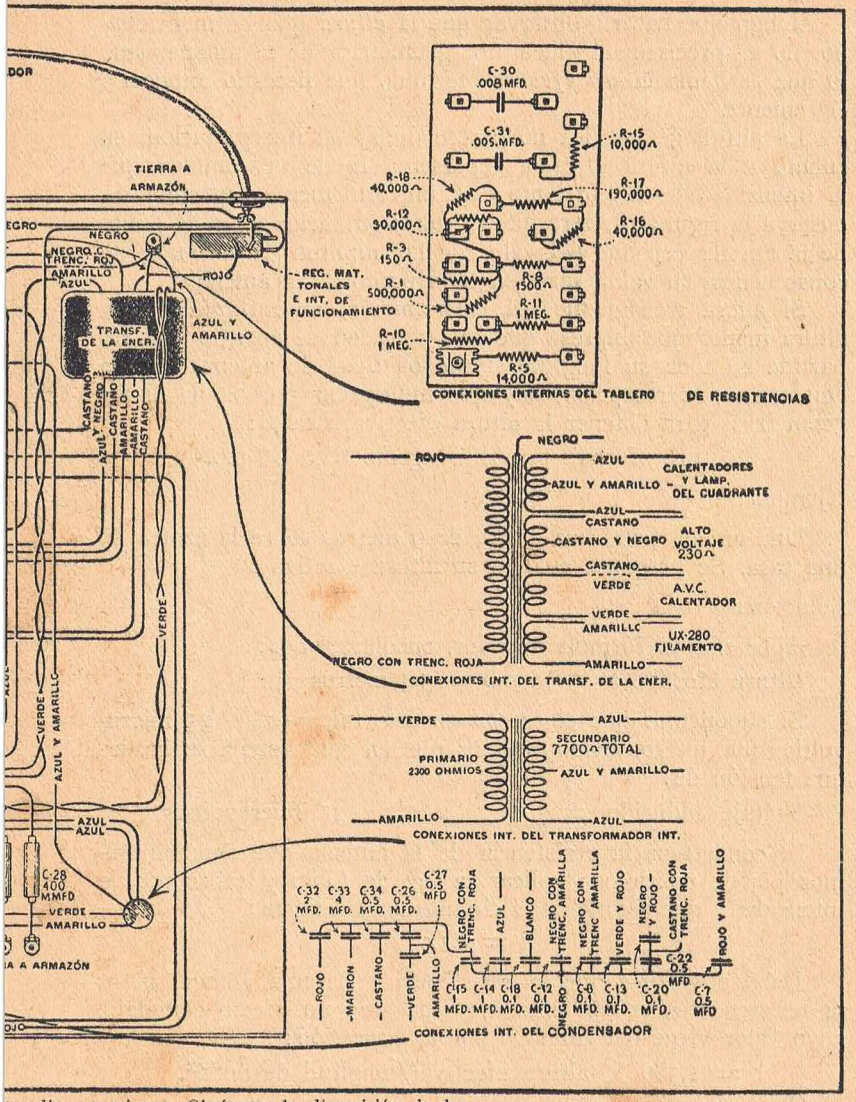


FIG. 78. — Demostración de la diferencia entre la altura geométrica de una antena y su altura *eléctrica* (efectiva).



Vista gráfica del armazón de un receptor sup
resistencias, condensadores y transformadores.



terodino americano. Obsérvese la disposición de las

(Cortesía de la "R. C. A. Víctor.")

Tengo que hacerle observar que la *altura* que he mencionado, no es precisamente la altura geométrica de la antena, sino lo que se llama *altura efectiva,* término que necesito explicarle claramente.

La altura geométrica no ofrece dudas su interpretación, en cuanto a la altura efectiva representa la de una antena que la intensidad de la corriente esté uniformemente repartida. Si observa la figura 78, verá que el voltaje inducido en cada punto de la antena depende del valor de la amplitud de la onda; en consecuencia su valor varía en cada punto de la antena.

Si ahora averiguamos el *valor medio,* encontraremos una altura menor que expresa que esta cantidad de energía está repartida en toda su longitud. Para los tipos de antenas que se emplean en la recepción, hay que multiplicar por 0.6 la altura geométrica para obtener la altura efectiva. Luego:

$$\text{Altura efectiva} = \text{Altura geométrica} \times 0.6.$$

Ejemplo:

Una antena tiene una altura de 9 metros sobre la azotea de una casa. Se pregunta cuál es su altura efectiva .

Solución:

Aplicando la fórmula anterior, encontraremos:

$$\text{Altura efectiva} = 9 \times 0.6 = 5.4 \text{ metros}$$

Si suponemos que el *campo* en este lugar es de 25 microvoltios por metro, encontraremos que en esta antena se induce una tensión de:

$$\text{Voltaje inducido} = 5.4 \times 25 = 135 \text{ microvoltios.}$$

Si conocemos la resistencia de la antena, que denominaremos por r, podríamos aplicar la ley de Ohm y sabríamos la intensidad i que recorrería el circuito antena tierra:

$$i = E/r.$$

Debo advertirle que la resistencia r de una antena no es la resistencia a la corriente continua sino un efecto complejo, cuyo valor viene determinado por la expresión:

$$r = 1.580 \times \text{altura efectiva}^2/\text{longitud de onda}^2.$$

Esta resistencia, r, se llama *resistencia de radiación.* Luego, ya vemos que la resistencia de una antena varía con la longitud de onda que recibe.

Propongámonos determinar la resistencia de radiación de una antena que recibe una onda de 200 metros, admitiendo que tiene la altura efectiva antes hallada, de 5.4 metros.

Tendremos:

$$r = 1.580 \times 5.4 \times 5.4/200 \times 200.$$
$$r = 1.580 \times 0.0007 = 1.1 \text{ ohmio.}$$

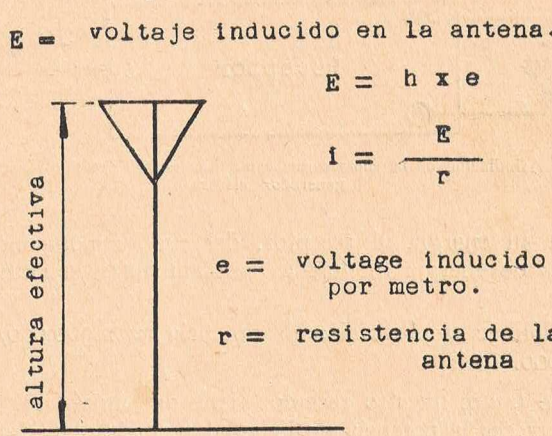


FIG. 79. — Determinación de la cantidad de energía captada por una antena.

Luego, la resistencia de radiación de esta antena, recibiendo esta onda, es de 1 ohmio y una décima de ohmio.

La intensidad que recorrerá la antena, suponiendo el voltaje inducido antes hallado, será de:

$$i = 135/1.1 = 123 \text{ microamperios.}$$

o sea un poco más de una décima de miliamperio, figura 79.

Le he dado expresamente estos ejemplos para que tenga una idea de las minúsculas cantidades de energía que intervienen en la recepción. Pues bien, en el caso que estamos estudiando, si el voltaje inducido es de 135 microvoltios y la intensidad 123 microamperios, la potencia recogida valdrá:

$$\text{Vatios} = i \times E = 0.000\,123 \times 0.000\,135 = 0.0166.$$

microvatios, esto es, casi 17 milésimas de microvatio. Compare esta diminuta potencia con los kilovatios radiados por una antena emisora y comprenderá bien claramente, desde ahora, la necesidad de aprovechar la potencia recibida, amplificándola

enormemente si tenemos en cuenta que los altavoces modernos requieren unos tres vatios de energía modulada para funcionar correctamente.

En consecuencia, admitamos, figura 80, que nuestra antena al recoger esta energía actúa como un diminuto generador que

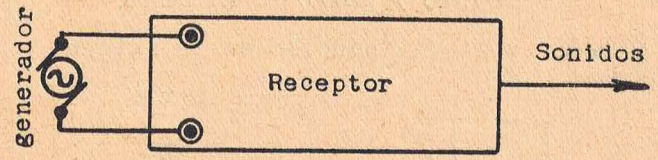


FIG. 80. — **Asimilación de la energía que capta una antena receptora a un diminuto generador eléctrico.**

comunica su energía al receptor, del cual, supongamos, salen 2.5 vatios de energía modulada para alimentar el altavoz, tendremos:

Relación de amplificación de potencia = 2.500.000/0.02 = 125.000.000.

Por lo tanto, nuestro receptor tiene que amplificar 125 millones de veces la potencia de la señal recibida, cantidad verdaderamente fantástica que sólo puede conseguirse con la válvula electrónica.

Una vez establecidos estos cálculos preliminares, veamos ahora cómo se puede predeterminar el número de pasos de amplificación de nuestro receptor, pero, antes, he de explicarle como se calcula la amplificación de cada paso.

Le ruego que observe la figura 81. Represento una válvula triodo que, para los efectos de lo que he de explicarle simplificará el ejemplo aunque, bien entendido, esta válvula será una pentodo, etc.

Ya sabemos lo que significa el poder amplificador de una válvula por haberlo descrito en la obra *Guía Práctica de Radio*. Este valor se representa por medio de la letra griega (mu) y en las válvulas modernas vale varios centenares de veces, significando con ello que todo *voltaje* aplicado a la rejilla, lo recogemos en el circuito de la placa multiplicado por el valor de mu.

Para determinar el número de válvulas de un aparato, no se utilizar en el cálculo la relación de la amplificación de la po-

tencia, sino la de los voltajes de entrada y salida, es decir, el voltaje recogido por la antena y la *tensión útil* del altavoz, significando por tensión útil el *voltaje variable* disponible en la bobina móvil de un altavoz electrodinámico. Esta tensión, en los aparatos modernos, es del orden de unos 20 voltios.

Esta forma de calcular la amplificación tiene otra ventaja y es que las válvulas tienen evaluada su *amplificación en voltios,* es decir, el valor de *mu,* que se indica en todos los catálogos de válvulas. Por consiguiente, volviendo a nuestro ejemplo, que nuestra antena recoge una tensión de 135 microvoltios, si necesitamos a la salida una variación de 20 voltios, o sean 20 millones de microvoltios, tendremos:

Amplificación necesaria = 20.000.000/135 = 148148.

Veamos ahora cuántas válvulas necesitaríamos suponiendo que todas tienen el factor de amplificación, en voltios, igual a 100. Siguiendo el mismo procedimiento, se puede determinar, para cualquier tipo de válvulas: basta conocer el valor de *mu.*

En el caso de nuestro ejemplo, suponemos, para facilitar los cálculos, que disponemos de válvulas cuyo poder de amplificación en voltios (mu) es igual a 100 unidades. Tendremos, sucesivamente, recordando que necesitamos 20 voltios de tensión variable (20.000.000 de microvoltios):

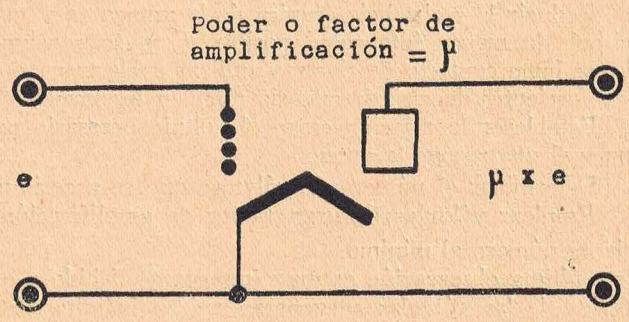


FIG. 81. — Principio básico de la radio moderna: la válvula amplifica las señales aplicadas a su circuito de rejilla.

20.000.000/100 = 200.000.

que será el efecto de una válvula, con lo cual vemos no es suficiente; amplifiquemos con otras más y tendremos:

200.000/100 = 2.000

esta segunda válvula no es tampoco suficiente, puesto que en

nuestra antena recogemos solamente 135 microvoltios; amplifiquemos de nuevo:

$$2.000/100 = 20.$$

cantidad superior a los 135 microvoltios, en consecuencia, para alimentar nuestro altavoz, que admitimos necesita 20 voltios, y suponiendo el campo antes mencionado, necesitaremos tres válvulas de una poder de amplificación, en voltios, igual a 100 unidades.

Creo oportuno hacerle una serie de observaciones acerca de la evolución de estos cálculos:

1.° *La amplificación* de las válvulas sucesivas no se suma, se *multiplica.*

2.° *Sólo amplifican las válvulas:* los acoplos intervalvulares (transformadores, resistencias, etc.) no intervienen.

3.° La amplificación no sólo se obtiene en las válvulas amplificadoras, *las detectoras también amplifican.*

Puedo resumir cuanto le he explicado hasta ahora con las siguientes normas:

1. Para recoger mucha energía del espacio, construir una antena alta, orientándola hacia las emisoras que se desean recibir; así se inducirá en ella la mayor cantidad de energía posible.

2. Reducir la resistencia óhmica de la antena para que por ella circule la mayor intensidad posible. Esto se consigue haciendo un buen contacto de tierra y utilizar cable trenzado para que las corrientes de radiofrecuencia circulen fácilmente.

3. Establecer la relación entre el voltaje necesario para el altavoz y el que recoge la antena.

4. Determinar el número de válvulas que se necesitan.

5. Emplear válvulas de gran factor de amplificación para reducir su número al mínimo.

Esta última observación es muy importante debido a que en el interior de las válvulas se generan ruidos infinitamente pequeños ocasionados al desprenderse los electrones del cátodo y chocar contra el ánodo (placa), ruidos que se *multiplican* en cada paso de amplificación.

Observe que en todos estos cálculos no ha intervenido la clase de circuito. Por lo tanto, tratándose de *amplificación,* podremos emplear no importa qué clase de montaje.

Desde luego, ya habrá usted observado que la solución del problema que estamos resolviendo tiene un punto de partida

casi indeterminado: la energía que capta la antena, puesto que depende, en resumen de la intensidad del campo que produce la emisora en aquel lugar. Ahora bien, esta intensidad está sometida a una serie de causas de modificación, puesto que estamos en presencia del delicadísimo asunto de la transmisión de la energía sin hilos, problema éste que nunca será resuelto con absoluta seguridad desde el momento en que las condiciones de propagación varían a cada instante.

Lo único que queda como recurso es partir de la base de que la cantidad de energía que se recibe es mucho más pequeña que la generalmente obtenida. El cálculo dará entonces una amplificación excesiva, pero nos garantizará la recepción cuando las condiciones sean deficientes.

Para tener ahora una idea más concreta acerca de las intensidades de campo, le indicaré algunas cifras, deducidas de la práctica.

Para asegurar una *recepción excelente,* tanto si es de día como de noche, y no importa en qué época del año, se requiere un campo de 10.000 microvoltios *por metro.* La recepción en este caso es de excelentísima calidad: se denomina *recepción clase A.*

Una intensidad de campo de 5.000 microvoltios por metro es excelente y puede considerarse como de primera calidad. Es la *recepción clase B.*

Si la intensidad de campo es de 2.500 microvoltios, aunque es muy buena, sufrirá el efecto de las interferencias potentes Es la *recepción clase C.*

Veamos lo que puede esperarse de un receptor instalado en una zona que reciba estas intensidades de campo.

