

# Reparación de equipos electrónicos

Guía práctica sobre la reparación de aparatos.

# Clasificación de las averías en los equipos electrónicos

- **Atendiendo a su naturaleza:**
  - **Eléctricas:** las debidas a componentes puramente electrónicos (resistencias, condensadores, diodos, transistores, etc.) y a las conexiones entre ellos.
  - **Mecánicas:** las debidas a componentes mecánicos (correas de transmisión, engranajes, poleas, etc.).
  - **Electromecánicas:** las debidas a componentes electromecánicos (motores, interruptores, electroimanes...).
- **Atendiendo a su manifestación en el tiempo:**
  - **Fijas:** se manifiestan durante todo el tiempo que el equipo está conectado.
  - **Intermitentes:** la avería se manifiesta intermitentemente, de forma más o menos aleatoria.
- **Atendiendo a la tecnología usada en el equipo averiado:** nos determinará el tipo de aparato de medida necesario para la localización de la avería.
  - **Analógicas:** Las que afectan a equipos con tecnología exclusivamente analógica.
  - **Digitales:** Las que se producen en equipos digitales.
  - **Mixtas:** Actualmente son las más frecuentes junto con las anteriores, ya que la tecnología digital se ha impuesto con fuerza en todos los campos de la electrónica.

# Técnicas de localización de averías

Averías fijas de tipo eléctrico

# Si se dispone del manual de servicio del aparato averiado

Estaríamos en el caso más favorable desde el punto de vista de la localización de la avería. De forma general, habría que seguir los siguientes pasos (estrategia descendente):

1. Estudio de los diagramas de bloques (si los hubiere) y de los esquemas eléctricos. Hay que llegar a entender cómo funciona el equipo.
2. Identificación de los síntomas de la avería: el estudio que de los síntomas se haga es fundamental para orientarnos en la resolución de la avería. No hay que hacer excesivo caso de lo que el usuario del equipo diga sobre el comportamiento anómalo del aparato. **Los síntomas hay que verificarlos personalmente.**
3. A partir de los síntomas ya identificados, intentar localizar el bloque o bloques que están fallando, justificando cómo dichos bloques pueden producir los síntomas de la avería.
4. Trabajando a nivel de bloques, donde cada uno presentará de ninguna a varias entradas y de una a varias salidas, realizar mediciones en los puntos clave que permitan confirmar o desmentir nuestras sospechas. Si ocurre esto último, habría que reelaborar la teoría de qué está fallando, para lo que se pueden aprovechar, si es posible, las medidas ya tomadas. Una vez hecho esto, habría que volver a tomar medidas y repetir el proceso hasta que se tengan claramente identificado el bloque o los bloques causantes del fallo.

# Si se dispone del manual de servicio del aparato averiado

5. Bajar al nivel de los circuitos internos de cada bloque y, en esencia, repetir el punto anterior pero para los componentes del circuito. Esto habrá que repetirlo hasta dar con el componente o componentes causantes de la disfunción. En esta fase del proceso es normal tener que extraer componentes fuera de la PCB para proceder a su comprobación (ver anexo sobre comprobación de componentes electrónicos).
6. Como último paso, sólo queda efectuar la sustitución de aquellos elementos que estén averiados y, en algunos casos, el ajuste de los parámetros correctos de funcionamiento del equipo (tensiones en determinados puntos, corrientes de polarización, niveles de señal, etc.).

Puede ocurrir que el punto 5 no sea adecuado si el equipo electrónico tiene una PCB de tipo modular. En este caso se procede a sustituir el módulo averiado, no perdiéndose tiempo en buscar los componentes averiados (el tiempo es dinero, más, quizás, que el módulo que se sustituye).

Si con la técnica de localización de averías propuesta (estrategia descendente) no se consigue localizar la fuente del problema, siempre se puede aplicar otra técnica diferente consistente en tomar medidas aleatorias, tanto a nivel de bloques como de circuitos, hasta dar con medidas defectuosas que nos permitan guiar nuestras pesquisas. Una variante de esta técnica, aplicada ya a nivel de circuitos, es la de comprobar componentes de forma más o menos aleatoria hasta encontrar los defectuosos.

## Únicamente se dispone de los esquemas del aparato averiado

El procedimiento a seguir es similar al anterior, pero será algo más trabajoso al tener que ir identificando los componentes directamente sobre la PCB. Si la PCB viene serigrafiada el problema es mínimo. No ocurre así si la serigrafía es inexistente. Esto último puede llegar a dificultar mucho el proceso de localización de la avería sobre la PCB. Es conveniente, por tanto, llevar a cabo una localización previa de los bloques del esquema eléctrico sobre la PCB.

# No se dispone de ningún tipo de documentación técnica del aparato

No suele ser rara esta circunstancia, aunque hoy en día, gracias a Internet, siempre es posible intentar encontrar documentación técnica. Si aun así no conseguimos el manual de servicio o, al menos, los esquemáticos, es evidente que estaríamos ante el peor de los casos que se pueden presentar respecto a la localización de una avería. Para poder acometer con ciertas garantías de éxito este tipo de reparaciones es necesario conocer el diagrama de bloques genérico correspondiente al tipo de aparato que se está intentando reparar. También Internet puede ser muy útil gracias a la facilidad que brinda para obtener los datasheets de los componentes, en especial integrados. Es muy común que los ingenieros que diseñaron el equipo que estemos intentando reparar hayan usado los circuitos de aplicación que el fabricante suele incluir en los datasheets de sus dispositivos, con modificaciones mínimas. Si esto es así, tendremos una base esquemática sobre la que apoyar nuestra reparación.

# Técnicas de localización de averías

Averías intermitentes de tipo eléctrico

# Las causas más comunes de las averías intermitentes

- **Fallo térmico de componentes:** Los componentes dejan de comportarse de forma adecuada cuando su temperatura aumenta. Esto no debe de ocurrir para las temperaturas normales de funcionamiento del aparato, pero si el componente se ha deteriorado parcialmente puede hacerse especialmente sensible a estas temperaturas y dejar de funcionar como debiera.
- **Fallos de contacto eléctrico:** Un defectuoso contacto eléctrico puede ser motivo de este tipo de averías. En la práctica nos podemos encontrar este tipo de problema en forma de soldaduras incorrectas (soldaduras frías y falsas soldaduras), pistas de PCB cortadas y en las conexiones efectuadas mediante conectores.

# Técnica de localización consistente en ignorar la intermitencia del fallo

La idea es proceder como ya hemos visto para el caso de las averías fijas. Para ello, hay que aprovechar los momentos en los que la avería se esté manifestando, ya que de lo contrario no habrá avería que localizar.

Hay que decir que esta no es la mejor técnica para acometer este tipo de averías, ya que en muchas ocasiones la intermitencia del fallo es demasiado rápida como para poder aplicarla eficazmente. Aun así puede ser útil en algunas ocasiones.

