



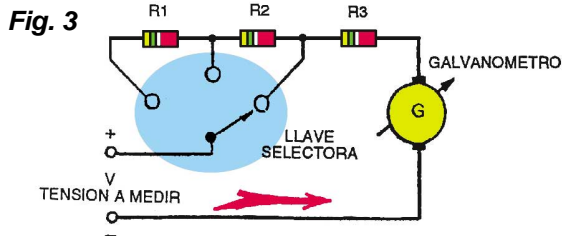
## Manejo del Multímetro

Veamos qué valor debe tener  $R_s$  para poder medir una tensión de 10 V.

$$\begin{aligned} V &= V_{dpe} \times R_s + I_{dpe} \times R_g = \\ 10 \text{ V} &= 0,1 \text{ mA} \times R_s + 0,1 \text{ V} = \\ 0,1 \text{ mA} \times R_s &= 10 \text{ V} - 0,1 \text{ V} = 9,9 \text{ V} \end{aligned}$$

$$R_s = \frac{9,9}{0,1 \text{ mA}} = 99 \text{ k}\Omega$$

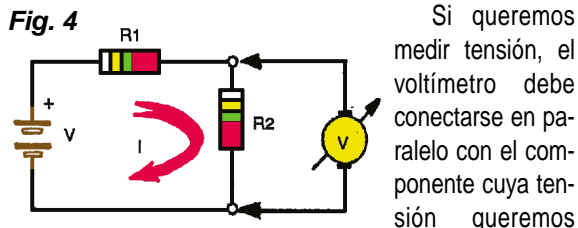
En la práctica se utilizan voltímetros de varias escalas para poder medir distintas tensiones, como por ejemplo 2,5 V; 10 V; 50 V; 250 V, 500V y 1000V en corriente continua. Al respecto en la figura 3 se muestra el circuito de un voltímetro de continua donde los resistores limitadores se han calculado como se ha indicado recientemente.



El circuito del voltímetro de tres escalas es seleccionable mediante una llave giratoria.

### Cómo Hacer Mediciones con el Voltímetro

Debemos poner la llave selectora de funciones en alguno de los rangos para medir tensión continua (DCV), si no conocemos el valor a medir, empezamos por el más alto para luego bajar de rango, si es necesario, hasta que la aguja se ubique desde el centro hasta la parte superior de la escala.



determinar según lo indicado en la figura 4. Si queremos medir la tensión sobre  $R_2$ , el voltímetro debe conectarse como se indica; si por error conectamos al revés las puntas de prueba, la aguja girará en sentido contrario, eso indica que se las debe invertir. El voltímetro debe tomar poca corriente del circuito, como consecuencia su resistencia interna debe ser alta (cuanto más alta mejor). Si que-

remos averiguar la resistencia del instrumento, multiplicamos la sensibilidad del mismo en continua por el rango de tensión que estamos usando. Por ejemplo:

$$S = 10000 \frac{\Omega}{V} \quad \text{y} \quad \text{Rango} = 10V$$

Reemplazando:

$$R_V = 10000 \frac{\Omega}{V} \times 10V = 100 \text{ k}\Omega$$

Por el contrario, la resistencia del amperímetro debe ser muy baja para que no modifique en gran medida la corriente que circula por el circuito.

La forma de leer en la escala correcta y cómo determinar el valor correcto de tensión continua, si usamos el multímetro del ejemplo, será:

Escalas	Rangos del Voltímetro
0 - 25	0 - 0,25V
0 - 10	0 - 1V
0 - 25	0 - 2,5V
0 - 10	0 - 10V
0 - 5	0 - 50V
0 - 25	0 - 250V

Si usamos el rango de 0 a 1V, debemos utilizar la escala de 0 a 10 y dividir la lectura por 10; o sea, que si la aguja marca 7, la tensión de medida es de 0,7V. Como de 0 a 1, que es la primera marca importante en esa escala, hay 10 divisiones, cada una vale en realidad 0,01V, de manera que si la aguja marca 3 divisiones por encima de 7 (0,7V), la tensión medida será de  $0,7V + 3 \text{ div. } 0,01V = 0,7V + 0,03V = 0,73V$ .

Si usamos el rango de 0 a 0,25 V, debemos usar la escala de 0 a 25 y dividir la lectura por 100; si la aguja marca 50, son 0,5V.

Si usamos el rango de 0 a 2,5 V, debemos usar la escala de 0 a 25 y dividir la lectura por 10; o sea, que si la aguja marca 30, la tensión medida es de 3V. Como de 0 a 5 hay 10 divisiones, cada una vale 0,5; pero, como debemos dividir por 10, en realidad cada una vale 0,05 V. Por lo tanto, si la aguja indica 2 divisiones por encima de 3, la tensión será:

$$0,3V + 2 \text{ div.} \times 0,05V = 0,3V + 0,1V = 0,4V$$

Si usamos el rango de 0 a 10 V, debemos usar la escala de 0 a 10 y leer directamente el valor de la tensión; si la aguja marca 4, son 4V. Como entre 0 y 2 hay 10 divisiones, cada una vale 0,2V. De modo que si la aguja

marca 7 divisiones por encima de 4, la tensión valdrá:

$$4V + 7 \text{ div.} \times 0,2V = 4V + 1,4V = 5,4V$$

Si usamos el rango de 0 a 50V, debemos utilizar la escala que va de 0 a 5 y multiplicar la lectura por 10. Cada división vale  $0,1V \times 10 = 1V$ . Si la aguja marca 6 divisiones por encima de 4, la tensión vale:

$$40V + 6V = 46V$$

Si usamos el rango de 0 a 250V, debemos usar la escala de 0 a 25 y multiplicar la lectura por 10. Cada división vale  $0,5V \times 10 = 5V$ . Si la aguja marca 7 divisiones por encima de 20, la tensión medida valdrá:

$$200V + 7 \text{ div.} \times 5V = 200V + 35V = 235V$$

Si se debe efectuar una medición de tensión alterna, no importa la polaridad de las puntas de prueba, pero debemos tener en cuenta todo lo dicho anteriormente con respecto a comenzar a medir por el rango más alto cuando se ignora el valor de la tensión a medir, además, debe conectar el instrumento en paralelo con el circuito o fuente de tensión alterna. Antes de realizar la medición, la llave selectora de funciones debe colocarse en alguno de los rangos específicos de ACV (normalmente están marcados en rojo en el multímetro), por ejemplo 2,5V, 10V, 25V, 100V, 250V y 1.000V, ACV. Al hacer la lectura, debemos utilizar la escala roja del cuadrante en lugar de la negra, usaremos los números en negro de las escalas de continua, para determinar el valor correspondiente de tensión que se está midiendo en alterna. Si usamos el rango de 0 a 10V de alterna y la aguja marca 5 cuando se ubica justo sobre la rayita roja, la tensión será de 5V de alterna (se está midiendo el valor eficaz de la tensión). Para saber cuánto vale cada división de la escala usada según el rango indicado por la llave, deben tenerse en cuenta las mismas consideraciones realizadas anteriormente. En algunos multímetros existe una escala especial de tensión alterna para usar con el rango de 2,5V (AC 2,5V). En ese rango, cada división vale 0,05V.

### EL MULTÍMETRO COMO AMPERÍMETRO

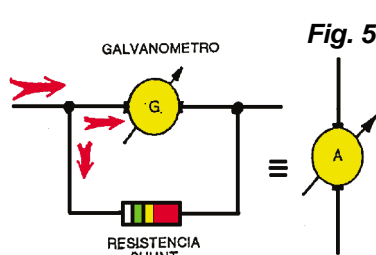


Fig. 5

Para transformar un instrumento de bobina móvil en un amperímetro para medir corrientes mayores que la corriente de deflexión a plena

escala, debe conectarse un resistor "shunt" en paralelo con el galvanómetro, de forma similar a lo mostrado en la figura 5. Si queremos que el amperímetro mida como máximo 100mA, cuando la bobina soporta 100μA, será (vea la figura 6):

$$I = I_{\text{shunt}} + I_{\text{dpe}}$$

$$100 \text{ mA} = I_{\text{shunt}} + 0,1 \text{ mA}$$

Lo que nos lleva a:

$$I_{\text{shunt}} = 100 - 0,1 = 99,9 \text{ mA}$$

La tensión a través del galvanómetro se calcula:

$$V = I_{\text{dpe}} \times R_b = 0,1 \text{ mA} \times 500 \Omega = 0,05V$$

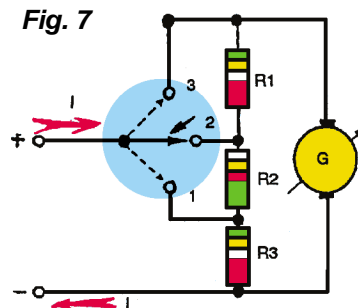
Donde  $R_b$  = Resistencia de la bobina.

$$R_{\text{shunt}} = \frac{V}{I_{\text{shunt}}} = \frac{0,05V}{99,9 \text{ mA}} =$$

$$R_{\text{shunt}} = 0,5005 \Omega$$

Se utilizan amperímetros de varias escalas, por ejemplo, 5mA, 50mA, 500mA, 10A, etc. y los rangos pueden seleccionarse mediante una llave

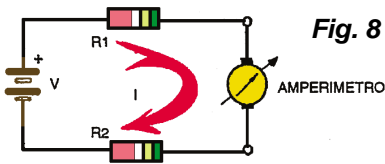
Fig. 7



### Cómo Hacer Mediciones

En primer lugar se coloca la punta roja en el terminal positivo del instrumento y la punta negra en el terminal negativo. Luego debemos intercalar el amperímetro en el circuito de modo que la corriente pase por él; es decir que el amperímetro debe conectarse en serie con los demás componentes del circuito en los que se quiere medir la corriente, tal como se muestra en la figura 8.

El circuito fue abierto a fin de conectar las puntas de prueba del amperímetro, de manera que el instrumento quede en serie con el circuito.



**Fig. 8**

Cuando no conocemos el valor de la corriente que vamos a medir, debemos colocar

la llave selectora en el rango más alto de corriente y luego ver cómo deflexiona la aguja; si es muy poco, significa que la corriente es más baja de lo que esperábamos y entonces pasamos al rango inmediato inferior; si ocurre lo mismo, volvemos a bajar de rango, y así sucesivamente hasta que la aguja se ubique aproximadamente en la parte superior de la escala.

También debemos observar en qué sentido tiende a girar la aguja: si lo hace hacia la izquierda, por debajo de cero, debemos invertir la conexión de las puntas de prueba para que la deflexión de la aguja ocurra en sentido horario.