La condición de la *clase A* asegura una recepción de primerísima clase. sin ser perturbado por interferencias de ninguna clase. Estará obligado a disponer de un receptor muy selectivo si quiere recibir estaciones lejanas.

Si tenemos el receptor en una zona que la intensidad del campo asegure una recepción clase B, recibiremos en excelentes condiciones con un receptor de cristal, utilizando una antena exterior adecuada.

Situándonos en una zona de recepción *clase* C, sufriremos los efectos de interferencias de motores, trenes eléctricos, atmosféricos, etc., pero, no obstante, podemos admitir que durante

el 80% de las audiciones la recepción será de muy buena calidad, sin ser perturbada.

Sin embargo, no siempre puede contarse con intensidades de campo tan fuertes, sobre todo en España, que si queremos recibir emisoras extranjeras, sobre todo de Alemania, Inglaterra, Italia, etc., que están situadas a distancias superiores a mil kilómetros, disponemos de intensidades de campo muy inferiores, lo cual, desde luego, nos coloca en la condición de verse turbadas nuestras recepciones por perturbaciones de distinto origen, cuya intensidad sea superior al nivel de la intensidad de campo que recibimos. Desde luego que los receptores modernos, con sus perfeccionamientos, tienden precisamente a resolver estas dificultades mediante los controles automáticos de volumen, dispositivo antifading, supresor automático de ruidos, etc.

Intensidades de campo del orden de 100 microvoltios por metro aseguran una buena recepción con un aparato moderno de cuatro válvulas y con receptores de cinco y seis válvulas, sobre todo si tienen los perfeccionamientos que antes he mencionado, pueden obtenerse recepciones buenas con intensidades de campo de 15 a 50 microvoltios por metro. Desde luego, se supone que se dispone de una buena antena exterior. Los resultados serán mucho mejores si el receptor se instala fuera de la ciudad, en pleno campo, donde las perturbaciones de origen industrial no existen y la propagación de las ondas se efectúa en mejores condiciones.

Finalmente, siendo muy pequeña la cantidad de energía que captamos del espacio, interesa sobremanera saber aprovecharla en las óptimas condiciones, mediante una buena instalación, de lo cual me ocuparé seguidamente.

CAPITULO TERCERO

Instalación de receptores

Es frecuente esta clase de actividades; son muchos los que instalan receptores, y muy pocos los que los instalan bien.

Actualmente, instalar un receptor se considera una cosa tan sencilla como enchufar una plancha eléctrica. En efecto, puede hacerse de esta forma, pero, después se quejan de ruidos, y

de una serie de anomalías, que muchas de ellas no tienen otra causa sino en una instalación defectuosa.

Es preciso convencerse, que así como para instalar una sencilla lámpara es conveniente que la coloque un electricista, con muchísima más razón, para instalar un aparato de radio es preciso recurrir a que lo coloque un radiotécnico quien, poseyendo los conocimientos necesarios, sabrá evitar las dificultades y aprovechar las ventajas posibles. Voy a indicarle estas normas para que pueda realizar con toda eficiencia esta clase de trabajos.

Al instalar un receptor, observe las condiciones de la habitación donde quieren que se coloque el aparato. Procure resolver satisfactoriamente las condiciones siguientes:

a) Instalación del receptor con una *toma de corriente cercana.*

b) Posibilidad de instalar una *antena exterior.*

c) Hacer una *buena conexión a tierra.*

d) Observar *las condiciones acústicas* del local

Voy a tratar por separado estos cuatro puntos, porque cada uno de ellos tiene su importancia.

a) *Instalación del receptor.*—Procure colocar el aparato en un lugar seco y evite que sufra variaciones de temperatura. Esta primera parte, realizada, procure instalar el receptor en un ángulo de la habitación, de manera que se evite que lo cambien de lugar.

Debe cuidar asimismo que haya una ventana cerca para poder hacer la conexión de la antena. Procure elegir también el lugar más cercano de la canalización del agua para hacer una buena toma de tierra.

Por lo tanto, la selección del emplezamiento tiene una gran importancia. Asimismo, si el receptor es potente y se quiere tener una buena recepción y reproducción de los sonidos, debe de procurarse que no se produzcan efectos de resonancia acústica, lo cual se consigue co nrelativa facilidad si la habitación tiene algún cortinaje que absorba la proyección directa de las ondas sonoras.

b) *Antena exterior.*—Los receptores modernos tienen una gran sensibilidad y las casas vendedoras de aparatos aconsejan la construcción de una antena interior. De todas formas, siempre que le sea posible, construya una antena exterior, según las normas que le indico a continuación.

En la figura 82, ilustro un tipo de antena de reciente concepción, que tiene por objeto evitar, en lo posible, la captación de influencias parásitas. Tenga presente que una antena recoge energía tanto la porción horizontal como la vertical, pero, se ha comprobado que en todas las ciudades todo sucede como si a una altura de unos cuantos metros sobre el nivel del suelo

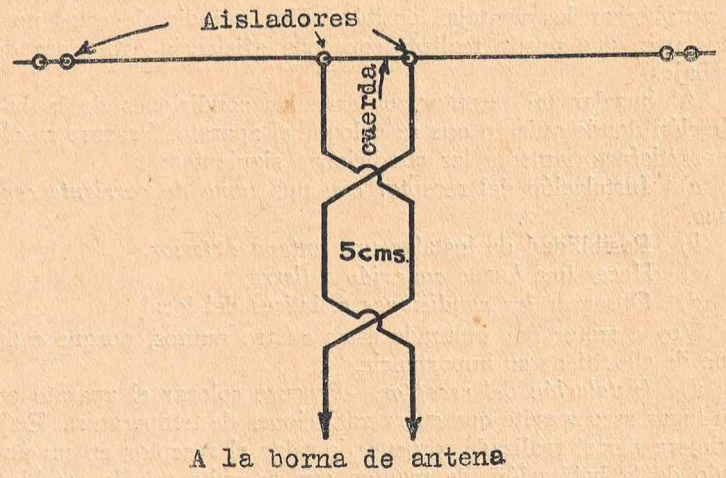


FIG. 82. — Principio fundamental de las antenas antiparasitarias.

hubiese una especie de atmósfera perturbadora, de forma que si construye una antena con una porción horizontal, bastante elevada, y el conductor de caída se hace doble, cruzándose a intervalos, figura 82, resulta que estas influencias parásitas se destruyen mutuamente por circular en sentidos contrarios, de donde una recepción potente (recogida por la porción horizontal), con pocas perturbaciones.

Es sumamente recomendable instalar un conmutador de entrada para poder conectar la antena a tierra cuando no se recibe. Esta precaución es del máximo interés en caso de tempestad, puesto que las descargas que eventualmente pueden actuar sobre la antena se derivan a tierra sin ocasionar daños ni a los aparatos ni al edificio, ni a las personas.

La antena debe de construirse con cable especial, trenzado, compuesto de muchísimos hilitos, de cobre, de muy pequeño diá-

metro. Esto tiene su explicación debido a que las corrientes de radiofrecuencia, que se generan en una antena por el paso de las ondas electromagnéticas, circulan por la *superficie* de los conductores, penetrando a una profundidad del orden de la milésima de milímetro, de lo cual resulta que al aumentar el número de hilitos obtendremos una superficie muchísimo mayor que si fuese sólo un hilo del diámetro exterior del cable así formado.

Procure no romper nunca un hilo de antena. Arregle las cosas como usted quiera, pero haga que desde el extremo libre de la antena hasta la toma del aparato (o hasta el conmutador de seguridad), no hayan añadiduras. Esto es muy importante debido a que siempre que se añaden dos conductores, por los cuales circulan corrientes variables, en el punto de unión se produce lo que se llama *corrientes reflejadas,* produciendo perturbaciones en la frecuencia a que se sintoniza la antena. Esta observación debe tenerse en cuenta también en las conexiones internas del aparato, sobre todo hasta atacar la rejilla de la primera válvula, figura 83.

Los extremos de la antena deben de terminarse con dos aisla-

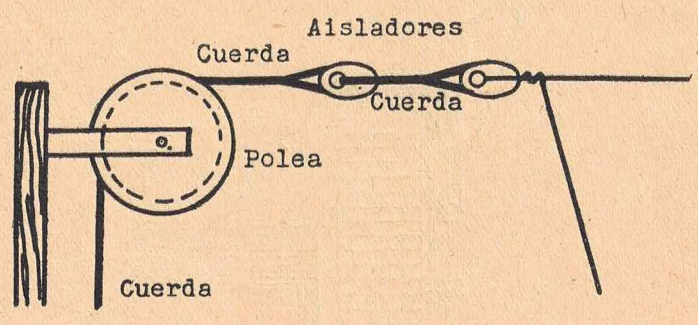


FIG. 83. — Detalle constructivo de una antena.

dores, cuidando si la antena está instalada en la ciudad, de limpiarlos dos veces al año, debido a que con la humedad y el humo, se recubren de una capa semiconductora que permite una fuga de corriente que resta eficacia al rendimiento de la antena.

Al estudiar el emplazamiento de una antena procure que la porción horizontal esté situada a unos 5 metros, al menos, sobre el techo de la casa. Si la instala en el campo, esta altura debe de tener un aumento si se es posible a unos 8 ó 10 me-

tros, utilizando los árboles, etc., cuidando de todas formas que el ramaje no toque el hilo, puesto que ocasionaría ruidos.

La orientación debe ser tal que enfile la dirección de las zonas donde hay las emisoras que se deseen recibir con preferencia. El hilo descendente debe estar en la parte más cercana a las emisoras.

Evite a toda costa, instalar una antena paralelamente a las líneas telefónicas, de electricidad (luz o de transporte de energía de alta tensión); estas últimas, aunque estén situadas a una distancia de varios centenares de metros. Coloque la antena perpendicularmente a todas estas líneas, posición ésta que corresponde al mínimo de inducción perturbadora.

Si hay antenas instaladas en el lugar (terrado, etc.), haga previamente un pequeño estudio de emplazamiento, cuidando de evitar el paralelismo, si es posible, y en caso de necesidad, alejarse lo más posible; así se evitará la *reacción mutua* de las antenas.

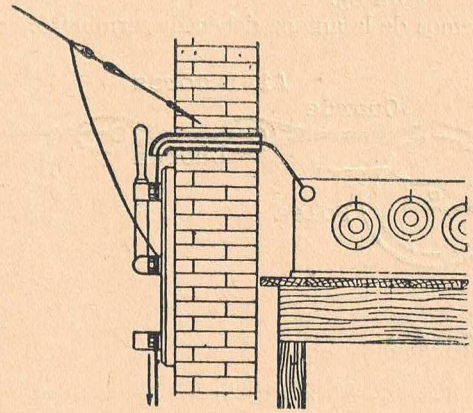


FIG. 84. — Forma de disponer la entrada de la antena, con su conmutador de protección.

Como porción horizontal, una longitud de unos 12 a 15 m. es la más indicada y, como forma de antena, la de L invertida y en T, son de gran eficiencia para la recepción radiotelefónica.

El descenso, es decir, el hilo que une la porción horizontal de la antena con el hilo descendente, después de pasar por un aislador, sin interrumpirse, figura 84, se conecta al conmu-

tador de protección. Finalmente, la entrada en la casa debe hacerse a través del marco de una ventana, cuidando que el hilo esté protegido por un tubo de caucho, evitando así que toque la madera.

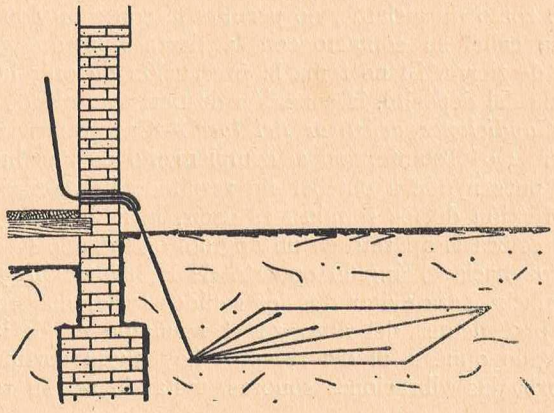


FIG. 85. — Manera de hacer una excelente toma de tierra, especialmente en el campo.

El hilo de antena debe ser desnudo, aislándolo sólo en el punto de entrada, tal como acabo de explicarle.

c) *Conexión de tierra.*—Nunca se recomendará bastante de completar la instalación de un receptor con una *excelente* conexión a la tierra. Generalmente, se descuida esta precaución, de donde resultan una serie de anomalías en el funcionamiento y la presencia de ruidos que no tienen otro origen sino el no tener un potencial cero (tierra) que sirve, por decirlo así, de punto de apoyo para el funcionamiento del receptor.

El conductor que une la borna del receptor destinado a este contacto hasta la conexión de tierra, no debe de estar aislado. Puede emplearse alambre desnudo.

Si es en el campo, la toma de tierra puede hacerse enterrando a una profundidad de unos 80 cms., en tierra húmeda, una plancha metálica, de unos 50 x 50 cms., soldándola al conductor que se conectará a la toma de tierra del receptor, figura 85.

Si es en la ciudad, deberá de contentarse con utilizar la cañería del agua, aunque tomando ciertas precauciones. Desde

luego, con varias vueltas de alambre, asegure un buen contacto en un lugar de la cañería que previamente haya limpiado con papel de lija (no conseguirá soldar mientras circule agua por la cañería). Lo que tiene que hacer ahora es unir la cañería de entrada y la de salida del depósito de cemento, puesto que actuando como un aislante, no permite la conexión con la cañería de la calle, en contacto con la tierra húmedo, verdadero contacto de tierra. Si no toma la precaución de unir la entrada y la salida del depósito, la conexión de tierra *no existe*.

d) *Condiciones acústicas del local.*—Casi nunca se tienen en cuenta. No obstante, son el complemento de una buena instalación, pues ayuda a obtener un resultado harmónico, evitando la reflexión de los sonidos, es decir, la *resonancia acústica*.

Si se coloca el aparato en un ángulo, orientando la dirección del altavoz hacia el ángulo opuesto de la habitación, ya se ha ganado mucho para evitar que los sonidos reflejados interfieran con los procedentes del altavoz; el resultado es definitivo si en el ángulo opuesto al del receptor hay algún cortinaje, etc., que absorba las vibraciones sonoras, evitando así su reflexión.

CAPITULO TERCERO

Las interferencias

El gran enemigo de las recepciones radiotelefónicas son las interferencias de distintas clases que actúan simultáneamente con las emisiones.

Estas interferencias si se analizan cuidadosamente con un receptor sensible en una gran ciudad, son innumerables: tranvías, ascensores, motores de todas clases (ventiladores, etc.), letreros luminosos, aparatos de rayos X, y un sinfín de causas perturbadoras, todo esto unido a las variaciones casi constantes del estado atmosférico que hacen de la recepción un terrible desconcierto y, en muchas circunstancias, es verdaderamente insoportable. Pues bien, los ruidos parásitos se agrupan en dos grandes categorías: ruidos de *origen industrial* y parásitos *atmosféricos*. Veamos en estas dos categorías cómo puede procederse, si no para anularlos, al menos para reducirlos a un mínimo.