# Técnica de localización consistente en la aplicación de calor y frío: fallos térmicos

Necesitaremos un par de elementos para poder aplicar esta técnica: un secador de pelo (sin difusor de aire y de unos 400 o 600W) y un “spray de frío”. Habrá que partir del aparato funcionando y proceder de la siguiente forma:

1. Ir calentando pequeñas zonas de componentes con el secador de pelo. Para ello se aplica calor desde unos 5cm de distancia y durante un tiempo de 10 a 15 segundos. Si tras calentar una zona no se provoca la aparición de la avería habrá que pasar a otra zona, dejando previamente que se enfríe la zona calentada.
2. Una vez localizada la zona de componentes que al ser calentada provoca la avería habrá que ir enfriando componente a componente con el spray de frío (por supuesto, habrá que ir recalentando la zona con cierta frecuencia) hasta dar con el componente que al ser enfriado haga desaparecer la avería.

# Técnica de localización consistente en la aplicación de calor y frío: fallos térmicos

Variaciones de esta técnica consisten en:

1. Partiendo del aparato funcionando en frío hay que ir calentando pequeñas zonas de componentes con el secador de pelo, de forma similar que lo indicado en la diapositiva anterior. Nuevamente, si tras calentar una zona no se provoca la aparición de la avería habrá que pasar a otra zona, dejando previamente que se enfríe la zona calentada. Repetiremos este proceso hasta encontrar la zona en que se provoca la avería. Una vez localizada dicha zona habrá que proceder a una inspección meticulosa de todas las conexiones. Si todo es correcto se procederá a la sustitución de los elementos semiconductores.
2. Partiendo del aparato caliente y con la avería manifestándose, iremos aplicando frío a componentes y/o zonas hasta conseguir que la avería desaparezca: ¡hemos localizado el componente o la zona en la que se produce el fallo! A partir de aquí se procede como más arriba.

# Localización de fallos de contacto

En este caso nos ayudaremos con un pincel de cerdas duras o, en su defecto, con un cepillo dental. Lo usaremos para localizar fallos de contacto debidos soldaduras defectuosas. El proceso a seguir consiste simplemente en ir friccionando con las cerdas del cepillo todas las soldaduras de la zona bajo sospecha, todo ello con el aparato encendido. Si el problema es una soldadura incorrecta podremos detectarla por este método.

Para fallos de contacto en conectores, la técnica consiste en ir moviendo, uno por uno, los conectores hasta dar con el que causa el problema. A veces no basta con esto. Deberemos extraer entonces los conectores e inspeccionar el estado de sus contactos, procediendo a su limpieza con un spray especial, o incluso a la sustitución del conector en caso de ser necesario.

# Fallos de contacto causados por variación de la temperatura

Dentro de esta categoría estarían incluidos, además de las soldaduras defectuosas, los problemas derivados de pistas de la PCB cortadas. Dichas pistas pueden producir averías intermitentes debido a dilataciones y contracciones térmicas. El proceso a seguir es aplicar calor con un secador de pelo, pero esta vez por la cara de pistas. Una vez localizada la zona del problema se impone una **atenta revisión** del estado de cada soldadura y pista, ayudándonos para ello de algún tipo de lente de aumento.

# Técnicas de localización de averías

Averías de tipo mecánico

# La mecánica en los equipos electrónicos

- Muchos equipos electrónicos incluyen componentes mecánicos para poder realizar su cometido. En general, cualquier aparato que necesite “manipular” algún objeto físico, como por ejemplo una cinta de casete o un disco CD, necesitará de una “mecánica” para poder hacerlo.
- Toda mecánica necesita de un elemento motriz, fuente del movimiento mecánico propio de estos sistemas. En el caso de los equipos electrónicos el elemento motriz siempre (99.9% de las veces) es un motor eléctrico.
- Elementos mecánicos propios de los equipos electrónicos son: resortes, palancas, poleas, ruedas de fricción, engranajes, planos inclinados, volantes de inercia, tornillos diversos, pernos, arandelas y un largo etcétera de dichos elementos.

# Localización de averías mecánicas

La localización de este tipo de averías empieza por la comprobación de los elementos motrices, es decir, de los motores. Si estos elementos están en buen estado pasaremos a revisar correas de transmisión y engranajes. Las correas pueden estar rotas, presentar grietas o tener holgura, patinando en este último caso. Los engranajes deben estar engrasados (con vaselina o, mejor, con aceite o grasa de silicona) y los dientes de los engranajes deben estar en perfecto estado... TODOS ellos. El resto de elementos mecánicos **(salvo correas de transmisión y ruedas de fricción)** también deben presentar un engrase correcto y no tener ningún tipo de grietas. Si los elementos mecánicos están bien la mecánica tiene que funcionar.

# Sustitución de elementos mecánicos

Los elementos de la mecánica no pueden, por lo general, colocarse de cualquier forma. Lo normal es que estos elementos lleven unas marcas de referencia que permiten colocarlos de forma adecuada si hay que efectuar una sustitución. Lo usual es que para que las marcas de referencias queden colocadas en sus posiciones de ajuste la mecánica debe estar en posición de stop. Es en dicha posición en la que hay que efectuar el cambio y colocación de la nueva pieza, respetando siempre la posición de las marcas de referencia, ya que de lo contrario el funcionamiento del conjunto no sería correcto, como ya se ha dicho.

# Fallos en componentes electrónicos

# Clasificación de componentes según su probabilidad de fallo.

- **Probabilidad de fallo elevada:** en general todos los semiconductores, especialmente los sometidos a niveles altos de disipación de potencia o a niveles de tensión o corrientes elevados. Además, los condensadores electrolíticos.
- **Probabilidad de fallo moderada:** Dentro de este grupo estarían las resistencias que disipen cierta potencia, bobinas por las que circule una corriente más o menos elevada, elementos sometidos a desgaste mecánico (potenciómetros, interruptores...), transformadores, conexiones entre módulos, altavoces... la mayoría de los componentes electrónicos no semiconductores entrarían en este grupo.
- **Probabilidad de fallo baja o muy baja:** Condensadores no electrolíticos, resistencia de pequeña potencia, bobinas con baja corriente.

# Tipos de fallos más comunes en los componentes electrónicos

- **Semiconductores discretos:** el cortocircuito es lo más habitual, seguido por el circuito abierto entre patillas. En algunos casos el semiconductor puede, literalmente, llegar a quebrarse por un exceso de corriente.
- **Resistencias:** valor alterado y circuito abierto entre patillas por exceso de calentamiento es lo que se debe esperar como fallo de una resistencia.
- **Resistencias ajustables y potenciómetros:** los mismos fallos de las resistencias fijas más los debidos a su manipulación mecánica que origina desgaste del componente. Además, estos elementos son muy sensibles a las partículas de suciedad que puedan introducirse en su interior. Tal es así que muchas veces una limpieza no es suficiente y lo mejor es sustituir directamente el componente.
- **Condensadores electrolíticos:** la pérdida de capacidad debido a la evaporación del electrolito (condensador “seco”) y la pérdida de estanqueidad (llegando incluso al estallido, más o menos violento) del condensador por calentamiento (provocado en muchos casos por un exceso de fugas) son los fallos más comunes de estos componentes.
- **Transformadores y bobinas en general:** un calentamiento excesivo puede provocar que el esmalte que aísla unas espiras de otras se estropee, quedando dichas espiras en cortocircuito. Si la bobina emplea un hilo de sección pequeña o muy pequeña son habituales también la rotura del conductor, bien por una corriente demasiado grande o por vibraciones bruscas (por ejemplo, un golpe seco), en cuyo caso el corte suele estar en la unión del hilo de la bobina con el terminal de conexión.