Para leer el valor de la corriente debemos utilizar las escalas marcadas en negro.

Supongamos que nuestro multímetro tiene las siguientes escalas y rangos del amperímetro:

Escalas	Rangos del Amperímetro
0 - 5	0 - 50μA
0 - 10	0 - 5mA
0 - 5	0 - 50mA
0 - 5	0 - 500mA
0 - 10	0 - 10mA

Si usamos el rango de 0 a 50μA, debemos usar la escala que va de 0 a 5 y multiplicar el resultado de la medición por 10 y corre la coma un lugar hacia la derecha. Para el caso en que la aguja se ubique en una posición intermedia entre dos marcas de corriente; debemos conocer el valor de cada división, como de 0 a 1 existen 10 divisiones, cada una valdrá 0,1μA, pero como además debemos multiplicar por 10, cada una valdrá 1μA. Por ejemplo, si la aguja indica tres divisiones por encima de 3, el valor será:

$$30 \mu A + (3 \text{ div}) \times 1 \mu A = 33 \mu A.$$

Si usamos el rango de 0 a 5mA, se usa directamente la escala que va de 0 a 5, de manera que si la aguja marca 2 divisiones por encima de 4, el valor de la corriente será de 4,2mA, ya que cada división vale 0,1mA.

Si usamos el rango que va de 0 a 50mA, debemos usar la escala de 0 a 5 y multiplicar el resultado obtenido

por 10. Como de 0 a 1 hay 10 divisiones, cada una vale 0,1mA, pero como debemos multiplicar por 10, cada división vale 1mA.

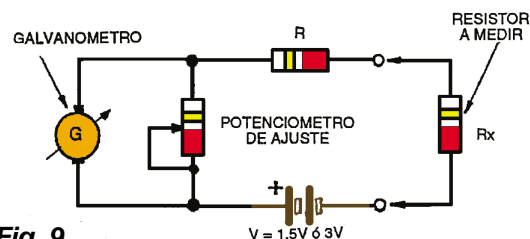
Por ejemplo, si la aguja indica 3 divisiones por encima de 2, el valor será:

$$20mA + (3 \text{ div}) \times 1mA = 23mA.$$

Si usamos el rango que va de 0 a 10A, debemos insertar la punta de prueba roja en la entrada correspondiente a 10 A, y leer directamente en la escala que va de 0 a 10. El mismo procedimiento debe ser aplicado para cualquier otro rango.

### EL MULTÍMETRO COMO ÓHMETRO

Para esta función el instrumento tiene una fuente de tensión continua de 1,5V (pila de cinc-carbón) u otro valor, para generar una corriente cuyo valor dependerá de la resistencia del circuito, y que será medida por la bobina. En la figura 9 se muestra el circuito del instrumento como óhmetro.



**Fig. 9**

Siempre se debe calibrar el instrumento con la perilla "ajuste del óhmetro". Se usa la escala superior, que crece numéricamente de derecha a izquierda para leer los valores de resistencia expresados en Ω.

Para realizar la calibración las puntas de prueba deben ponerse en contacto, lo cual significa poner un cortocircuito entre los terminales del instrumento, esto implica que la resistencia conectada externamente al óhmetro es nula en estas condiciones, y por lo tanto la aguja debe marcar 0Ω. Para ello se varía el potenciómetro "ohm adjust" -en inglés-, hasta que la aguja, se ubique justo en el "0"; en ese momento, estará circulando por la bobina del instrumento, la corriente de deflexión a plena escala.

Cuando se conectan las puntas de prueba a un resistor R, la corriente por el galvanómetro disminuirá en una proporción que depende del valor de R; de ahí que la escala de resistencia aumente en sentido contrario al de corriente. Para medir resistores de distinto valor, existen 2 ó 3 rangos en la mayoría de los óhmetros marcados de la siguiente manera: x 1, x 10, x 100 y x 1 k. Si la llave se-

lectora está en "x 1", el valor leído será directamente en  $\Omega$ ; si está en "x 10", debemos multiplicar el valor medido por 10 para tener el valor correcto en  $\Omega$ ; y si está en "x 1 k", la lectura directa nos da el valor correcto de resistencia en k $\Omega$ .

Puede suceder que al calibrar el óhmetro, la aguja no llegue a cero; en ese caso, es necesario medir la tensión de la pila, porque puede estar gastada, y si ése no es el caso, el problema puede deberse a la bobina o a un componente del circuito del óhmetro en mal estado. Si la pila está gastada, debemos reemplazarla por una nueva.

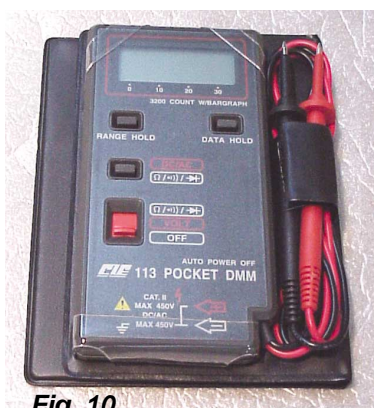


Fig. 10

Los téster digitales presentan la medida sobre un display que es una pequeña pantalla que muestra números y unidades. En general poseen características superiores a los analógicos. La figura 10 muestra el aspecto de un téster digital.