Los parásitos atmosféricos se generan entre nubes cargadas a distintas tensiones eléctricas, cuando el voltaje entre ellas es

suficiente para producir una descarga, salta una chispa que genera oscilaciones electromagnéticas (de una potencia de centenares o millares de kilovatios) que afectan a medio continente y a veces a medio mundo. Lo grave de estas descargas es que no tienen una longitud de onda definida, abarcan todo el espectro de longitudes de onda: tanto se reciben a los 30 m. como a los 500, como a los 2.000 m. de longitud de onda. Sin embargo, no estamos completamente desarmados para evitarlas, y tanto es así que en ciertas regiones, sobre todo en los países tropicales donde estas tormentas son casi continuas, se recurre a los procedimientos que voy a explicar.

Se trata de utilizar en la recepción la antena de cuadro. En efecto, sabemos que tiene acciones direccionales y en consecuencia pueden arreglarse las cosas de manera que la recepción en la dircción de las perturbaciones sea mínima. De todas maneras, la eliminación de los parásitos atmosféricos es difícil y relativamente poco eficaz.

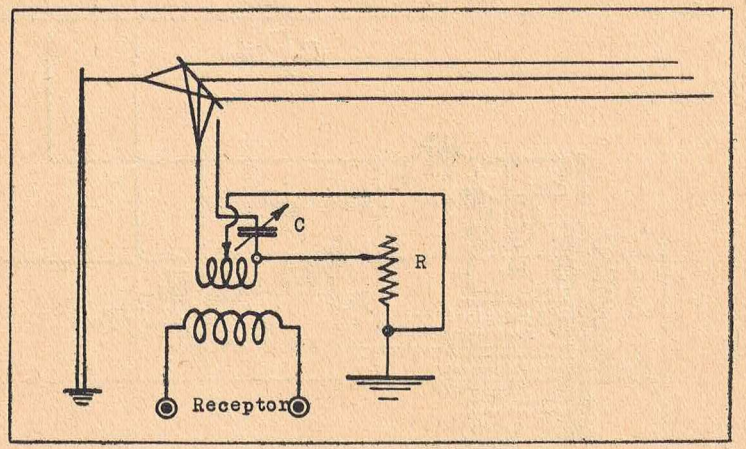
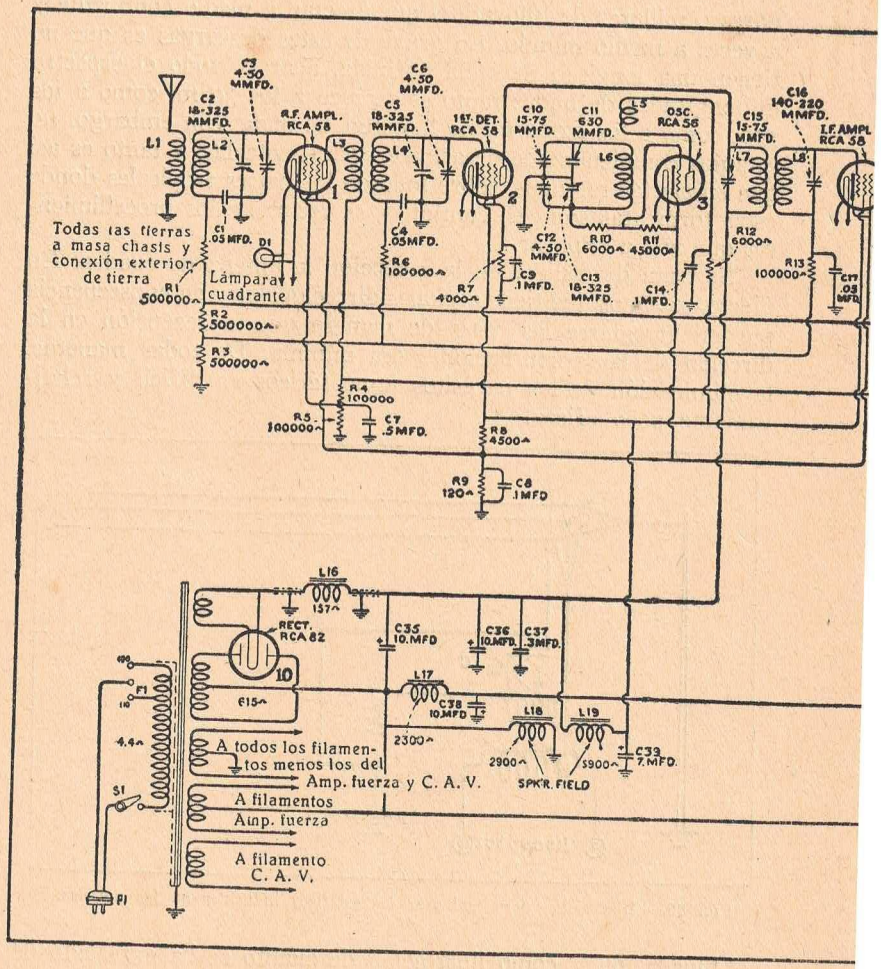


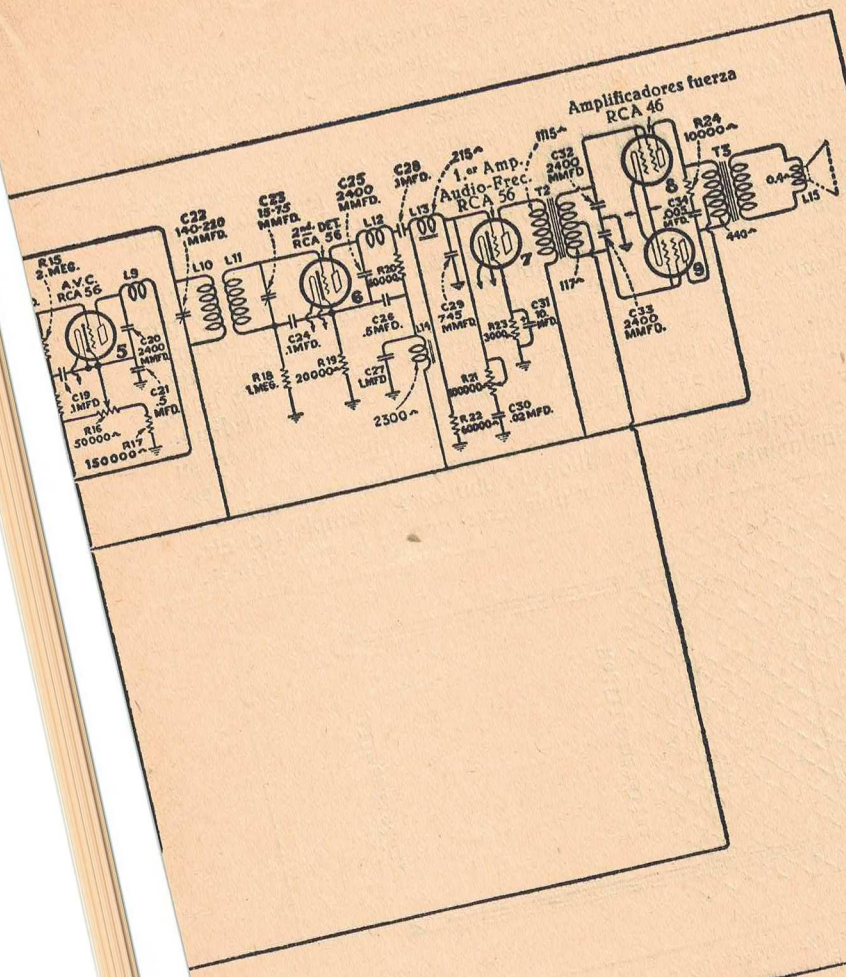
FIG. 86.— Disposición para aminorar los estáticos inducidos en las antenas.

Queda, pues, como ilustración de cuanto se ha explicado de que los ruidos parásitos son difíciles de eliminar y bueno es saber anticipadamente de que en ciertas épocas del año la recepción es francamente mala y que en otras es buena (meses de invierno).

Los parásitos de *origen industrial,* son los más frecuentes y,



Esquema de las conexiones de un receptor sup
y amplificación de potencia de salida.



erodino americano alimentado con corriente alterna

(*Cortesía de la "R. C. A. Víctor"*)

hasta cierto punto posibles de eliminar, bien impidiendo su formación o absorbiendo la energía que entra en juego y derivándola a tierra o neutralizándola por otra de igual y sentido contrario, es decir, en oposición de fase.

Mucho se puede hacer empezando por construir la antena de forma que la mayor parte de la energía de los parásitos no actúe en ella. En efecto, las perturbaciones de origen industrial en general se producen casi siempre al nivel del suelo; luego, donde más energía inducen es en la *porción vertical* de la antena y por lo tanto veamos cómo es posible de hacer actuar una corriente igual y contraria para que se anulen mutuamente. Para ello dispondremos la porción vertical de la antena hecha con dos hilos, separados entre sí a una distancia de unos 15 cms. mediante unos listones con aisladores en sus extremos. Se reúnen en su parte inferior con una bobina de 5 cms. de diámetro con 16 espiras y su punto medio conectado a tierra. Una resistencia variable, del orden de medio millón de ohmios R, completa el circuito. Finalmente, para obtener más exactamente la oposición de

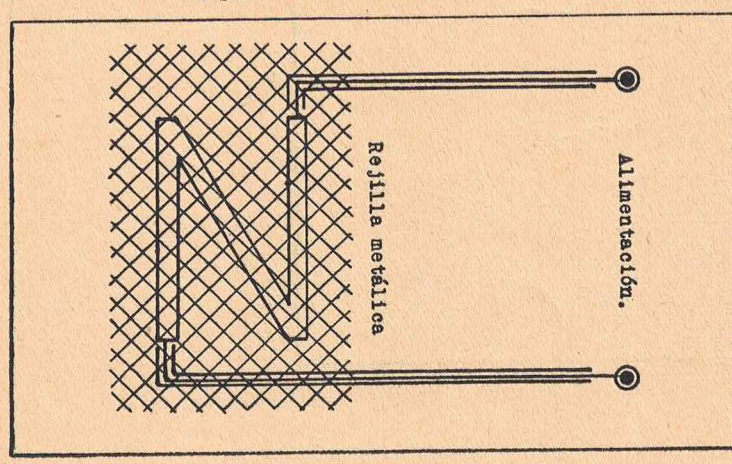


FIG. 87. — Protección de los letreros luminosos.

fase de las dos ramas verticales es conveniente colocar un condensador variable de pequeña capacidad C. Una vez este dispositivo instalado es preciso ajustarlo cuidadosamente actuando con la resistencia y el condensador hasta obtener una notable disminución de los parásitos y conservando una buena recepción de

las señales. Los ajustes deben hacerse empezando por C y luego por R, figura 86.

Si la disposición indicada de la antena fuese suficiente, se habría resuelto un importante problema, pero si el lector hace experiencias se convencerá que esto no es suficiente para anular las perturbaciones. Es preciso recurrir entonces a suprimir las perturbaciones en su misma causa de origen. Vamos a clasificar las perturbaciones más frecuentes y forma de poderlas eliminar o aminorar.

Variaciones bruscas de intensidad. — La causa de estas perturbaciones es la brusca apertura de un circuito. La energía almacenada en las bobinas bajo la forma de campo magnético, cuyo valor es $1/2\ L \times I^2$, donde L es la inductancia de la bobina en henrios e I en amperios. Esta energía es preciso absorberla, de lo contrario se consume bajo forma de chispa de resistencia R, en cuyo caso su valor es $R \times I^2$: la energía almacenada en el campo magnético se ha transformado en calor y produce radiaciones perturbadoras. Pues bien, si a los bornes de ruptura disponemos un condensador de capacidad C nos absorberá esta

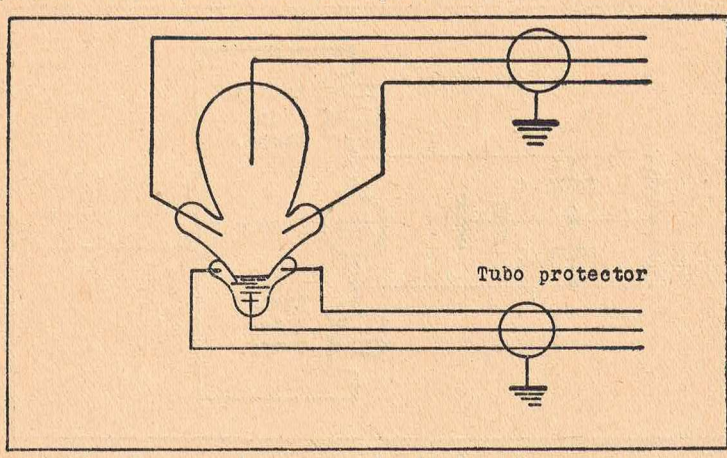


FIG. 88. — Forma de evitar que un redresador de corriente perturbe.

energía cargándolo: $1/2\ C \times V^2$ (V = voltaje). Si la bobina tiene una inductancia de medio henrio y la intensidad es de 0,3 amperios, la energía almacenada sería:

$$W = 1/2\ L \times I^2 = 1/2 \times 0.5 \times 0.3 \times 0.3 = 0{,}075$$

como que esta cantidad la absorberá el condensador, tendremos:

$$0{,}075 = 1/2\ C \times V^2$$

efectuando los cálculos encontraremos que si el condensador tiene una capacidad de 3 MF (microfaradios), la tensión máxima aplicada a las armaduras del condensador sería de 158 voltios, tensión que no tiene nada de extraordinaria ni hace temer ninguna perturbación. Tenga bien en cuenta que la perturbación desaparece cuando no hay chispa alguna y esto sólo se consigue utilizando condensadores de una capacidad suficientemente grande.

En aparatos que hay bobinas conectadas es preciso colocar el condensador tal como se ha indicado y además proteger la línea de propagación hasta la fuente de alimentación por medio de cordón trenzado, puesto que de esta manera los efectos se anulan dos a dos, de signo contrario. Es en ciertos casos necesario colocar la línea en un tubo metálico y éste conectado a tierra.

Letreros luminosos. — Son una causa de perturbación. Se

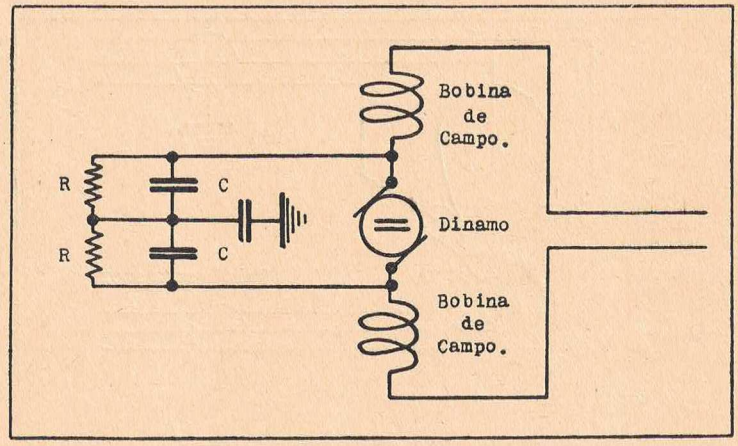


FIG. 89. — Protección de las perturbaciones de los motores y dinamos.

aminoran, si no se evitan completamente, mediante una protección metálica de la línea y colocando luego una rejilla metálica conectada a la protección de línea, figura 87.

Redresadores de corriente. — Producen fuertes perturbaciones

que pueden aminorarse en gran parte mediante los dispositivos indicados en la figura 88.