# Tipos de fallos más comunes en los componentes electrónicos

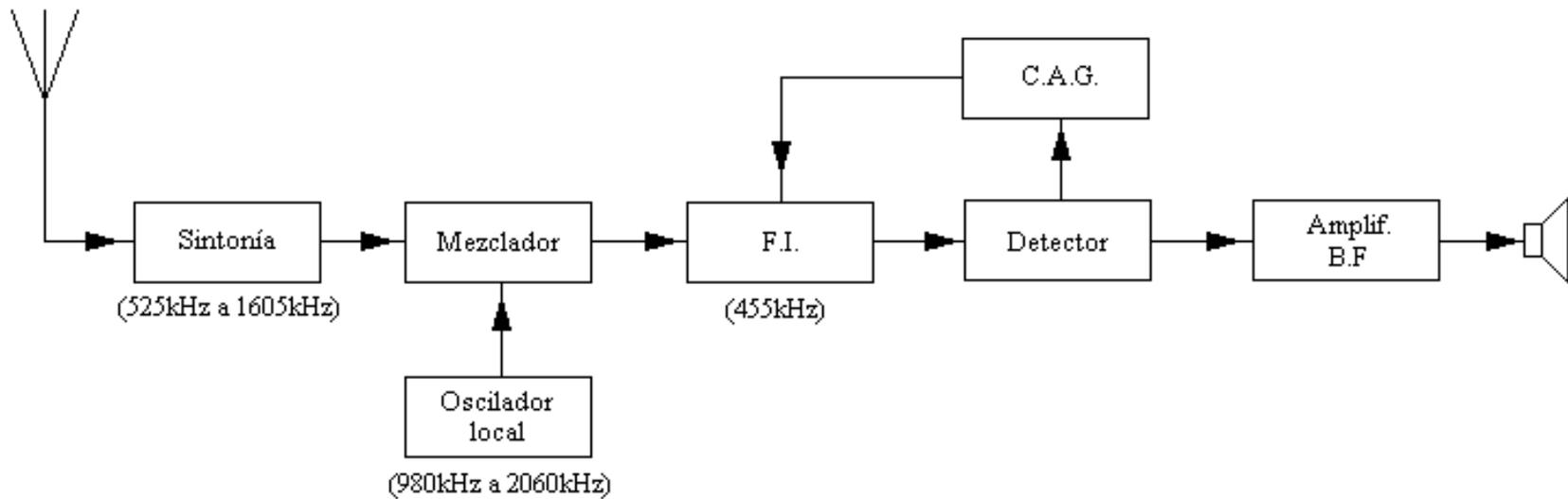
- **PCBs:** rotura de pistas por causas eléctricas o mecánicas y soldaduras defectuosas son los fallos habituales en este tipo de elementos. Es habitual que si el aparato recibe un golpe fuerte la PCB se llegue incluso a quebrar en aquellas zonas donde existan componentes con un peso elevado.
- **Conectores:** holgura entre contactos macho y contactos hembra, sobre todo si se insertan de forma habitual. También la oxidación de los contactos en ambientes húmedos.
- **Semiconductores integrados:** Suelen ser muy sensibles a descargas electrostáticas, que acaban destruyendo al componente. El tipo de fallo puede ser muy diverso. En la mayoría de los casos habrá que cambiar el componente para verificar si está o no estropeado.
- **Cristales de cuarzo:** Uno de los terminales abiertos es lo más frecuente, sobre todo si se tiene en cuenta que son relativamente sensibles al calor de la soldadura.
- **Otros componentes:** la pléyade de componentes electrónicos es bastante extensa, por lo que describirlos todos aquí resulta poco menos que imposible. Cada tipo de componente presentará su peculiar forma de estropearse. Por tanto, ante un componente que se desconozca o que no se conozca lo suficiente lo primero será buscar información sobre dicho componente, al menos la necesaria para poder predecir su posibilidad de fallo y llegar a comprobar su estado de algún modo.