Estos instrumentos, al igual que los analógicos, poseen varios rangos de medida seleccionables por medio de una llave selectora o botonera. Otros modelos son "AUTO RANGO", es decir, el instrumento "sabe" cuando debe cambiar de rango en función de lo que está midiendo y automáticamente cambia de rango de medida; en estos casos sólo hay que darle al instrumento la indicación de lo que se está midiendo (tensiones, corrientes, resistencias).

Para saber el valor de una resistencia, leyendo el código de colores de una resistencia se sabe la lectura que se debe obtener al medir el componente con un multímetro, luego se coloca la llave selectora del instrumento en

la posición adecuada, se ajusta el "cero ohm" con el potenciómetro del multímetro según lo explicado recientemente, se juntan las puntas de prueba y, colocando una punta de prueba en cada terminal del resistor "sin tocar ambas puntas con las manos", se mide el componente. La figura 11 muestra la forma de hacer la medición.

Si el valor del resistor no coincidiera con el que indica el código de colores o con el circuito del que se lo ha sacado, porque se ha borrado el código de colores, significa que el componente está en mal estado. Los resistores normalmente "se abren", es decir, presentan resistencias muy elevadas al deteriorarse.

En la figura 1 hemos mostrado cómo es la escala de un multímetro analógico clásico.

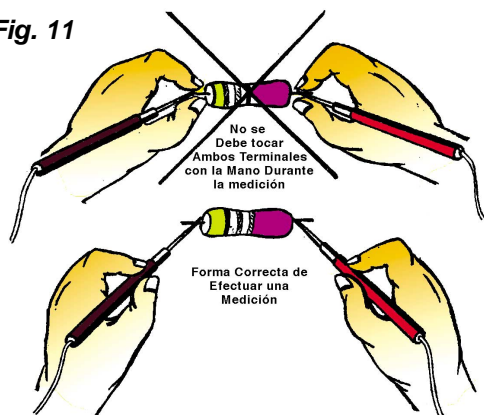
Para medir resistencias se utiliza la escala superior (en color verde en el gráfico), de modo que, una vez realizada la lectura del componente, se debe multiplicar el valor que marca la aguja por el rango que establece la llave selectora. Por ejemplo, si la aguja se detiene en "15" y la llave selectora está en el rango Rx10, estamos en presencia de un resistor de 150 $\Omega$ .

**Lectura x Rango = Valor del resistor**

$$15 \times 10\Omega = 150\Omega$$

Si Ud. realiza la medición con un multímetro digital, en el display se muestra directamente el valor medido de forma que no deber realizar "la interpretación de la lectura de la escala" y tampoco tiene que multiplicar la lectura por el rango. Esto significa que es más fácil y seguro medir resistencias con un multímetro digital (e incluso el valor medido será más exacto). Si el valor del resistor no coincidiera con el que indica el código de colores o el circuito del que se lo ha sacado, si es que se ha borrado el código de colores, significa que el componente está en mal estado. Los resistores normalmente "se abren", es decir, presentan resistencias muy elevadas al deteriorarse.

Fig. 11



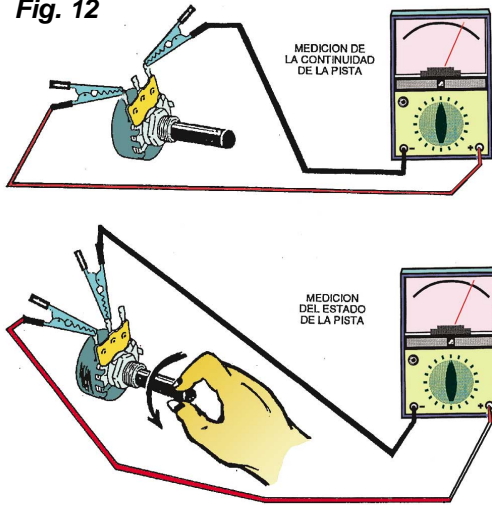
### PRUEBA DE POTENCIÓMETROS

Son resistores variables que se deben probar en forma similar a lo recientemente explicado, es decir, se elige la escala adecuada en el multímetro de acuerdo con la resistencia del potenciómetro (por ejemplo, un potenciómetro de 10k $\Omega$  debe ser medido en R x 100; otro de 50k $\Omega$  debe medirse en R x 1k), se hace el ajuste "cero ohm" y se miden los extremos del elemento o terminales fijos; sin tocar ambos terminales con las manos. Es aconsejable tener un juego de cables para el multímetro con clips co-



codrilo en las puntas para la mejor sujeción de los terminales a medir según se muestra en la figura 12.

**Fig. 12**

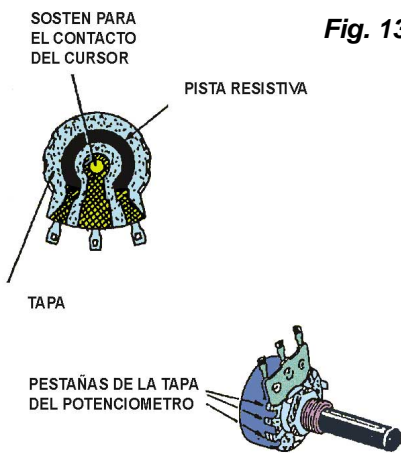


Luego se debe medir el estado de la "pista" del resistor variable para saber si la misma no se encuentra deteriorada o sucia. Para ello se coloca un terminal del multímetro en un extremo y el otro terminal en el cursor, se gira el eje del potenciómetro lentamente y se observa que la resistencia aumente o disminuya sin que se produzcan saltos.