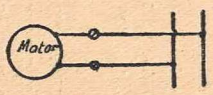
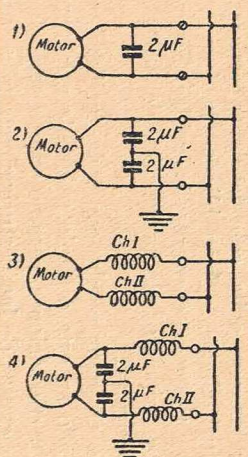
Tranvías y motores. — El chispeo de las escobillas en los motores y generatrices, de los *trolleys* de los tranvías, etc., ocasionan perturbaciones que pueden aminorarse con los dispositivos indicados en la figura 89.

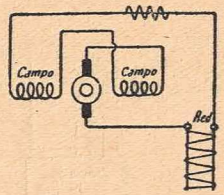
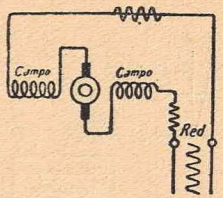
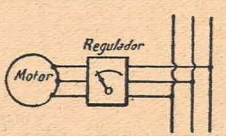
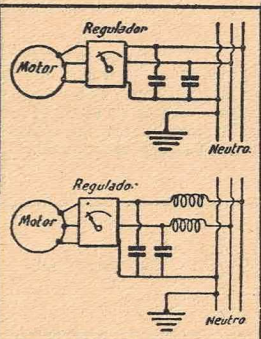
En fin, las perturbaciones pueden ser producidas por distintos aparatos, y toda la técnica de anularlas o al menos aminorarlas consiste en absorber la energía remanente por medio de un condensador que evite sobretensiones capaces de producir fuertes perturbaciones, o bien blindar la fuente perturbadora conduciendo a tierra las corrientes inducidas. Es preciso, una vez conocidos los principios de protección, de saber adaptarlos en cada caso particular.

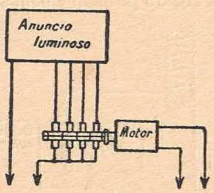
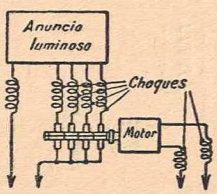
Para que el lector pueda, con toda facilidad, aplicar lo que se ha explicado en este capítulo referente a la supresión o aminoración de perturbaciones, resumo en una serie de ejemplos bien concretos las causas de las perturbaciones y la forma de poderlas evitar.

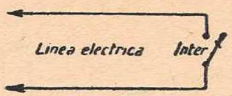
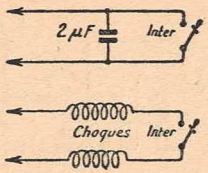
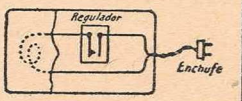
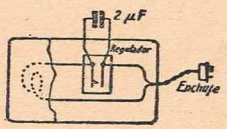
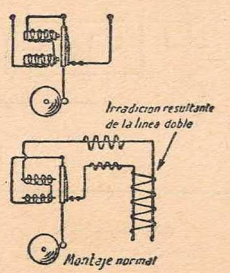
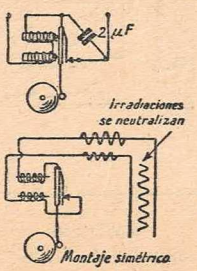
En estos diversos casos, se emplean bobinas y condensadores. Las primeras se indican en una tabla final, cómo construirlas y diámetro del hilo que debe emplearse, según la intensidad, en amperios, de la corriente que debe recorrerlas. De esta forma se evita toda duda posible en este sentido.

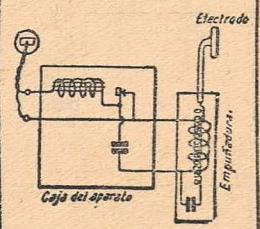
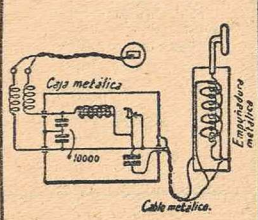
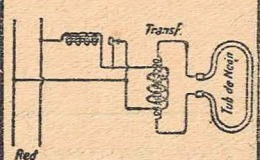
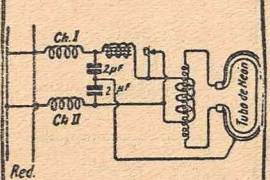
Los valores de las capacidades a intercalar en los aparatos protegidos ya se indican en los esquemas correspondientes. En cuanto a las bobinas de choque se harán según las normas indicadas en la tabla final.

Origen de la interferencia.	Forma de los ruidos producidos.	Conexión del aparato sin protección.	Conexión del aparato protegido.	Observaciones.
A) Motores eléctricos, por ejemplo, de aparatos domésticos: aspiradores de polvo, máquinas de coser, ventiladores, secadores eléctricos, aparatos de masaje, máquinas de taladrar, cajas registradoras, instalaciones frigoríficas, ascensores, etc.	Zumbido continuo o ruido de fritura.			1) Conectar en paralelo un condensador fijo de 2 mfd. en las bornas de entrada. 2) Conectar en paralelo dos condensadores fijos unidos entre sí en serie de 2 mfd. de capacidad cada uno entre las bornas de entrada y unir la parte central de los dos condensadores a tierra. 3) Intercalar bobinas de choque entre los hilos de entrada al motor. 4) Combinación de métodos 2 y 3. Además, como datos generales: Lijar bien el colector. Quitar de él cualquier señal de grasa por medio de un trapito humedecido en bencina. Cambiar las escobillas y afilarlas de nuevo; conectar a tierra el armazón metálico del motor.

B) Motores eléctricos para corriente continua, es decir, motores principales.	Zumbido o ruido de frituras.	 Esquema general de conexión. Adición de las irradiaciones parásitas.	 Conexión simétrica. Las irradiaciones se neutralizan. (Igual amplitud, fases contrapuestas.)	Empleo de la conexión simétrica cambiando el montaje del motor. Además, conviene observar las anotaciones indicadas bajo el párrafo A.
C) Motores eléctricos en línea trifásica.	Zumbido.	 Red trifásica (neutro conectado a tierra).	 Red trifásica (neutro conectado a tierra).	1) Unir las dos fases con el neutro a través de condensadores fijos de 1 mfd. 2) Igual como en 1), pero añadiendo en serie con las fases una bobina de choque. Además deben tenerse en cuenta las observaciones ya indicadas al final de *A*). Si la fase central no está unida a tierra, deben seguirse los métodos indicados bajo A_4 (unir a tierra el condensador fijo).

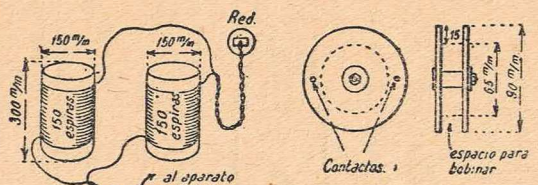
Origen de la interferencia.	Forma de los ruidos producidos.	Conexión del aparato sin protección.	Conexión del aparato protegido.	Observaciones.
D) Generadores.	Igual como bajo *A* o *C*.	Igual como bajo *A* o *C*.	Igual como bajo *A* o *C*.	Igual como bajo *A* o C.
E) Convertidores (grupos motor generador y grupos rectificadores).	Igual como bajo *A B* o *C*.	Combinación de *D* con *A*, *B* o *C*.	Las mismas observaciones como indicadas bajo *A*, *B* o *C*, pero lo mismo en los hilos de la corriente de entrada como en los de la corriente de salida.	Además las observaciones generales indicadas bajo *A* y *C*.
F) Anuncios luminosos accionados por motor.	Lo mismo como bajo *A*, *B* y *C*, pero además con un ruido de chasquido en intervalos más o menos largos.	 Anuncios luminosos.'	 Anuncios luminosos.	En el motor tomar las mismas medidas en los hilos de corriente de entrada como indicado bajo *A* y *C*. Además todos los hilos que van hacia el anuncio luminoso deben proveerse cerca del motor con una bobina de choque.

G) Interruptores de línea eléctrica (principalmente interruptores automáticos).	Ruido de chasquidos.			1) Conectar en paralelo con el interruptor un condensador fijo de 2 mfd. 2) Intercalar en los hilos de la corriente bobina de choque. 3) Combinación como se indica bajo A_2 y A_4.
H) Almohadillas eléctricas (con regulación automática del calor).	Ruido de estampido que se sucede con mayor o menor frecuencia.			1) Conectar un condensador fijo de 2 mfd. en paralelo con el regulador. 2) Intercalar bobina de choque en los hilos de entrada (no está dibujada). 3) Combinación como indicada bajo A_2 y A_4.
J) Timbre eléctrico.	Ruido de fritura.			1) Conectar en paralelo con el interruptor un condensador fijo de 2 mfd. 2) Empleo de montaje simétrico. Vea también el párrafo *B*.

Origen de la interferencia.	Forma de los ruidos producidos.	Conexión del aparato sin protección.	Conexión del aparato protegido.	Observaciones.
L) Aparato medicinal de alta frecuencia y de diatermia.	Fuerte ruido de fritura.			1) Intercalar bobina de choque en los hilos de entrada de la corriente. Blindar la caja del aparato, así como la empuñadura. Poner cable de conexión con envoltura metálica. Montaje de dos condensadores fijos de 0,01 mfd. Quitar el condensador fijo que se encuentra en la empuñadura y conectar el enrollamiento secundario al blindaje metálico. 2) En casos más sencillos blindaje metálico de la empuñadura. Unir ésta a través de un condensador fijo de 1 mfd. con uno de los polos de la corriente (comprobar dónde funciona mejor).
M) Anuncios luminosos de Neon.	Igual como bajo *K*.			Montaje de choques de alta frecuencia en los hilos de la corriente de entrada. Montaje de dos condensadores fijos de 2 mfd. como indica el esquema. Blindar con metal la parte posterior de la lámpara. Unir este blindaje con el punto central de los dos condensadores.

La tabla que figura a continuación indica el diámetro del hilo para las bobinas, según la intensidad de corriente que absorban los aparatos eléctricos. En las chapas de características de los motores, pueden verse los datos con respecto a la fuerza, vatios, etc., que consumen.

Los condensadores fijos deben ser para 220 voltios de tensión de servicio y 500 voltios tensión de ensayo.



PH.	Vatios.	Tensión en voltios.	Intensidad de corriente en amperios	Diámetro del cable en mm²
0,125	170	110	1,5	1
0,125	170	220	0,8	0,5
0,25	280	110	2,5	1
0,25	280	220	1,3	1
0,33	330	110	3,0	1
0,50	520	110	4,7	1
0,50	520	220	2,35	1
0,50	520	440	1,2	1
1	950	110	8,6	1,5
1	950	220	4,3	1
1	950	440	2,16	1
2	1.900	110	17,5	4
2	1.900	220	8,65	1,5
2	1.900	440	4,3	1
3	2.700	110	24,5	6
3	2.700	220	12,3	2,5
3	2.700	440	6,15	1,5

CAPITULO IV

Filtros

Un filtro puede tener por objeto que las frecuencias comprendidas entre cero y un cierto valor pasen, en cuyo caso se llama filtro *pasa bajo*. Puede que deba permitir el paso de las frecuencias desde un cierto valor hasta el infinito, en cuyo caso se denomina *pasa alto* y, finalmente, puede desearse que impida el paso de una cierta gama de frecuencias, comprendida entre dos límites bien definidos denominándose entonces *filtro de banda*.

El principio de los filtros se basa en la *resonancia en paralelo*. Si intercalamos en un circunto un condensador y una bobina conectadas en paralelo, cuando la frecuencia propia de este sistema es igual a la frecuencia de la corriente que circula por el circuito principal, la impedancia va creciendo hasta alcanzar un valor infinito en el punto exacto de resonancia, en cuyo caso la intensidad I será nula.

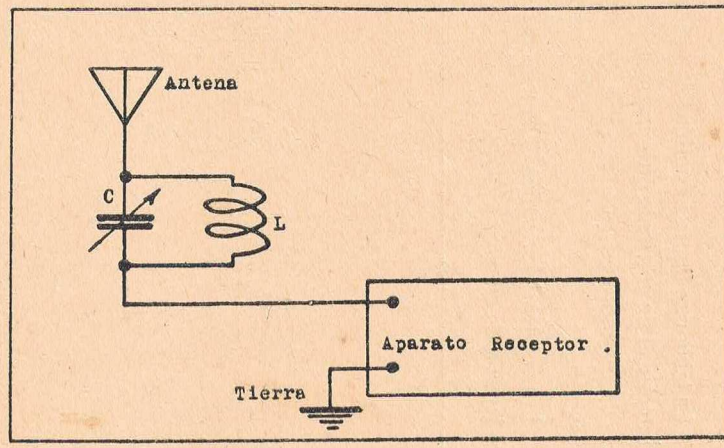


FIG. 90. — Filtro para una antena.

El caso que acabamos de analizar es el más frecuente en la práctica, pudiéndose poner fácilmente de manifiesto con el siguiente experimento de aplicación práctica: en serie con el cir-

cuito antena tierra conectar una bobina de 50 espiras hecha sobre un tubo de cartón de 5 a 6 cms. de diámetro y en paralelo con esta bobina conectar un condensador variable de media milésima de microfaradio. Así dispuestas las cosas sintonice una estación, de las que reciba con más potencia y una vez bien ajustada la recepción a su punto máximo, entonces mover muy lentamente el condensador variable en paralelo con la bobina: observará que en un punto determinado la recepción se anula completamente. Esto ocurre cuando la frecuencia del circuito L C es igual que la frecuencia de la estación que se está recibiendo, figura 90.

El cálculo de un filtro de esta clase es sumamente sencillo. Sabemos, como datos, la frecuencia que se quiere eliminar y, por otra parte, dispondremos bien de una bobina o de un condensador, de valores conocidos. Pues bien, con estos elementos utilizaremos la fórmula ya conocida de nosotros (1):

$$\text{Longitud de onda} = 1.885 \sqrt{L \times C}$$

que nos permite pasar a la frecuencia según la expresión dada:

Frecuencia = 300.000.000/Longitud de onda.

Supongamos que queremos eliminar una emisora que transmite con una onda de 400 m. Disponemos de una bobina de 100 microhenrios. Se quiere saber qué capacidad hay que intercalar en paralelo.

Tendremos:

$$400 = 1.885 \sqrt{100 \times C}$$

$$(400)^2 = (1.885)^2 \times 100 \times C$$

$$\frac{160.000}{3.533.225 \times 100} = C = 0,00045$$

es decir, 45 cienmilésimas de microfaradio, esto es, casi media milésima. Luego, utilizando un condensador variable de media milésima obtendremos el punto de resonancia, es decir, de anulación de la emisora que se desea eliminar.

Una cosa es preciso tener bien presente cuando se calcule un filtro y es que la frecuencia eliminada pasa por un valor mínimo (teóricamente nulo), pero que los valores inmediatamente superiores e inferiores no adquieren valores importantes sino des-

(1) — Ver mi obra, Manual del Radioexperimentador.

pués de cierta gama de frecuencias. Es preciso tener esto bien en cuenta ya que de lo contrario pueden cometerse errores importantes en la práctica. Lo que acabo de decir tiene mucha importancia cuando se construyen *filtros de bandas de frecuencias* ya que en este caso interesa que pasen las frecuencias comprendidas entre ciertas *fronteras* (frecuencias límite). La figura 91 ilustra gráficamente el fenómeno del filtraje en el caso de querer eliminar una zona de frecuencias o bien que pase una cierta gama con exclusión de las otras, de los tipos de filtros más usados.