# Anexo I

Diagramas de bloques genéricos  
de diversos equipos electrónicos

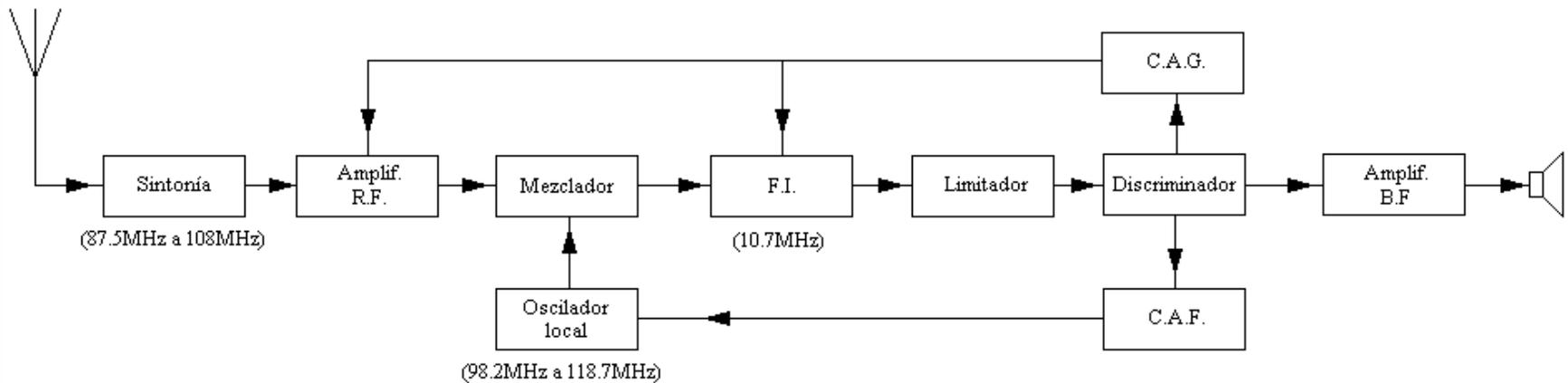
# Receptor de radio AM

*Receptor de radio AM superheterodino*

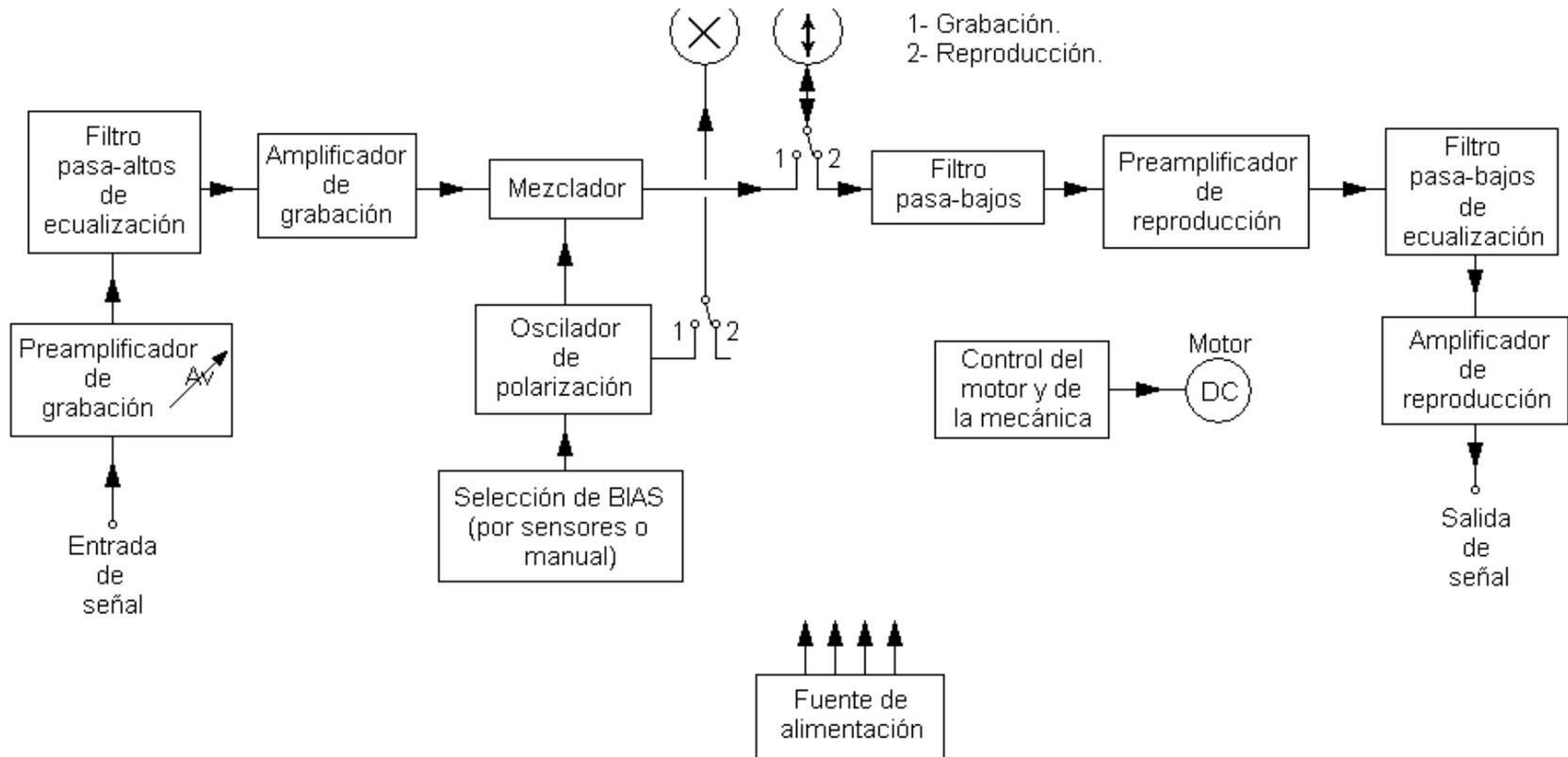


# Receptor de radio FM

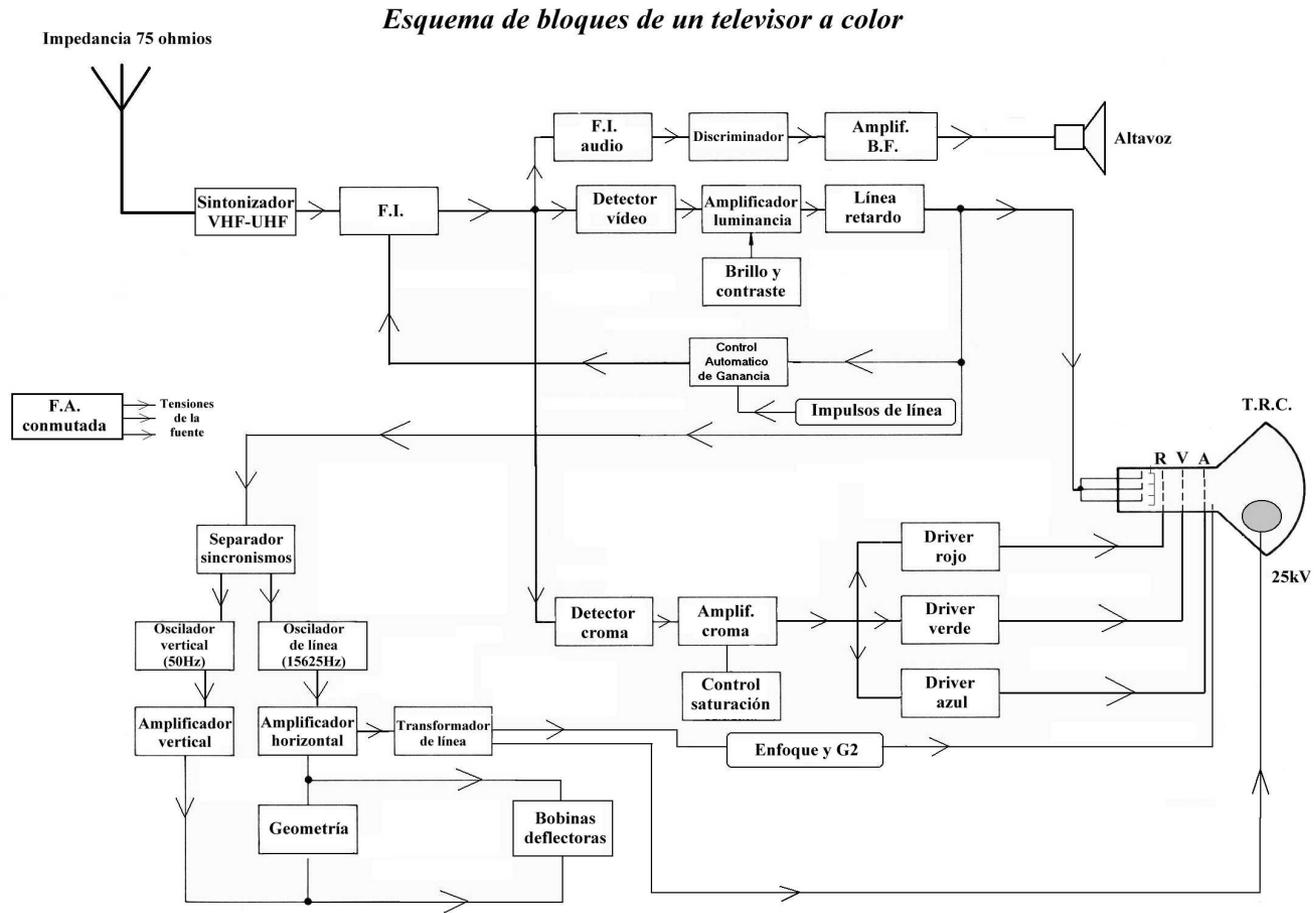
*Receptor de radio FM superheterodino*



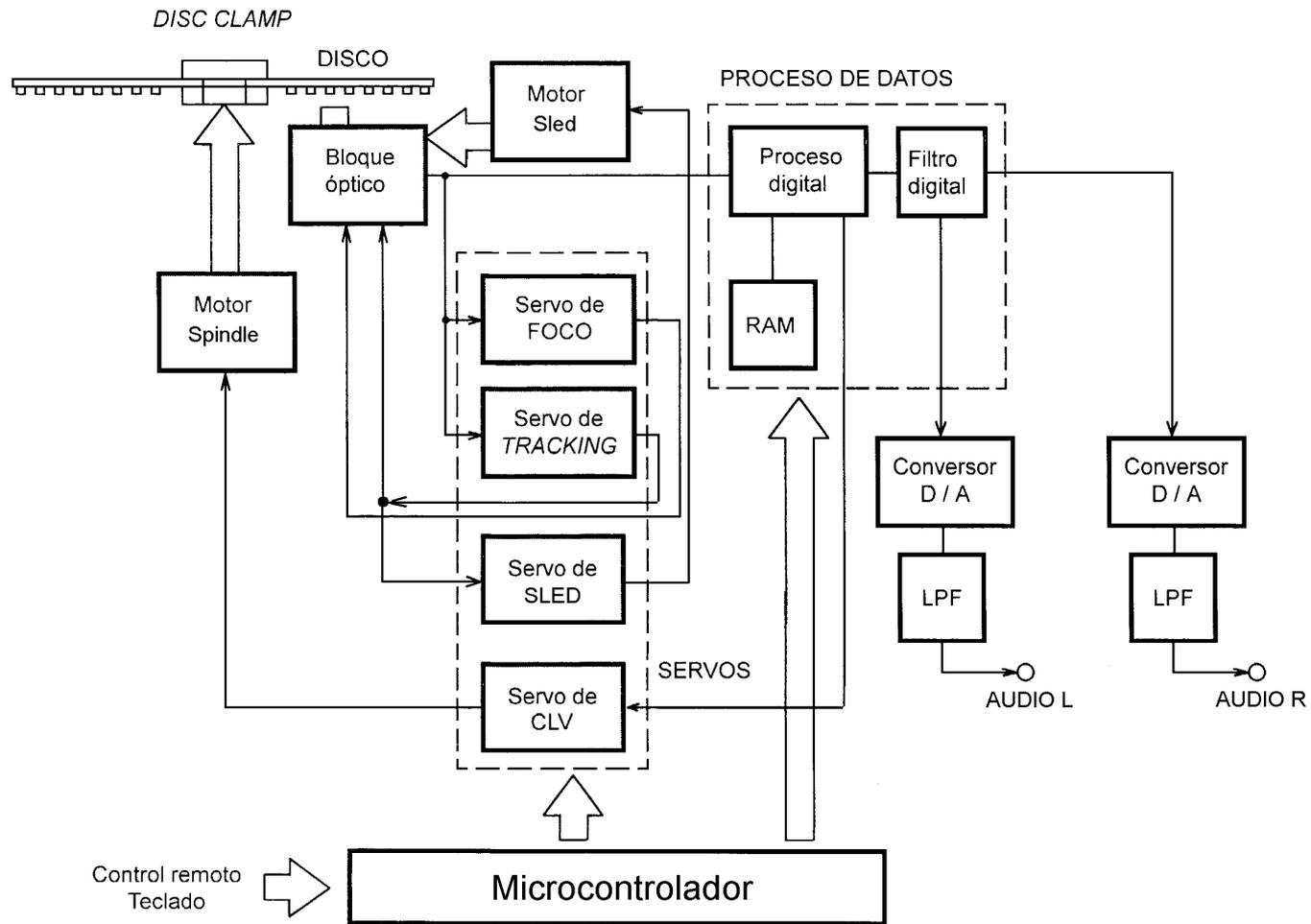
# Platina de casete



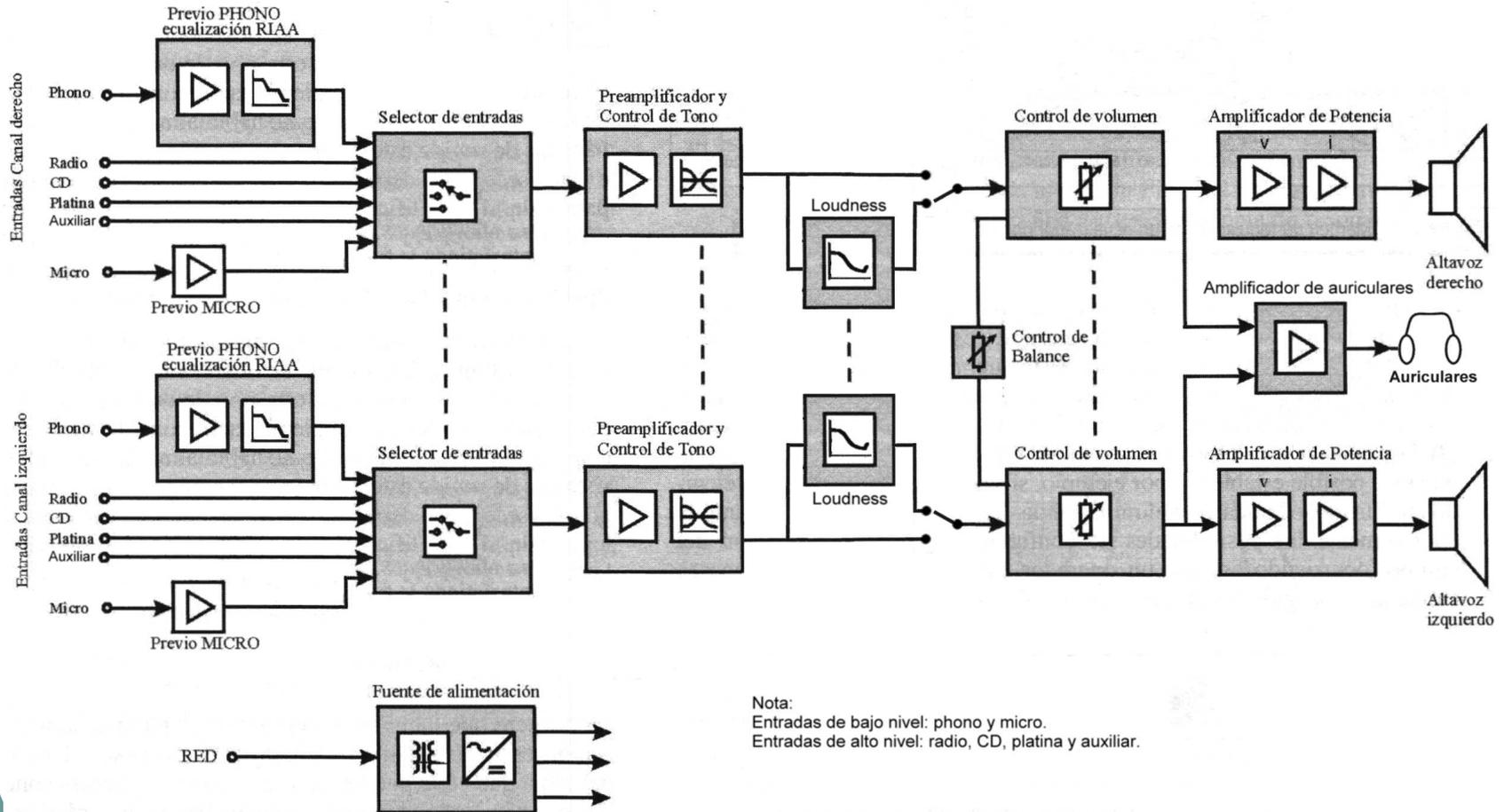
# Televisor color



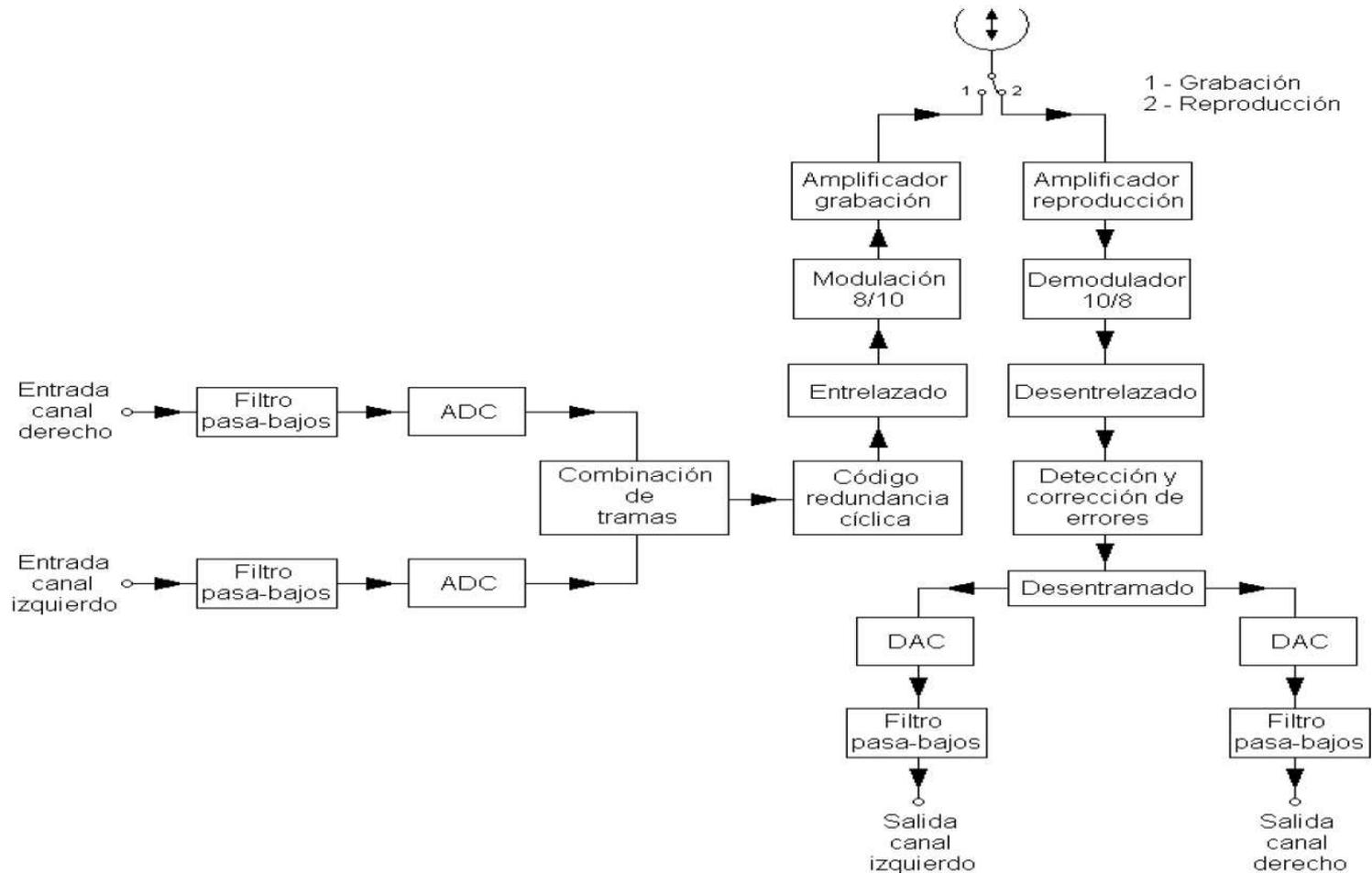
# Reproductor de CD



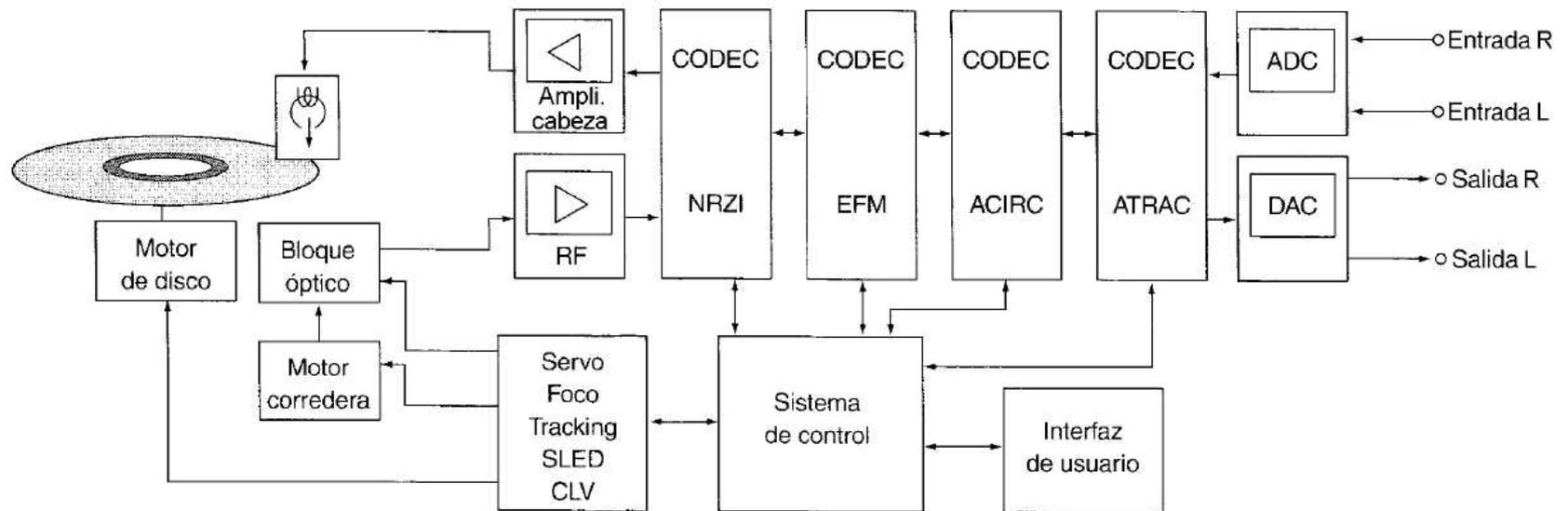
# Amplificador de BF



# DAT (Digital Audio Tape)



# MiniDisc



# Anexo II

Comprobación de los componentes electrónicos más habituales

# Comprobación de resistencias

Para comprobar las resistencias necesitaremos un óhmetro o un polímetro capaz de medir resistencia eléctrica. Se seguirá el siguiente procedimiento:

- Desconectar al menos uno de los terminales de la resistencia que se desea comprobar.
- Inspeccionar detenidamente el cuerpo de la resistencia. Si presenta algún tipo de alteración (grietas, desconchones, etc.) proceder a su sustitución. Además, si se observa que la resistencia presenta aspecto de haber estado sometida a una excesiva temperatura (alteración de sus colores, que pasan a adquirir cierto tono pardusco) cambiarla por otra de igual valor pero mayor potencia.
- Si la resistencia presenta un buen aspecto proceder a su medida con el óhmetro, teniendo la precaución de no tocar simultáneamente con los dedos ambas puntas de prueba. Se considerará que la resistencia presenta un valor correcto cuando el valor medido coincida con el valor nominal de la misma o, al menos, quede dentro de la banda de tolerancia de éste. En caso contrario habrá que proceder a su cambio por otra en buen estado.