Si el potenciómetro es lineal, entonces, a igual giro debe haber igual aumento o disminución de resistencia; en cambio si el potenciómetro es logarítmico, al comienzo de giro la resistencia varía poco y luego de golpe o al revés.

Si existen bruscos saltos u oscilaciones en la aguja

**Fig. 13**



del multímetro es una indicación de la suciedad o deterioro de la pista resistiva y se debe proceder al recambio o limpieza del potenciómetro tal como se muestra en la figura 13.

Para limpiarlo se lo debe desarmar con cuidado enderezando los salientes de la carcasa que sujetan la tapa "portapista" lo que permitirá liberar la pista de carbón y el cursor que ge-

neralmente es de bronce o alguna otra aleación.

Para realizar la limpieza puede emplear un lápiz de mina blanda pasando la mina por toda la pista, como si estuviese escribiendo sobre ella, tal como muestra la figura 14.



**Fig. 14**

Para un mejor trabajo, debe limpiar la pista con alcohol isopropílico antes de cubrirla con el grafito del lápiz.

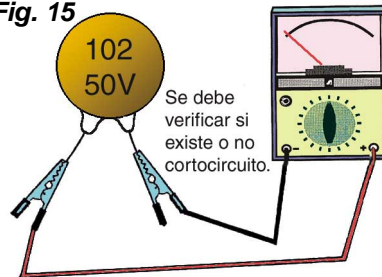
El alcohol isopropílico es útil también para la limpieza del cursor de metal.

Normalmente, los potenciómetros resisten pocas operaciones de limpieza ya que las aletas que sostienen la tapa porta-pista se quiebran con facilidad, además, la pista sufre un lógico deterioro con el uso.

### MEDICIÓN DE CAPACITORES

Como existe una gran variedad de capacitores explicaremos como comprobar cada uno de ellos, por ejemplo, la prueba de capacitores de bajo valor se limita a saber si los mismos están o no en cortocircuito. Valores por debajo de 100nF en general no son detectadas por el multímetro y con el mismo en posición R x 1k se puede saber si el capacitor está en cortocircuito o no según muestra la figura 15.

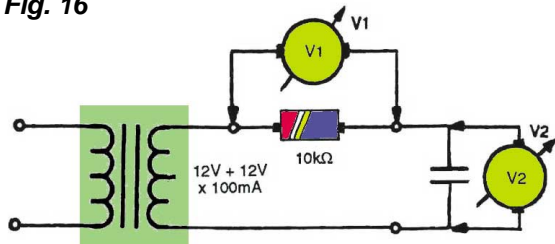
**Fig. 15**



Si el capacitor posee resistencia infinita significa que el componente no posee pérdidas excesivas ni está en cortocircuito. Generalmente esta indicación es suficiente para considerar que el capacitor está en buen estado pero en algún caso podría ocurrir que el elemento estuviera "abierto", podría ocurrir que un terminal en el interior del capacitor no hiciera contacto con la placa. Para confirmar con seguridad el estado del capacitor e incluso conocer su valor, se puede averiguar su valor empleando el circuito de la figura 16. Para conocer el valor de la capacidad se deben seguir los pasos que explicamos a continuación:

1) Armado el circuito se mide la tensión V1 y se la anota.

Fig. 16



2) Se calcula la corriente por el resistor que será la misma que atraviesa al capacitor por estar ambos elementos en serie.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V_1}{10k\Omega} =$$

3) Se mide la tensión V2 y se lo anota.

4) Se calcula la reactancia capacitiva del componente en medición:

$$X_c = \frac{V_2}{I} =$$

5) Se calcula el valor de la capacidad del capacitor con los valores obtenidos.

$$C = \frac{1}{X_c \cdot 6,28 \cdot f}$$

La frecuencia será 50Hz para Argentina, para otros países será la correspondiente a la frecuencia de la red eléctrica, ya que el transformador se conecta a la red de energía eléctrica. Con este método pueden medirse capacitores cuyos valores estén comprendidos entre 0,01μF y 0,5μF. Para medir capacidades menores debe reemplazarse R por un valor de 100kΩ pudiendo así medir valores del orden del nanofarad; si se desean medir capacidades menores debe tenerse en cuenta la resistencia que posee el multímetro usado como voltímetro cuando se efectúa la medición. Para medir capacidades mayores, por el contrario, se debe disminuir el valor de R a 1kΩ pudiendo así comprobar capacitores de hasta unos 10μF siempre y cuando el componente no posea polaridad debido a que la prueba se realiza con corriente alterna.

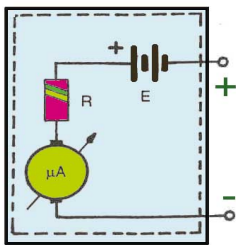
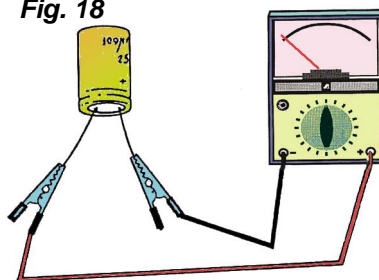


Fig. 17

Los capacitores electrolíticos pueden medirse directamente con el multímetro utilizado como óhmetro ya que el circuito equivalente del multímetro corresponde al esquema de la figura 17. Cuando se conecta un

capacitor entre los terminales de un multímetro, queda formado un circuito RC que hará que el componente se cargue con una constante de tiempo dada por su capacidad y la resistencia interna del multímetro. Por lo tanto la aguja deflexionará por completo y luego descenderá hasta "cero" indicando que el capacitor está cargado totalmente, para ello utilice el diagrama de la figura 18.