Un filtro se compone de varios grupos de *células,* en T o en

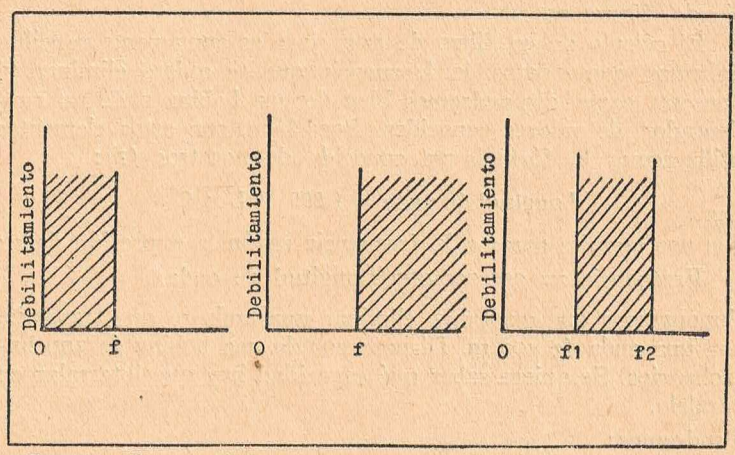


FIG. 91. — Fronteras de los tipos de filtros más importantes.

n, agrupadas según las necesidades del filtro. Cuando se trata de obtener delimitaciones lo más exactas posibles de las fronteras, como en el caso de la telefonía con hilos, por ejemplo, entonces las células son mucho más elaboradas y cada rama de la célula no se compone sólo de una bobina o de un condensador, sino que tienen una combinación de estos dos elementos, figura 92.

En radio los filtros más empleados son los siguientes: para eliminar una emisora local; filtraje de la corriente rectificada para alimentar las placas de las válvulas; para eliminar una frecuencia definida (filtraje de la oscilación local del superregenerativo, por ejemplo); permitir el paso de las altas frecuencias evitando el paso de la corriente continua; permitir el paso de la corriente continua y no dejar pasar una corriente variable; dejar pasar una

corriente de baja frecuencia e impedir el paso de una de alta frecuencia; dejar pasar una de frecuencia elevada y no dejar pasar una de baja frecuencia. Estos son los casos usuales en radio y que vamos a estudiar a continuación.

Eliminación de una estación local. — Este caso ya ha sido tratado en la figura 90. A ella remito al lector tanto para la construcción como para saber cómo se utiliza.

Filtraje de una corriente rectificada. — La clase de filtro empleada acostumbra a ser del tipo en n, formado por una bobina

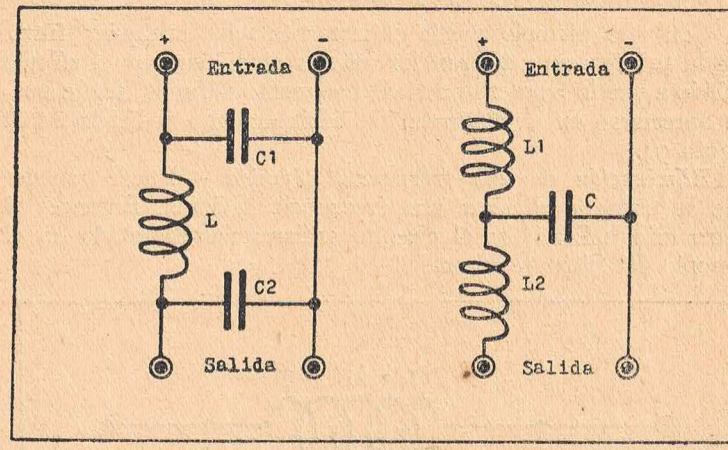


FIG. 92. — Filtros en T y en n.

y dos condensadores. Esta célula, aunque prácticamente se construye para los valores: L = 50 henrios, C1 = 10 a 20 microfaradios y C2 = 4 microfaradios, voy a indicar cómo se calculan cuando se trata de eliminar una frecuencia determinada. Daré un ejemplo numérico y además la curva de *debilitamiento*. Propongámonos calcular un filtro para filtrar la corriente rectificada del sector de 60 ciclos, fijando como frontera inferior 0 y la superior 100 ciclos.

Supondremos que el filtro alimenta un receptor compuesto de 5 válvulas, cada una de las cuales tiene una resistencia filamento placa = 10.000 ohms. Si estas válvulas están conectadas en *paralelo* la resistencia del sistema será de 10.000/5 = 2.000 ohmios. Llamemos Zo a esta resistencia, fl la frecuencia de 100

ciclos, C2 la capacidad de un condensador (medida en *faradios*) y L el valor de la inductancia de la bobina, medida en *henrios*.

Los valores de L y C vienen dados por las expresiones:

$$C_2 = \frac{1}{\pi \times f1 \times Z_0} = \frac{1}{3{,}1416 \times 100 \times 2000} = 0{,}000\ 001\ 6$$

es decir, un *microfaradio* y seis décimas.

$$L = \frac{Z_0}{\pi \times f1} = \frac{2000}{314} = 6{,}3$$

es decir, seis *henrios* y tres décimas, figura 93.

Con este ejemplo puede el lector calcular cualquier filtro. En la práctica se exageran los valores obtenidos por el cálculo debido a que la frontera no viene netamente definida, según puede apreciarse en el diagrama de debilitamiento indicada en la figura 94.

Eliminación de una frecuencia definida. — Puede suceder que se trata de eliminar una frecuencia definida. Entonces el filtro más indicado es el circuito antirresonante tratado en el ejemplo del filtro de antena.

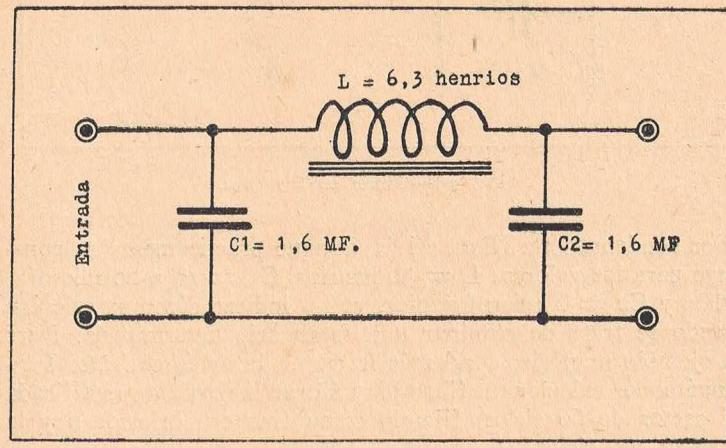


FIG. 93. — Ejemplo de cálculo de filtro para una frecuencia de 60 ciclos.

Permitir el paso de las altas frecuencias. — Este caso es muy usual en la recepción de la radio. Se trata de permitir el paso de las frecuencias altas y bloquear la corriente continua. Esto se

consigue por medio de un condensador fijo: llamemos C a su capacidad y sea f la frecuencia de la corriente; la reactancia Zc que ofrecerá este condensador será obtenida por medio de la fórmula indicada luego. Según ella vemos que si la corriente es continua, como que f = O el denominador es nulo y por lo tanto Zc = infinito y como que: I = E/Z, la intensidad será nula al tener un denominador infinitamente grande:

Propongámonos calcular la capacidad que debe de tener un

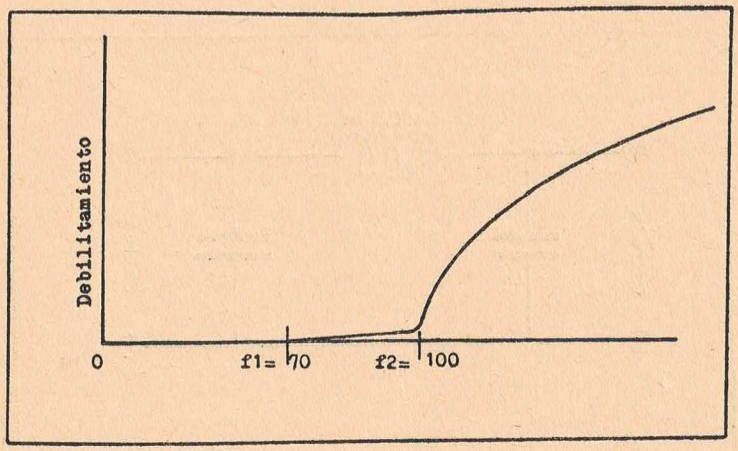


FIG. 94. — Curva del debilitamiento de la corriente filtrada.

condensador para que intercalado en un circuito recorrido por una corriente que tenga un millón de períodos por segundo sólo ofrezca una reactancia de un ohmio. Pues bien, efectuando los cálculos (indicados a continuación) resulta que el condensador en cuestión debe de tener una capacidad de 16 centésimas de microfaradio.

$$Z_c = \frac{1}{6{,}2832 \times f \times C}$$

$$C = \frac{1}{6{,}2832 \times f \times Z_c}$$

$$C = \frac{1}{6{,}2832 \times 1.000.000 \times 1} =$$

$$C = 0.000.000.16$$

Permitir el paso de bajas frecuencias. — Supongamos el caso inverso. Nos proponemos impedir el paso de una corriente alterna y facilitar el paso de la corriente continua. Para ello dispondremos una bobina de choque en serie. Supongamos que la tensión sea de 150 voltios y nos proponemos que la intensidad sea sólo de 0,01 amperio para la componente alterna, en cuyo caso efectuando los cálculos indicados a continuación tendremos para L un valor de casi 2 milihenrios y medio si la frecuencia a

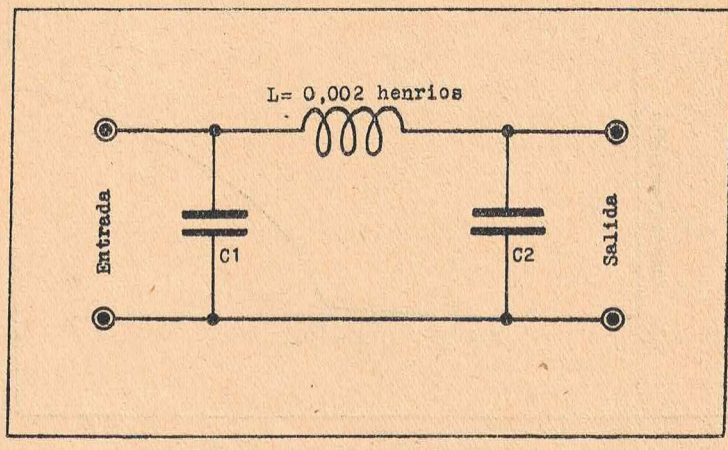


FIG. 95. — Ejemplo de cálculo de un filtro de radiofrecuencia, que permita el paso de frecuencias bajas.

eliminar es de un millón de ciclos por segundo, figura 95. Si esta bobina ha sido hecha con 10 m. de hilo de cobre de 2 mm. de diámetro (sección aproximada = 3,2 mm.) encontraríamos que su resistencia a la corriente continua sería de sólo 0,2 ohms. y en cambio a la corriente alterna de la frecuencia considerada ofrecería una reactancia de 15.000 ohmios, es decir, que la relación de X/R es de 75.000, lo cual significa que la bobina en cuestión impide 75.000 veces más la corriente alterna que la corriente continua. Si, en fin, la intensidad de la corriente continua fuese de una décima de amperio, la caída de tensión de esta bobina sería de $E = I \times R = 0{,}1 \times 0{,}2 = 0{,}02$, esto es, dos centésimas de voltio.

$$X_L = 6{,}2832 \times f \times L.$$

$$X_L = 6.2832 \times 1.000.000 \times L$$

$$0{,}01 = \frac{150}{X} \; ; \; X = \frac{150}{0{,}01} = 15.000$$

$$15.000 = 6{,}2832 \times 1.000.000 \times L$$

$$L = \frac{15.000}{6\,283.200} = 0{,}0024$$

Los casos de dejar pasar una frecuencia determinada con exclusión de otras es posible obtenerlo mediante combinaciones de los elementos antes mencionados. En fin, en la figura 96 se indican los procedimientos usados para permitir o impedir el paso de las altas y las bajas frecuencias.

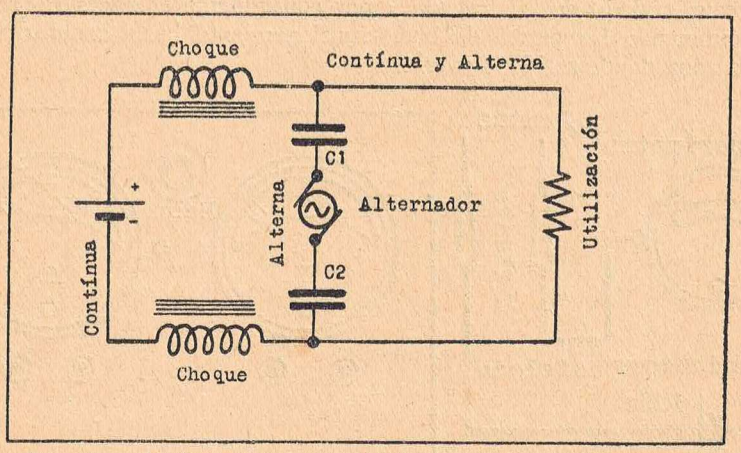


Fig. 96. — Mediante condensadores y bobinas puede bloquearse una corriente continua o alterna.

La construcción de los filtros queda reducida a disponer los elementos sobre una tabla o bien en una caja, según las circunstancias para adaptarlo al aparato, línea, etc.

Las averías pueden residir en las bobinas o en los condensadores, siendo fácil su localización: si el filtro no funciona la bobina se ha roto; si filtra mal uno de los condensadores se ha abierto y, si se nota un corto circuito es que los dos grupos de láminas de uno de los condensadores hace contacto.

CAPITULO V

Averías de los receptores

La determinación de las averías, cuando se efectúa en una forma sistemática y bien ordenada, no sólo es sencilla, sino que es un trabajo verdaderamente agradable; en cambio, si se hace sin método ni normas, fatiga terriblemente el espíritu y ocasiona una decepción muy grande al ver que no se puede determinar la causa del mal funcionamiento del aparato.

En consecuencia, voy a indicarle estas normas básicas, pero desde ahora tenga presente que la determinación de las averías es un trabajo de localización y por consiguiente es necesario ir eliminando las partes de buen funcionamiento hasta encontrar la zona donde reside la avería.

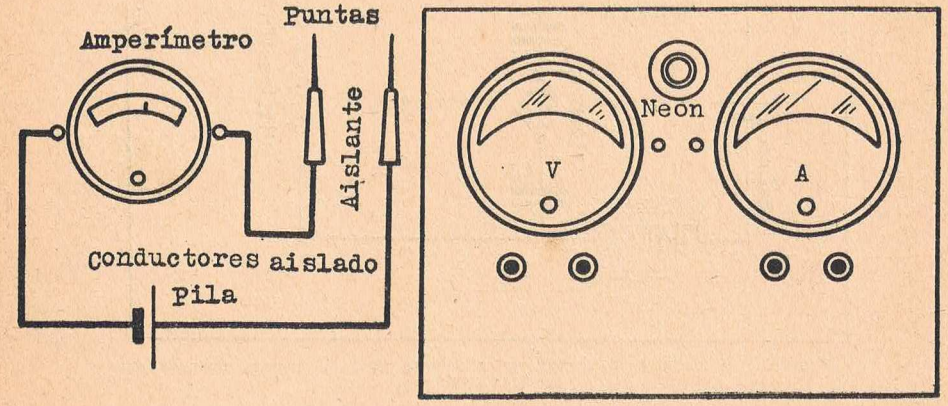


FIG. 97.—Comprobador de continuidad con amperímetro. Tablero para localizar las averías, con amperímetro, voltímetro y lámpara de neón.