# Comprobación de potenciómetros y resistencias ajustables

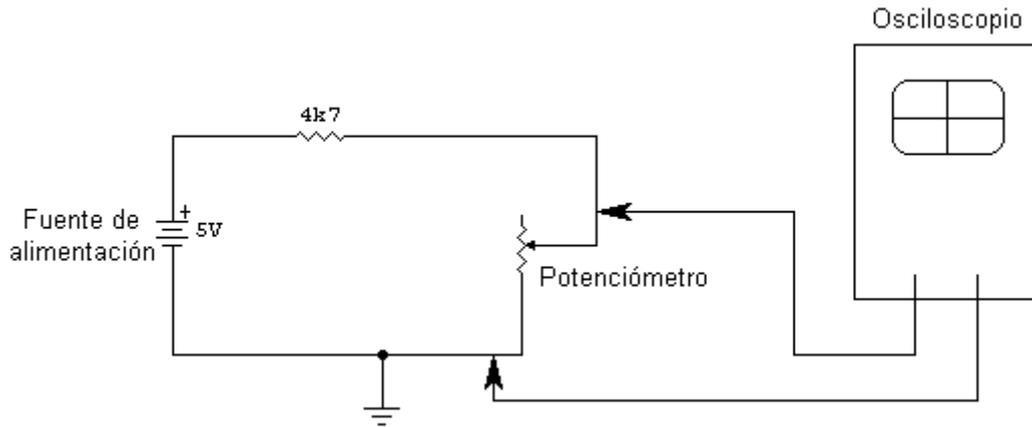
Realizaremos dos tipos de pruebas, una para comprobar el valor del potenciómetro y otra para comprobar el nivel de ruido del mismo. Para las resistencias ajustables procederemos de la misma forma. Para comprobar el valor de la resistencia necesitaremos un óhmetro. Se seguirá el siguiente procedimiento:

- Desconectar los terminales del potenciómetro a medir.
- Medir la resistencia entre los dos extremos del potenciómetro. Debe coincidir con el valor indicado en el cuerpo del mismo. Si no es así se debe proceder a su sustitución.
- Medir la resistencia entre el central y cada uno de los extremos, procediendo a variar el cursor entre las dos posiciones extremas. La resistencia medida deberá de pasar de cero óhmios al valor indicado en el cuerpo del potenciómetro, o viceversa, de forma suave, sin saltos. Si se producen saltos o la variación no es del todo suave habrá que sustituirlo.

# Comprobación de potenciómetros y resistencias ajustables

Para comprobar el nivel de ruido se necesitan una fuente de alimentación, un osciloscopio y una resistencia de 4k7. Se deberá proceder de la siguiente forma:

- Montar el siguiente circuito con el potenciómetro a comprobar:



- Conmutar el osciloscopio a AC y visualizar la traza en la pantalla.
- Mover el cursor del potenciómetro y comprobar si aparece ruido eléctrico sobre la traza anterior. Si es así es aconsejable su sustitución por otro nuevo, aunque también se puede intentar su limpieza interna con algún spray de los existentes a tal efecto (opción desaconsejada).

# Comprobación de condensadores electrolíticos

Tendremos que comprobar aislamiento o fugas y capacidad. Si además el condensador forma parte de una fuente de alimentación conmutada (salvo condensador inmediatamente tras puente rectificador) se deberá verificar el valor de su ESR (resistencia equivalente serie). Por principio hay que descartar todos aquellos condensadores electrolíticos que presenten abolladuras y abombamientos.

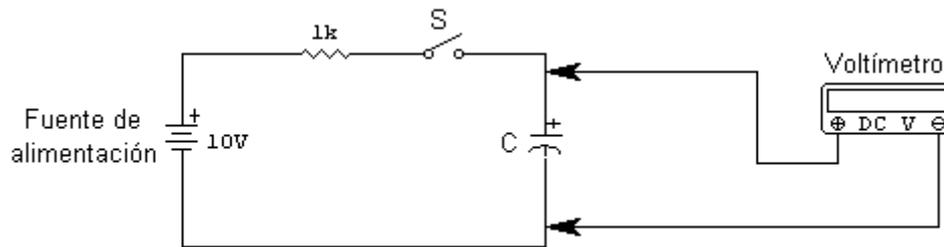
Para la comprobación de aislamiento se necesitará un óhmetro:

- Extraer el condensador del circuito y descargarlo completamente (recomendado a través de una resistencia de 1000 óhmios).
- Conectar el óhmetro. Si se trata de un óhmetro analógico la aguja se desplazará rápidamente hacia el fondo de la escala y, a continuación, empezará a desplazarse en sentido contrario, cada vez más lentamente, hasta llegar a marcar  $\infty$ . Invertir la polaridad de las puntas de prueba y comprobar que se repite lo anterior. Invertir nuevamente la polaridad de las puntas de prueba dos o tres veces más, teniéndose que repetir el comportamiento visto. En caso contrario se ha de cambiar el condensador por otro en buen estado, ya que el que se está comprobando presenta fugas.
- En caso de realizar la prueba con un óhmetro digital los dígitos bailarían y no podremos apreciar bien las cargas y descargas del condensador. Nos fijaremos únicamente en que la medida indicada llegue a alcanzar  $\infty$  en cada una de las inversiones de polaridad de las puntas de prueba. Si no ocurriera esto habría que sustituir el condensador por falta de aislamiento.