Fig. 18

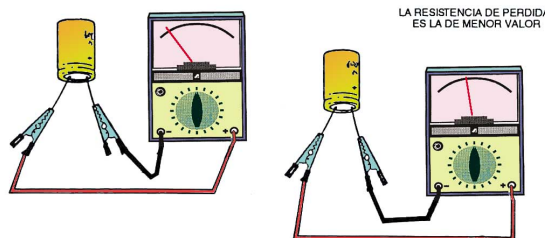


El tiempo que tarda la aguja en descender hasta 0 dependerá del rango en que se encuentra el multímetro y de la capacidad del capacitor.

Si la aguja no se mueve, indica que el capacitor está abierto, si va hasta cero sin retornar indica que está en cortocircuito y si retorna pero no a fondo de escala entonces el condensador tendrá fugas. En la medida que la capacidad del componente es mayor, es normal que sea "menor" la resistencia que debe indicar el instrumento.

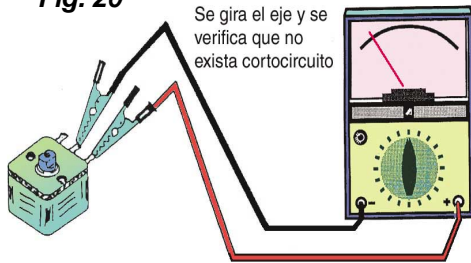
Se debe hacer la prueba dos veces, invirtiendo la conexión de las puntas de prueba del multímetro. Para la medición de la resistencia de pérdida interesa el que resulta menor según muestra la figura 19.

Fig. 19



Se puede verificar el estado de los capacitores variables; que son componentes de baja capacidad y están compuestos por un conjunto de chapas fijas que se enfrentan a otro conjunto de chapas móviles, por lo tanto, con el uso existe un desgaste natural que puede hacer que las chapas se "toquen" entre sí provocando un cortocircuito que inutiliza al componente. Por las razones expuestas la prueba de estos componentes se limita a verificar si las chapas se tocan entre sí o no. Para ello se coloca el multímetro en posición R x 1 o R x 10 con una punta en el terminal de las chapas fijas y la otra en el terminal correspondiente a las chapas variables, se mueve el

**Fig. 20**



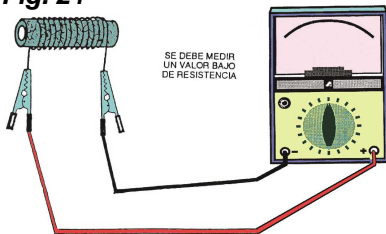
eje del capacitor y se comprueba que no haya cortocircuito entre las placas. La figura 20 indica cómo debe hacerse esta medición.

Si el variable posee 2 o más secciones en tandem se prueban alternativamente cada una de las ellas. Sería el caso de los capacitores de sintonía de un receptor de AM que poseen dos secciones como mínimo.

### Prueba de Arrollamientos

Una bobina o inductor, es un conductor arrollado en forma de espiras sobre un núcleo que puede ser de aire, hierro, ferrite, etc. Poseen muchas aplicaciones como ser: "bobina de filtro" en fuentes de alimentación, bobinas de antena, bobinas que fijan la frecuencia de un oscilador, transformadores, etc. Su resistencia eléctrica es baja, razón por la cual al hacer la medición con el multímetro sólo

**Fig. 21**

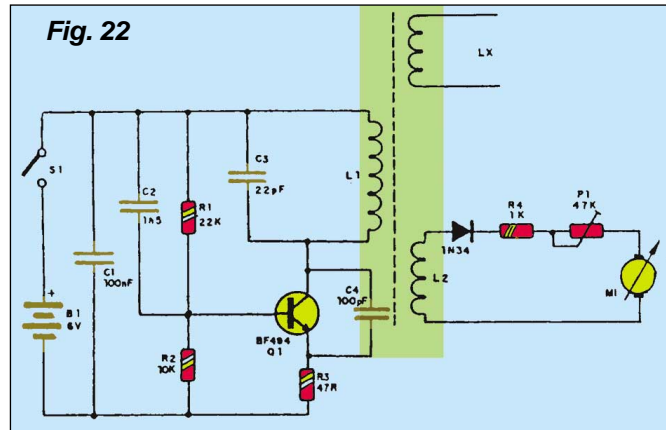


se deben medir algunos ohm tal como se muestra en la figura 21.

Si se pone en cortocircuito alguna espira no podría

ser detectada con el multímetro, ya que el instrumento seguiría acusando una baja resistencia. Por lo tanto, la medición de bobinas con el multímetro se limita a saber si el elemento está abierto o no, es decir, si en algún lugar de la bobina se ha cortado el cable. Por razones de calentamiento excesivo o mala aislación pueden ponerse en cortocircuito una o varias espiras del elemento, lo cual elimina toda posibilidad de creación de campo magnético ya que una espira en corto es un camino perfecto para las corrientes magnéticas, por lo cual el inductor se comportará como un cable.