¿Cuáles pueden ser los defectos? *Dos:* una rotura, o un cortocircuito.

El 95 por 100 de las averías son roturas de un punto del circuito (seguramente el devanado de un transformador o una resistencia) y el otro 5 por 100 lo produce un contacto (conden-

sador cuyas láminas se tocan o cortocircuito de los elementos de una válvula).

Este es el momento de que debo explicarle cómo se comprueba una resistencia, una bobina y un condensador, puesto que, en resumidas cuentas, la localización de las averías consiste en determinar en qué zona del receptor radica la causa del mal funcionamiento, y segundo, encontrar el órgano que interrumpe la continuidad del circuito, órgano que tiene que ser una resistencia, una bobina, un condensador o una válvula. Esto lo averiguaremos mediante el comprobador de continuidad.

En principio, se compone de una fuente de energía (pila, acumulador, etc.), y un aparato que acuse su paso: auriculares, lamparita, zumbador, miliamperímetro, o bien una lámpara de neón, como veremos luego.

Teniendo esto en cuenta, dispondremos el comprobador más sencillo conectando una pila seca de 1 1/2 voltios en serie con un miliamperímetro, colocando en los extremos libres dos mangos aislantes, o simplemente alambres forrados, para que con los dedos no se haga contacto, precaución esta indispensable para comprobar condensadores, figura 97.

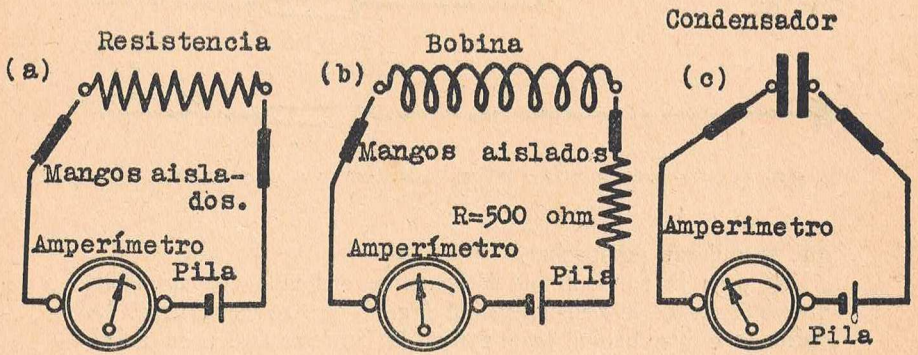


FIG. 98.—Comprobación de resistencias, bobinas y condensadores.

Así dispuestas las cosas, podremos ahora comprobar los órganos fundamentales que intervienen en los aparatos de radio: bobinas, resistencias y condensadores, lo mismo que cualquier porción de circuito de la que se sospeche que haya una falta de continuidad, figura 98.

El comprador debe de estar siempre al lado, en la mesa de trabajo para poder averiguar rápidamente cualquier defecto que pueda haber en un circuito. Es imprescindible, recuérdelo sobre todo para efectuar trabajos fuera de casa, en cambio, para el taller, es más conveniente emplear la lámpara de neón.

El comprobador de lámpara de neón se compone, tal como indica la figura 99, de una lámpara de esta clase, alimentada con corriente continua. Se terminan los extremos del circuito por medio de dos puntos con mangos aislados, de tal forma, que se pueda hacer contacto con los accesorios o partes del circuito

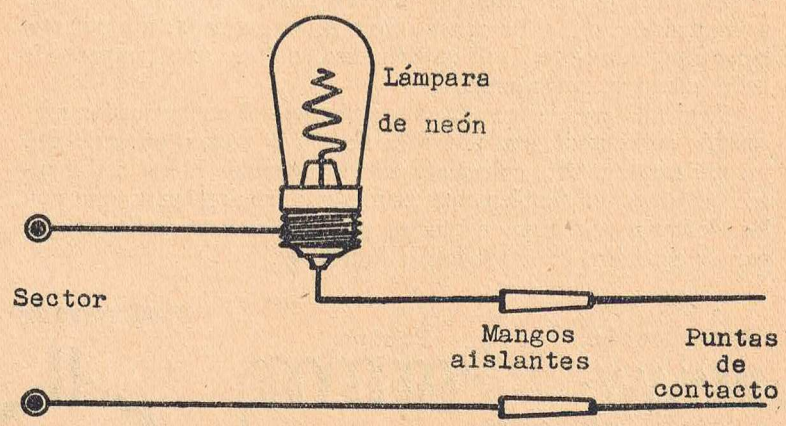


FIG. 99.—Forma de conectar y utilizar la lámpara de neón, conectada al sector de corriente continua.

que se quieran comprobar.

Si pasa la corriente, la lámpara se enciende con un brillo que depende de la resistencia del órgano que se comprueba. De forma que una bobina hace brillar la lámpara casi a su máximo, y con respecto a los devanados de transformadores, bobinas de choque, etc., según la resistencia del devanado, dejan brillar más o menos la lámpara.

Los condensadores producen un brillo más o menos momentáneo y en cuanto a los electrolíticos, dejan pasar la corriente en el sentido de su polarización.

La dificultad al emplear la lámpara de neón está en saber interpretar el brillo, sobre todo en el caso de los condensadores,

pero este pequeño inconveniente queda pronto subsanado con un poco de práctica.

De todas formas, antes de proceder a un examen sistemático, conviene hacer previamente un examen del aparato, comprobando si alguna conexión se ha roto, aflojado algún contacto, válvula desplazada, etc. Este pequeño examen debe hacerse siempre como primer contacto con el receptor que hay que arreglar. Muchas veces se observa que el cordón que conecta el aparato con la línea se ha interrumpido, otras veces la resistencia reductora que se intercala en este cordón se ha quemado, una válvula estaba mal colocada y bastó con aprestarla bien en su soporte para que hiciese buen contacto entre las espigas y sus enchufes, otra vez resultó que uno de dos hilitos que conectan la bobina móvil de altavoz se había roto, otra vez..., en fin, no quiero citarle con cuántos casos uno se ha encontrado, efectúe una buena inspección ocular y observe cuidadosamente si hay una conexión rota o floja y proceda en consecuencia.

Este primer examen nos asegurará de la *parte mecánica* del aparato, que suponemos tener en nuestra presencia y que nos han traído porque no funciona. Si hemos encontrado una rotura, etc., una vez arreglada procederemos a probar el aparato y, si funciona correctamente, el asunto queda determinado. Si no es así, si no hemos encontrado nada anormal, proseguiremos nuestras investigaciones, bajo un plan rigurosamente metódico.

Al recibir un aparato para arreglar, pregunte lo siguiente:

1. ¿El aparato, ha cesado de funcionar bruscamente?
2. La recepción, ha ido disminuyendo en una forma gradual al cabo de meses?
3. Ofrece anomalías durante el funcionamiento?
4. ¿Al cabo de unos segundos de funcionar, disminuye el volumen de los sonidos?
5. ¿Cambiando el receptor de localidad, funciona mal?
6. ¿El receptor silba, ronca, aulla?, etc.
7. ¿Reproduce fuertemente la corriente alterna?

Si no puede documentarse sobre estos puntos, no queda otro remedio que conectar el receptor a la línea, cuidando de hacerlo a la clase corriente de funcionamiento del aparato (continua o alterna) y observar los resultados. Las causas probables de las anomalías enumeradas de 1 a 7 son las siguientes:

1. Rotura de un circuito: generalmente de un transformador o una resistencia.

2. Válvulas gastadas: los filamentos emiten pocos electrones.

3. Si la recepción es inestable, contacto flojo, contacto de tierra malo.

5. El núcleo de una bobina de choque se satura: campo demasiado intenso.

5. Inducciones cercanas. Instalación antena tierra defectuosa.

6. Acoplo entre circuitos, exceso de voltaje, circuito de rejilla abierto.

7. Condensador del filtro estropeado. Inducción de la línea sobre un circuito de rejilla. Contacto entre filamento y cátodo de una válvula.

Estas conclusiones pueden considerarse como un *primer examen* de la parte eléctrica; es conveniente recordarlas para orientar nuestras investigaciones. Sin embargo, estas indicaciones deben tomarse sólo como un indicio, nada más. Lo esencial es localizar la porción del circuito donde está el defecto.

Para facilitar nuestras investigaciones vamos a considerar nuestro receptor dividido en tres grupos principales:

1. *Válvulas.*

2. *Alimentación,* que comprende el transformador, válvula rectificadora, filtro y divisor de tensiones.

3. *Receptor* propiamente dicho, compuesto de los diversos pasos de amplificación, válvula osciladora (si es superheterodino) y demodulación.

Estos tres grupos deben tratarse separadamente, comprobando por una parte las válvulas, por otra el funcionamiento de la unidad de alimentación y finalmente procediendo sistemáticamente con el receptor.

Voy a ocuparme de 1 y 2, para luego ocuparme del receptor.

Válvulas.—Se pueden verificar de tres maneras: *a*) Mediante un comprobador especial, en cuyo caso se sabe acto seguido si la válvula es buena o defectuosa; *b*) Sustituyéndolas una a una por válvulas que se sabe funcionan perfectamente en otro receptor; *c*) Por medio del miliamperímetro.

Si tiene comprobador, con sus correspondientes instrucciones, no tengo que hacerle ninguna observación.

Si procede por eliminación y encuentra una válvula defectuosa, como que no es posible repararla, queda inútil, debiéndose

sustituir por otra nueva. Después del anterior, este es el método más práctico.

Si verifica las válvulas con el miliamperímetro, sólo podrá averiguar si hay algún cortocircuito entre los diversos elementos. Desde luego, este procedimiento es el menos interesante.

Pueden ocurrir dos casos: que haya alguna válvula defectuosa, o no. En el primero se sustituye, y si no hay alguna que sea defectuosa, entonces ya estamos seguros de que la avería no procede de esta parte.

Alimentación.—El método más práctico consiste en prescindir de la alimentación por medio del sector: cortar las conexiones de la salida del filtro y conectar el divisor de tensiones a una fuente de corriente continua del mismo voltaje que el que produce el filtro. Esto puede obtenerse mediante una batería de pilas secas. Si el aparato funciona, la avería está en el filtro; si no funciona. puede que el filtro funcione correctamente.

Receptor.—Bueno, ahora entramos en materia. ¿Cómo debemos proceder? Pues, sencillamente, con método; esto es todo.

Si sabemos que las válvulas están bien y además nuestro receptor está alimentado con corriente procedente de una batería, sólo nos queda localizar la porción del circuito donde hay la rotura o el cortocircuito.

Si nuestro aparato está equipado para funcionar con pick-up, pondremos un disco y observaremos si funciona o no: en el primer caso, el defecto reside en la amplificación de radiofrecuencia, y si no funciona, la amplificación en audiofrecuencia tiene avería.

Como localización global, la norma que acabo de darle es buena, habremos reducido la zona desconocida, pero no sabremos cuál es el órgano defectuoso. No obstante, habremos adelantado mucho, puesto que, utilizando las siete causas que le enumeré anteriormente, todo queda reducido a tantear uno o dos transformadores y alguna resistencia, según las normas que luego le indicaré.

Este procedimiento de localizar las averías es el que se utilizó hasta hace muy poco tiempo, pero adolece de que es lento, anticuado. Voy, por lo tanto, a indicarle un procedimiento más moderno, llamado del voltímetro y del miliamperímetro.

Hasta ahora hemos seguido procedimientos que no requieren ningún conocimiento del circuito, hemos observado los fenómenos que se producían y de ellos poder deducir en qué zona

puede residir la avería. El procedimiento que ahora voy a indicarle, llamado del voltímetro y el amperímetro, requiere un conocimiento del receptor y por lo tanto debemos, primeramente, estudiar las diversas partes del aparato, con un esquema a la vista, comparándolo con la distribución de las piezas, de forma que no haya ninguna dificultad en su identificación. Si no posee un esquema del aparato, no le queda otro remedio que trazarlo, cosa que no es difícil si sigue la continuidad de los alambres, recordando que los primarios van conectados a las placas y los secundarios a las rejillas.

Si no ha practicado nunca la reparación de receptores, una vez haya efectuado las pruebas que hasta ahora le he indicado, mire el esquema y compenétrese bien del funcionamiento de sus diversas partes, procurando tener idea bien concreta de sus diversas piezas y la función que tienen en el receptor. Este trabajo le será algo difícil la primera vez, pero a medida que vaya reparando aparatos, como que, según ya le he demostrado, fundamentalmente todos son iguales, cada vez encontrará menos dificultades y se encontrará con averías que, por ejemplo, ha necesitado dos horas para localizarlas, cuando vuelva a presentársele en otro aparato, al reconocer su síntoma la identificará inmediatamente.

Vemos en qué consiste el procedimiento del voltímetro y del miliamperímetro.

Seguimos suponiendo que las válvulas han sido verificadas por sustitución o con un comprobador, y que nuestro receptor defectuoso está alimentado con una fuente de energía de la cual estamos seguros.

Así las cosas, intercalemos un miliamperímetro a la entrada de la tensión placas. Ponemos el aparato en funcionamiento, encendiendo los filamentos de las válvulas, y notemos la desviación del miliamperímetro. Como que sabemos la corriente de placa que consume cada válvula y el miliamperímetro debe marcarnos la suma de estos valores, podrán ocurrir cuatro casos:

1. *La intensidad es normal:* la avería reside en el circuito aéreo o el altavoz. Si se oye un ruido de fondo, leve, el defecto está en el circuito aéreo o primario de antena; si no se oye nada, en el altavoz.

2. *La intensidad es débil:* una de las válvulas no recibe la tensión de ánodo, primario de un transformador roto.

3. *La intensidad es excesiva:* cortocircuito de un condensa-

dor de bloqueo de rejilla, probabilidad de cruce en el circuito.

4. *La intensidad es nula:* entrada del divisor de tensión rota; el circuito principal está interrumpido. Revisad conexión de la masa del chasis, divisor de tensiones, etc.

Los casos 2 y 3 son los que exigen una investigación de continuidad que efectuaremos mediante el voltímetro, tal como he indicado anteriormente. Basta con hacer contacto en los bornes de cada resistencia y observar si el voltímetro desvía, en cuyo caso la resistencia es recorrida por la corriente, es decir, está en buenas condiciones; caso de no acusar diferencia de voltaje, entonces es debido a que no pasa corriente, es decir, está rota: causa probable de la avería.

En igual forma se procederá con las bobinas de choque y de los transformadores, tanto de radio como de audiofrecuencia. En el caso de comprobar los secundarios, como que la diferencia de tensión es muy pequeña, conviene desconectar la fuente de alimentación y comprobar con una pila y los auriculares si el circuito está roto.

Por lo tanto, ya ve usted que el secreto de determinar las averías queda reducido a aislar la porción de circuito donde hay una rotura o un cortocircuito.