# Comprobación de condensadores electrolíticos

Para la comprobación del valor de capacidad del condensador es necesario un polímetro capaz de realizar este tipo de medida de forma directa. Aun así, si no se dispone de tal aparato, o el valor de capacidad a medir supera el rango de medida del mismo, podemos realizar una medida de capacidad aproximada con el óhmetro. Se necesitará un óhmetro digital y un cronómetro:

- Montar el siguiente circuito:

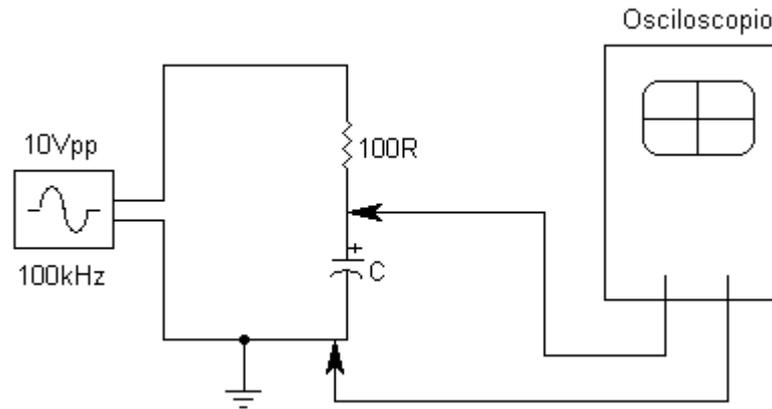


- Cerrar el interruptor al tiempo que se inicia el cronometraje. Medir el tiempo que el condensador tarda en cargarse a la tensión total aplicada (10V en el caso de la figura, pero puede ser cualquier valor que no supere la tensión máxima del condensador).
- Mediante la expresión  $C = \text{Tiempo} / (5 \times \text{Resistencia})$  calcular el valor del condensador, el cual debe coincidir con el valor del condensador de forma aproximada. Si ello no ocurriese habría que proceder a la sustitución del condensador.

# Comprobación de condensadores electrolíticos

Para la medida de la ESR (Equivalent Serie Resistance) se procederá de la siguiente forma:

- Extraer el condensador del circuito y descargarlo.
- Montar el siguiente circuito:

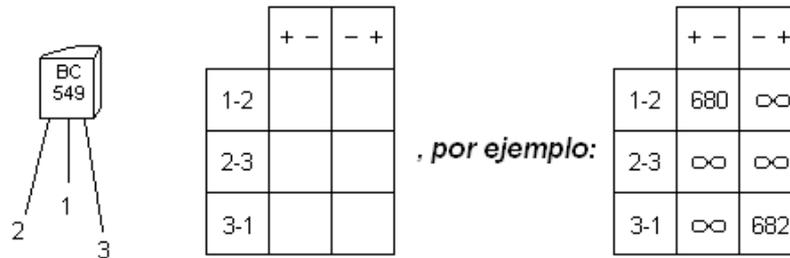


- Medir con el osciloscopio la tensión alterna presente en el condensador bajo prueba.
- Determinar la ESR del condensador de forma aproximada mediante la expresión  $ESR(\Omega) = 10 \times V_{\text{condensador}}$

# Comprobación de transistores bipolares

Para la comprobación de un transistor bipolar se deberán comprobar las dos uniones semiconductoras que posee, la unión base-emisor y la unión base colector. Se deberá comprobar así mismo la no conducción entre emisor y colector cuando la base está abierta. Para realizar estas comprobaciones procederemos de la siguiente forma:

- Numerar las patillas del transistor de 1 a 3.
- Completar la tabla siguiente realizando medidas con el óhmetro:



- Si el transistor está en buen estado en la tabla sólo deben aparecer dos medidas bajas de resistencia, y deben estar en filas y columnas diferentes, como en el ejemplo de arriba.
- Además, de esta tabla se puede deducir el tipo de transistor (NPN o PNP) y cuales son sus patillas (E, B y C). Veamos cómo:
  - Patillas: debemos empezar por determinar qué patilla es la común a las dos medidas de resistencia baja. Dicha patilla corresponde a la de base, la número 1 en el caso del ejemplo. La patilla que con la base haya dado más resistencia (distinta de  $\infty$ ) será el emisor, en nuestro ejemplo la número 3. La patilla que queda será el colector.
  - Tipo: debemos mirar la polaridad de la base en las dos medidas bajas. Esa será la polaridad del semiconductor de la base y, por tanto, emisor y colector tendrán polaridad contraria. En nuestro ejemplo la base es positiva (P) y emisor y colector negativos (N). Por tanto, el transistor será de tipo NPN.

# Comprobación de diodos semiconductores

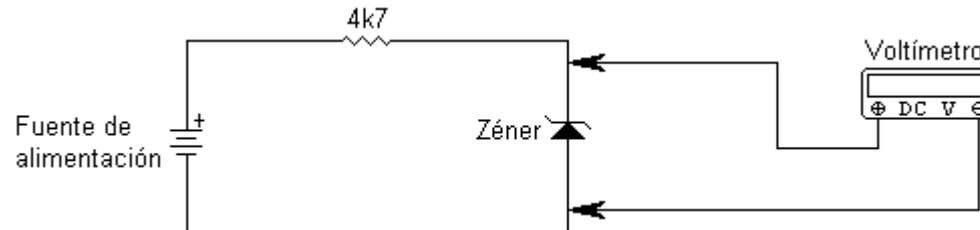
Existen multitud de diodos diferentes. En esta sección está dedicada únicamente a los más habituales, a saber, rectificadores y de pequeña señal, zéner, diodos LED y Schotky. Empecemos por los rectificadores, los de pequeña señal y los Schotky:

- Proceder a desconectar una de las patillas del diodo, en caso de que éste ya forme parte de un circuito.
- Con un polímetro en una escala de ohmios baja, o preferiblemente en el alcance especial que algunos disponen para comprobación de diodos, comprobar la conducción del diodo cuando se polariza directamente (si estamos usando un polímetro con el alcance especial antes comentado en la pantalla aparecerá la tensión aproximada de conducción del mismo, que debe estar próxima a los 0,6V para diodos de silicio y de 0,2V para diodos de germanio y diodos Schotky). Si el diodo no conduce debe sustituirse.
- Comprobar la no conducción del diodo en polarización inversa. Si un diodo de silicio presenta corriente de fuga debe ser sustituido. Si se trata de un diodo de germanio cierta corriente de fuga es normal, pero no debe superar unos pocos microamperios. Si tal ocurre se deberá sustituir el diodo.

# Comprobación de diodos semiconductores

Para la comprobación de diodos zéner se necesita una fuente de alimentación capaz de entregar una tensión superior a la del zéner, una resistencia limitadora y un polímetro:

- Realizar el siguiente montaje:

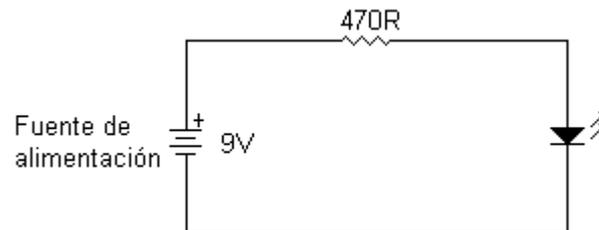


- Ajustar la tensión de la fuente de alimentación a un valor superior a la del zéner que se quiere comprobar, por ejemplo 5V por encima de la del zéner.
- Medir con el polímetro la tensión del zéner, que debe coincidir de forma muy aproximada con la esperada para el zéner bajo prueba. Si no fuese así se debe sustituir el zéner por otro en buen estado.

# Comprobación de diodos semiconductores

Para la comprobación de diodos LED se necesita una fuente de alimentación y una resistencia limitadora, por ejemplo de 470 ohmios:

- Realizar el siguiente montaje:



- Si el LED se ilumina correcto. En caso contrario está estropeado.

Fin de la presentación