**Fig. 22**

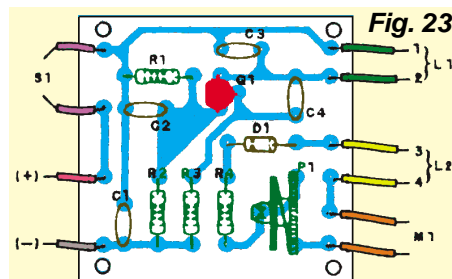


Hay muchos circuitos que permiten detectar espiras en cortocircuito y algunas se basan en el principio de colocar al elemento bajo prueba en el camino de la realimentación de un oscilador mediante un acoplamiento "magnético"; si la bobina no está en cortocircuito, por más que en ella se induzca tensión, no circulará corriente y, por lo tanto, no quitará energía del oscilador con lo cual seguirá oscilando tal como se muestra en la figura 22.

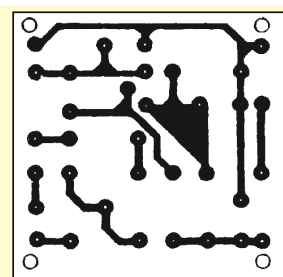
Si hay una espira en cortocircuito, la tensión inducida hará que circule una corriente que quitará energía del circuito disminuyendo la amplitud del oscilador y hasta haciendo desaparecer la oscilación en algunos casos.

En general, estos circuitos poseen un instrumento que reconoce una disminución en la señal del oscilador para indicar que la bobina posee espiras en cortocircuito. Si la bobina está bien, entonces la oscilación se mantendrá evidenciándose en otro indicador. En el circuito dado como ejemplo en la figura 22, antes de colocar la bobina bajo prueba, el voltímetro dará una indicación que estará de acuerdo con la amplitud de la señal generada por el oscilador, si la bobina bajo prueba tiene espiras en cortocircuito, disminuirá la amplitud de la señal produciéndose una caída en la aguja del voltímetro. La construcción en placa de cobre del circuito propuesto se muestra en la figura 23.

Un transformador es un grupo de bobinas acopladas magnéticamente como por ejemplo un transformadores de poder, transformadores de audio, transformadores de



**Fig. 23**





frecuencia intermedia, transformadores de acoplamiento, etc., por lo que su prueba es similar a las explicadas para los inductores.

Para averiguar si un transformador posee espiras en cortocircuito el instrumento debe ser más sensible ya que la señal generada por el oscilador-medidor no sería tan evidente. En general cuando existen espiras en corto la temperatura que adquiere el núcleo del componente es elevada luego de un tiempo de estar funcionando en vacío, por lo tanto, si calienta demasiado es porque hay espiras en cortocircuito.

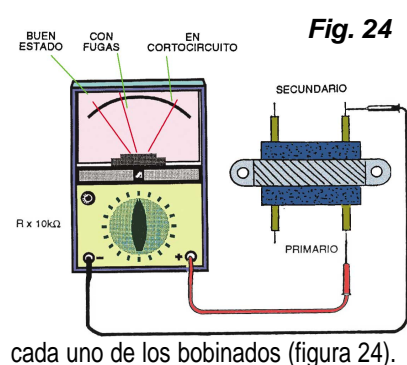


Fig. 24

cada uno de los bobinados (figura 24).

### MEDICIÓN DE FLY-BACKS

Son transformadores elevadores de tensión empleados generalmente en todos aquellos circuitos que requieren una extra alta tensión para su funcionamiento, por ejemplo, tubos de rayos catódicos, electrificadores de cerca, etc.

Poseen un bobinado primario de pocas vueltas y uno o varios secundarios; el de extra alta tensión es aquel que posee mayor cantidad de espiras. Para hacer la prueba siga los siguientes pasos:

- Coloque la llave selectora del multímetro en la escala más baja de resistencia:  $R \times 1$  o  $R \times 10$ .
- Calibre el óhmetro.
- Conecte la punta de prueba roja al terminal de alta tensión del fly-back.

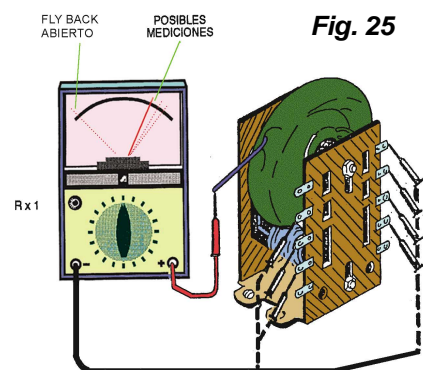


Fig. 25

La otra punta debe probar secuencialmente los terminales restantes del bobinado del fly-back tal como se ve en la figura 25.

### Cómo interpretar las mediciones

Si en todas las mediciones se verifican bajas resistencias, el fly-back presenta continuidad, pero la prueba no indica cortocircuitos. Si una de las mediciones o todas son altas o infinitas, entre esos puntos existe una interrupción del bobinado.

La resistencia más alta se mide entre el terminal de alta tensión y los demás terminales. Si se deja de lado el terminal de alta tensión y solamente se prueban los demás, las mediciones serán de bajas resistencias.

### Identificación de los bobinados

Además del bobinado primario y el de alta tensión, estos componentes poseen bobinados adicionales para proveer pulsos y/o tensiones a distintas etapas del equipo. Se debe medir la secuencia de las derivaciones a partir del terminal de alta tensión y anotar los valores. La colocación de estos valores en orden creciente indica su forma de conexión en el fly-back partiendo de la idea de que cuanto más distante del terminal de alta tensión esté la derivación, mayor será la resistencia (figura 26).