Para obtener este resultado conviene primero hacer una inspección del receptor y ver si hay alguna conexión floja o rota. Si esto no da resultado, entonces comprobad con el miliamperímetro si el receptor consume la corriente debida; de lo contrario, procurad buscar en qué parte está la falta de consumo, causa de la avería.

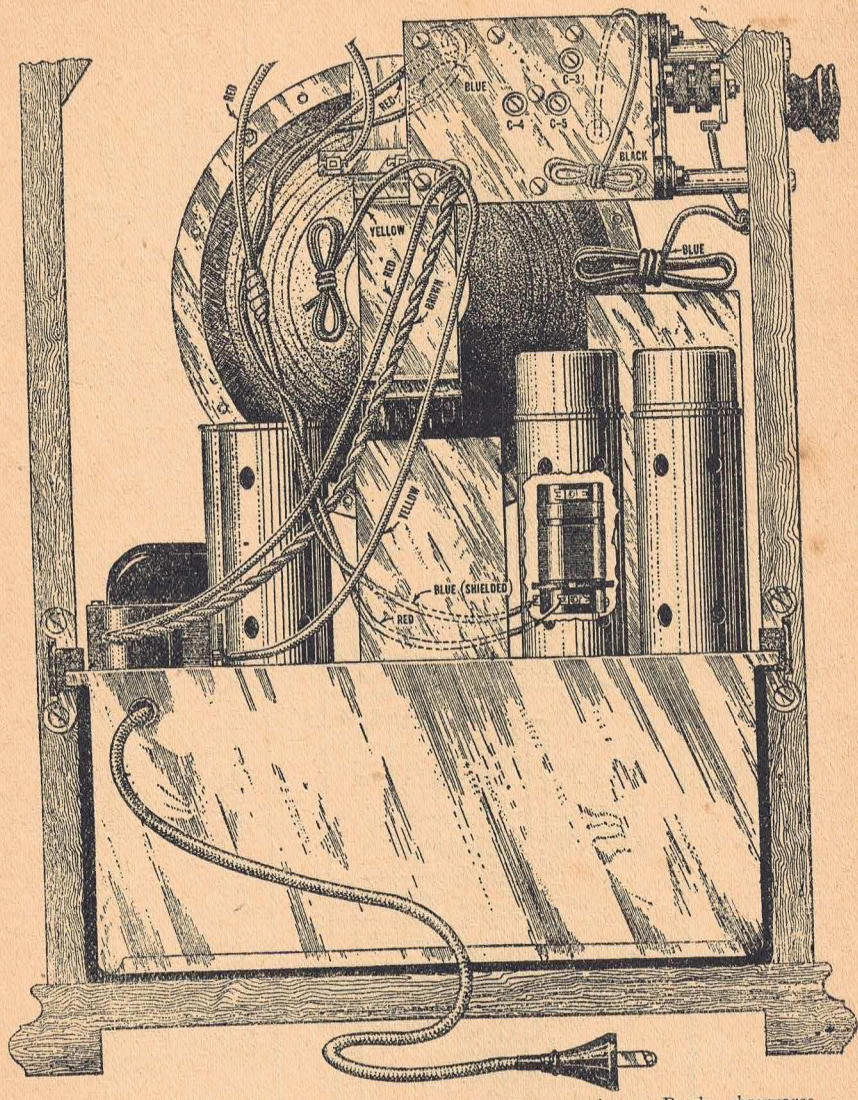
Con el voltímetro se comprueban las porciones de circuito: resistencias, bobinas, válvulas, etc. Se conecta el negativo del voltímetro con el polo negativo de la alta tensión y entonces se procede a hacer contacto a lo largo de cada circuito, debiéndose notar las disminuciones de voltaje correspondiente: si hay una falta de continuidad, marcará cero. El circuito que sigue la alta tensión es el siguiente: filtro (bobinas de choque), resistencia (divisor de voltaje), transformador (bobina) y placa-filamento (resistencia). En los diversos puntos tienen que obtenerse disminuciones de voltaje.

Conviene que tome un esquema de los que le indico en esta obra y, con lápices de colores, marque los diversos circuitos: filamentos, placas, rejillas, sintonía, etc., dibujando con negro los circuitos de filamento; con rojo los de placa; con amarillo

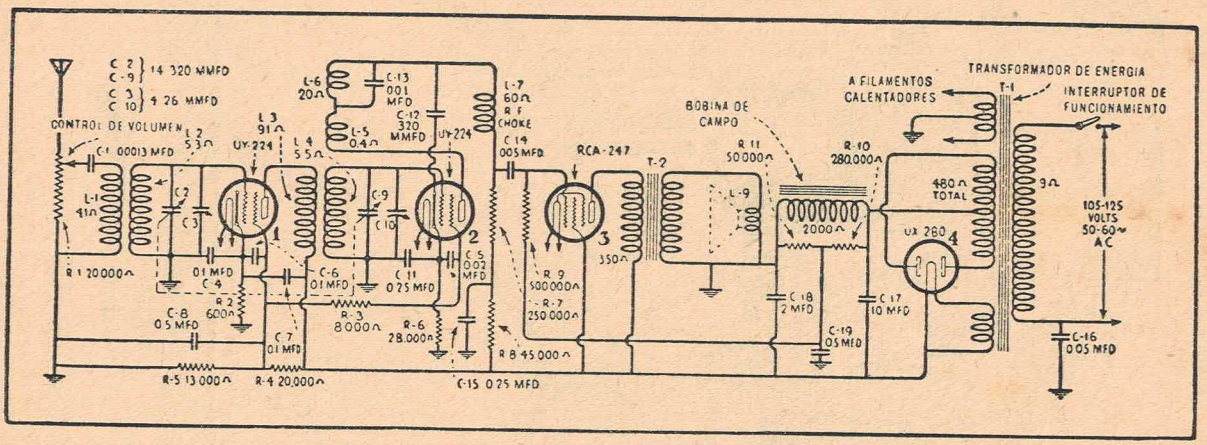
los de rejilla; verde, los de rejilla pantalla y azul el del altavoz. Una vez sepa claramente a través de los órganos que pasa cada circuito es el momento de comprobar con el voltímetro si hay una falta de continuidad, cosa que se pondrá inmediatamente en evidencia al no marcar el aparato de medida.

Para completar esta obra, a continuación publico varios esquemas de receptores comerciales, americanos y europeos, que le servirán de práctica y a la vez de temas de estudio de cuanto le he explicado.

Doy las gracias a la Radio Corporation of América, así como a la Compañía Philips y a las otras Compañías que menciono, por haberme permitido la publicación de los esquemas publicados en esta obra.

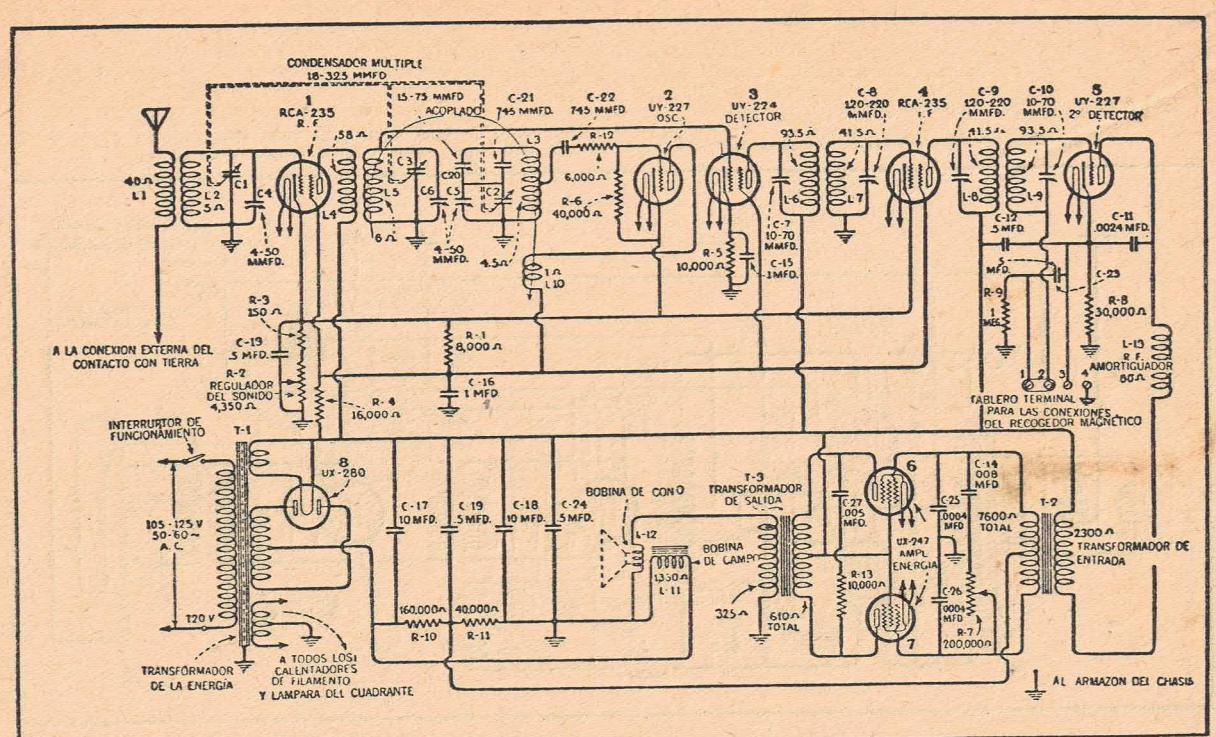


Vista de conjunto de un receptor de construcción americana. Puede observarse el transformador de radiofrecuencia y su acoplo a la antena.
(*Cortesía de la "R. C. A. Victor."*)



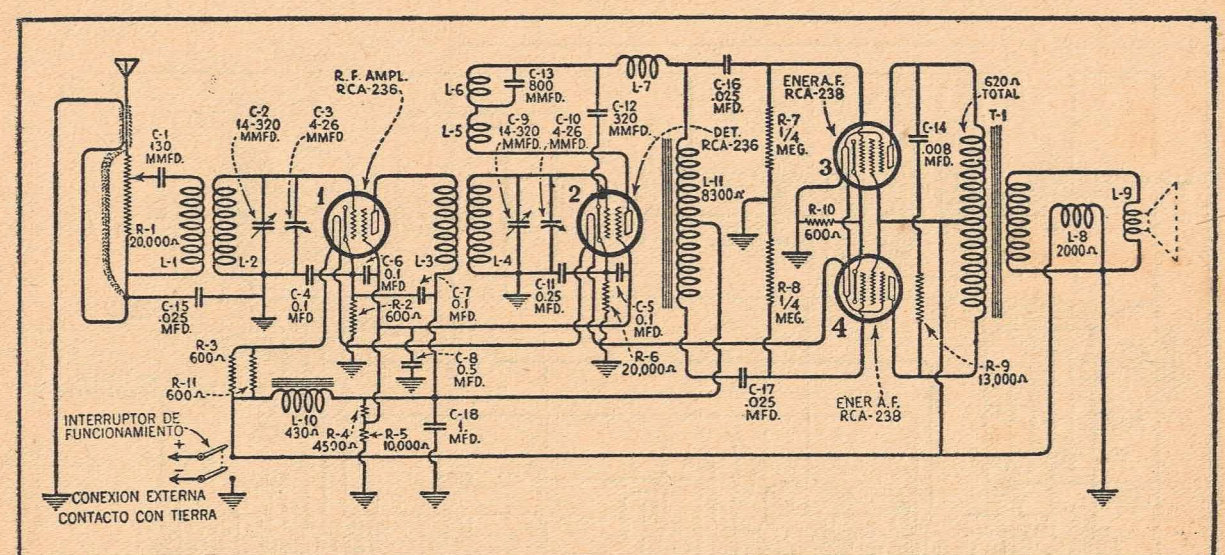
Receptor de radiofrecuencia sintonizada, muy popular en América. Tipo R. 150. Reúne una serie de detalles técnicos interesantísimos, que apreciará el estudiante adelantado.

(*Cortesía de la "R. C. A. Víctor"*)



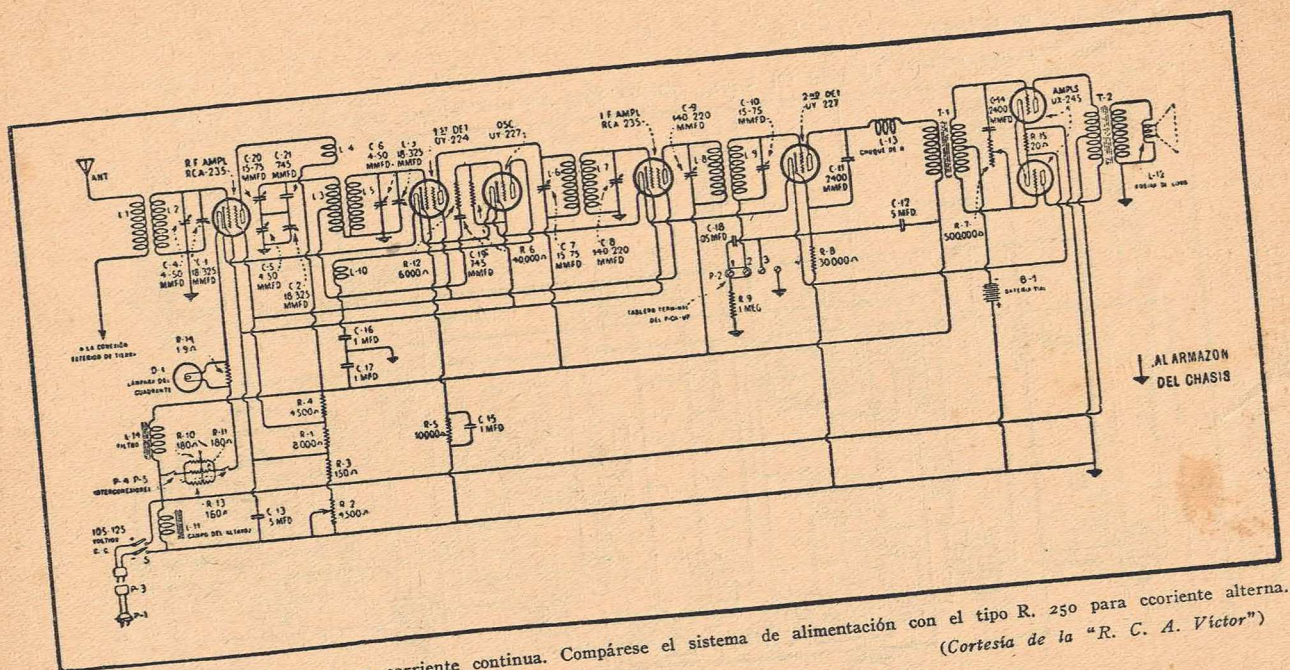
Superheterodino, tipo R. 250, para corriente alterna. Este aparato, lo mismo que el anterior, están muy difundidos en España.

(Cortesía de la "R. C. A. Víctor")

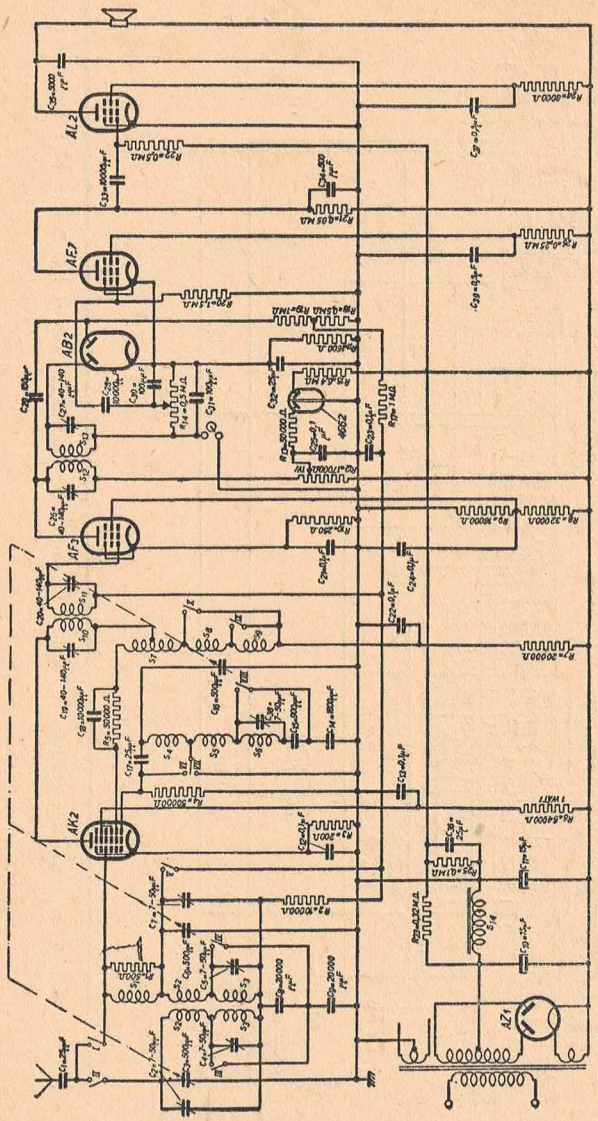


Receptor de radiofrecuencia sintonizada, tipo R. 150, para corriente continua. Este esquema es también un excelente tema de estudio para el lector estudioso.

(*Cortesía de la "R. C. A. Víctor"*)

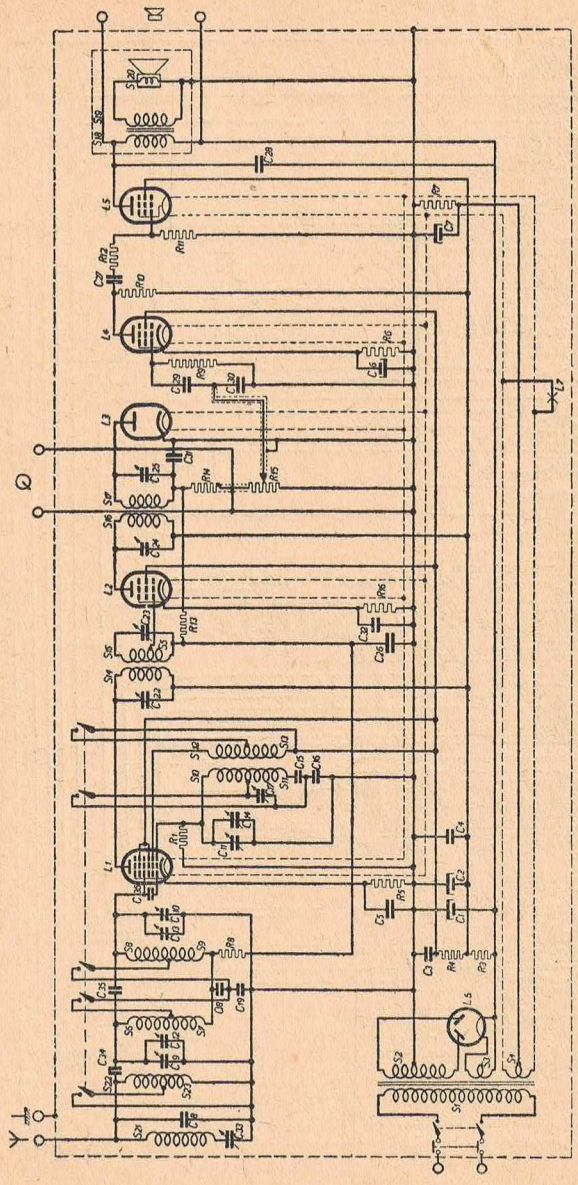


Superheterodino, tipo R. 250, para corriente continua. Compárese el sistema de alimentación con el tipo R. 250 para ccoriente alterna. (*Cortesía de la "R. C. A. Victor"*)

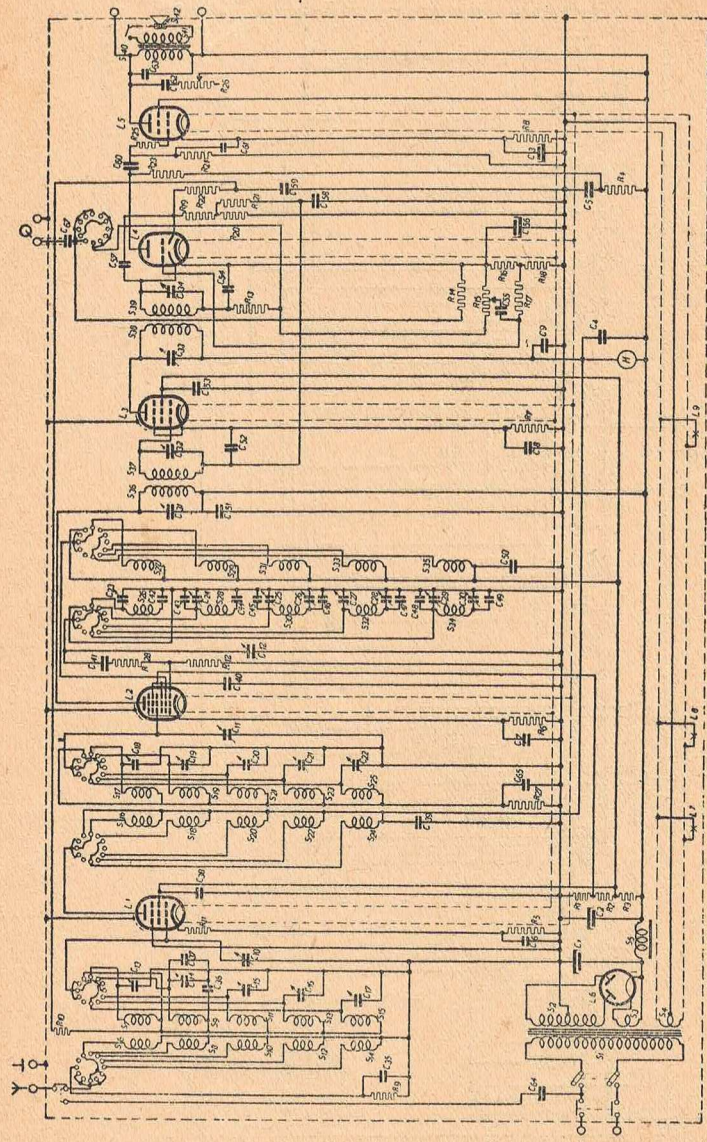


Receptor superheterodino Philips, para corriente alterna. Utiliza los tipos de válvulas más modernas: octodo, doble diodo, etc.

(*Cortesía de la "Philips"*)

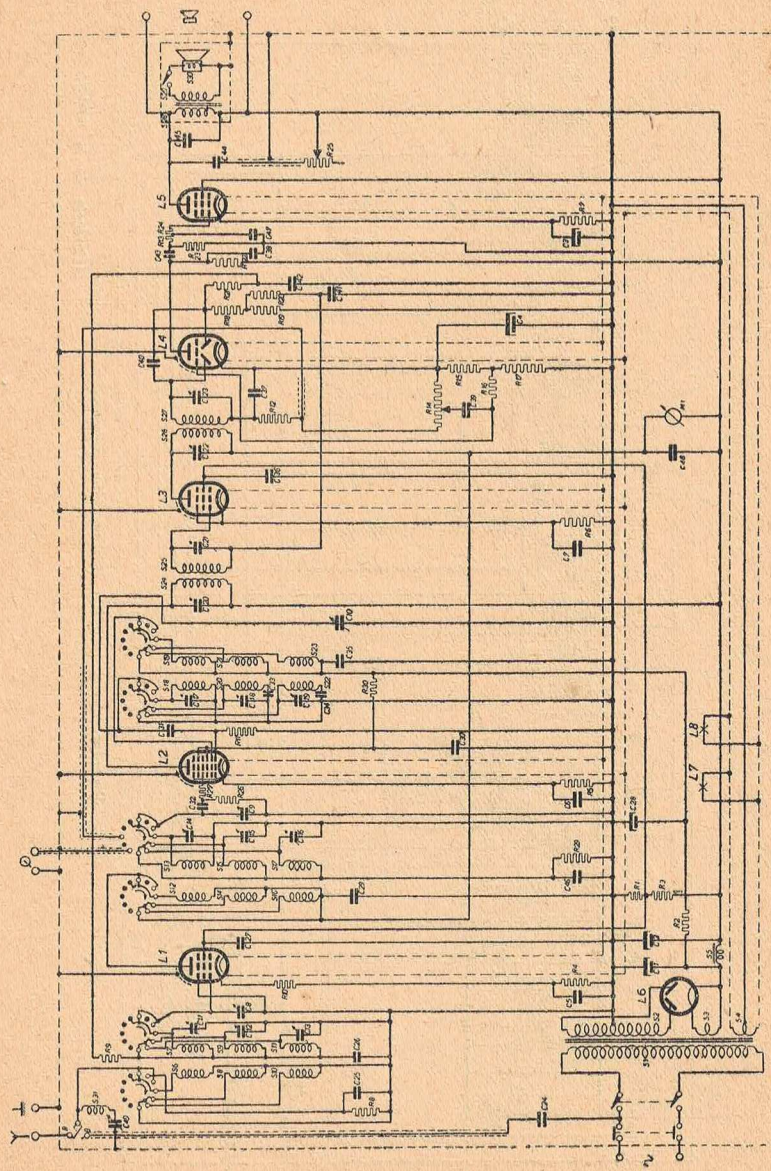


Receptor superheterodino Philips, para corriente alterna. (*Cortesía de la "Philips"*)

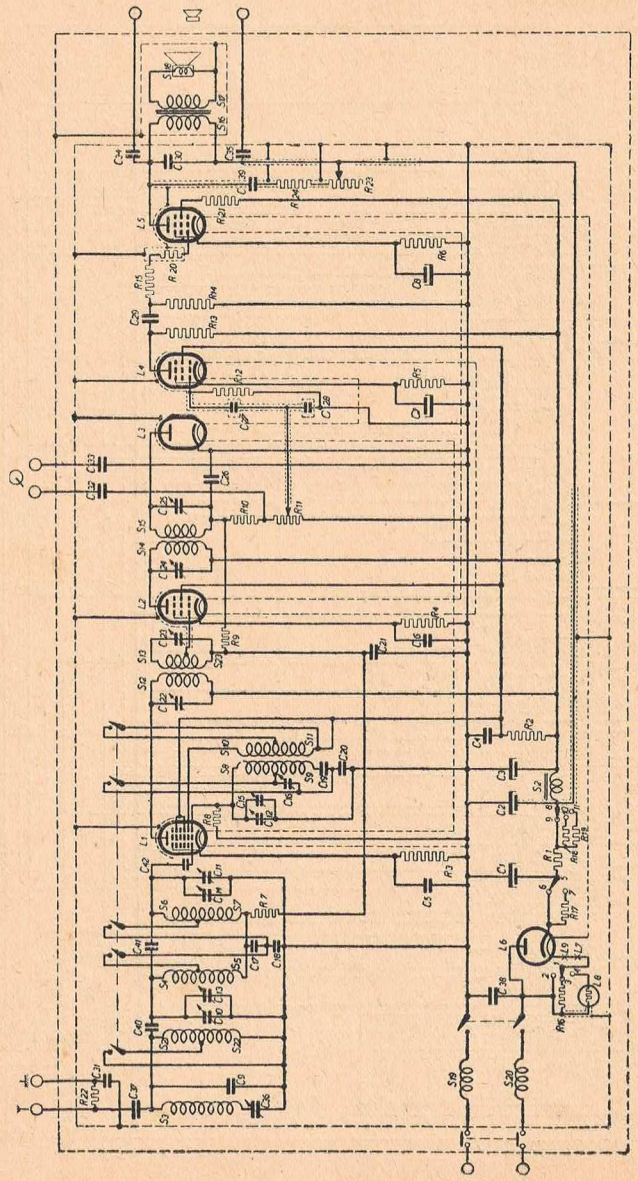


Receptor superheterodino Philips, tipo "La llave del Mundo".

(*Cortesía de la "Philips"*)



Receptor superheterodino Philips, para tres gamas de ondas. Funciona con la corriente alterna del sector. (*Cortesía de la "Philips"*)



Receptor superheterodino Philips, tipo universal. (*Cortesía de la "Philips"*)

INDICE

Págs.

Obras del Ing. Agustín Riu 2
Al lector 5
Importante 6

PRIMERA PARTE

LAS VÁLVULAS Y SUS APLICACIONES

Cap. I. — Las válvulas modernas 7
Cap. II. — La amplificación en radiofrecuencia 34
Cap. III. — La amplificación en audiofrecuencia 47
Cap. IV. — La detección 68

SEGUNDA PARTE

LOS RECEPTORES MODERNOS

Cap. I. — El radiofrecuencia sintonizada 87
Cap. II. — El superheterodino 93
Cap. III. — La alimentación de los radioreceptores 111

TERCERA PARTE

LA RECEPCIÓN

Cap. I. — Energía recibida 135
Cap. II. — Instalación de receptores 144
Cap. III. — Las interferencias 150
Cap. IV. — Filtros 164
Cap. V. — Averías de los receptores 172
Colección de esquemas de aparatos comerciales. 181
Indice 191
Muy importante 192

IMPORTANTE: El precio de esta obra es de seis pesetas, como las anteriores ediciones. Caso de haberla adquirido por un precio más elevado, tenga la bondad de escribirlo a su autor, acompañando un recibo de la casa que se lo ha vendido.



Estudiando desde su casa mis obras

GUIA PRACTICA DE RADIO
RADIO RECEPCION
MODERNA y MANUAL DEL
RADIOEXPERIMENTADOR

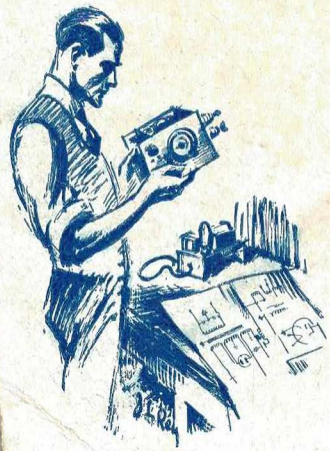
usted puede obtener el

DIPLOMA DE RADIOTÉCNICO

Bastando para ello que complete estos estudios con varios complementos e instrucciones que le enviaría, con lo cual usted será un

TÉCNICO EN RADIO, ELECTRICIDAD Y CINE SONORO

Escríbame y le diré cómo obtener este resultado



Ing. AGUSTIN RIU
APARTADO 1058
ESPAÑA BARCELONA