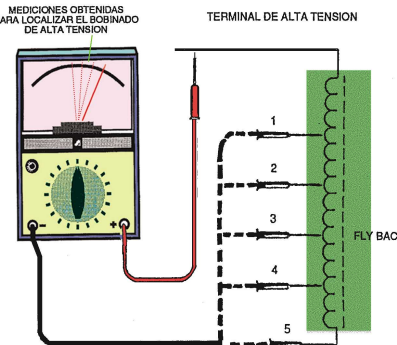


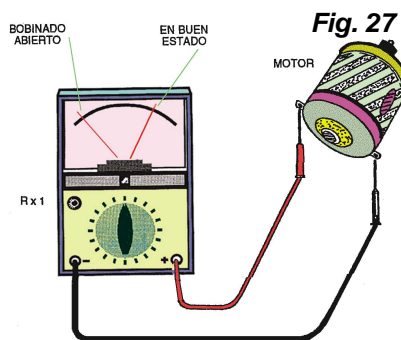
Fig. 26

### MEDICIÓN DE MOTORES

Muchos equipos electrónicos poseen motores de corriente continua para su funcionamiento, razón por la cual daremos una idea para la verificación de su estado.

Se pueden detectar interrupciones de la bobina o problemas de escobillas de pequeños motores de corriente continua, como los usados en tocadiscos, grabadores, compact disc, etc. Para efectuar la prueba se debe hacer lo siguiente:

- Coloque la llave selectora del multímetro en la escala más baja de resistencias:  $R \times 1$  o  $R \times 10$ .
- Ponga en condiciones el instrumento.
- Conecte las puntas de prueba del multímetro a los terminales del motor bajo prueba, el cual no debe estar alimentado.
- Debe hacer la medición de resistencias al mismo tiempo en que se gira con la mano el eje del motor tal como se ve en la figura 25.



**Fig. 27**

mo se muestra en la figura 27.

### Cómo interpretar las mediciones

Si la resistencia medida es baja para todo el giro del

eje del motor, con pequeñas oscilaciones durante el movimiento, el motor está en perfectas condiciones.

Si la resistencia medida es infinita o muy alta, el motor tiene la bobina abierta o existen problemas de escobillas. Si la resistencia oscila entre valores bajos e infinitos durante el movimiento, pueden haber inconvenientes de contactos internos en las escobillas, las cuales deben ser verificadas. Las bajas revoluciones o pérdida aparente de fuerza de un motor a veces puede ser debido a suciedad en el sistema colector y no a fallas eléctricas.

## MEDICIÓN DE RELÉS

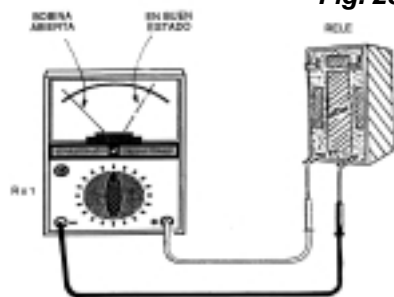
Para la medición de relés se pueden hacer varias pruebas tanto en la bobina como en los contactos, comenzaremos con la verificación del estado de la bobina.

### 1) Comprobando continuidad de la bobina.

Qué se debe hacer:

- Coloque la llave selectora del multímetro en la escala más baja de resistencias: R x 1 generalmente.
- Calibre el instrumento para la medición de resistencias.

**Fig. 28**



c) Conecte las puntas de prueba en los terminales de la bobina del relé, que debe estar fuera del circuito como se ve en la figura 28.

### Cómo interpretar las mediciones

Si la resistencia está entre 10 y 600Ω, la bobina del relé está en buen estado.

Si la resistencia es infinita o muy alta, la bobina del relé está cortada.

### 2) Comprobando el cierre de contactos.

Antes de realizar esta prueba se debe comprobar qué tipo de juegos de contactos posee el relé; puede tener un juego de contactos interruptores simples, contactos inversores, doble juego de contactos inversores, etc. En todos los casos debe realizar el siguiente procedimiento:

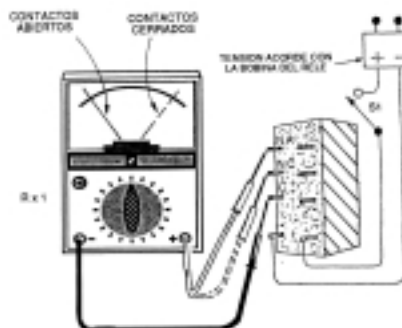
- Coloque la llave selectora en la escala más baja de resistencia: R x 1 generalmente.
- Calibre el instrumento para la medición de resistencias.

c) Arme el circuito de la figura 29 para que se produzca el disparo del relé con una fuente de alimentación adecuada.

d) Identifique los contactos a probar y conecte el multímetro.

e) Anote los valores de resistencia con la fuente desconectada y luego conectada.

f) Debe escuchar el chasquido que deben dar los contactos del relé en el momento de la conexión de la fuente, para poder efectuar las mediciones.



**Fig. 29**

### Cómo interpretar las mediciones

Para contactos NA -normal abiertos-, si la lectura antes del disparo es de alta resistencia, cayendo a cero cuando el relé cierra, el relé está bueno.

Para contactos NC -normal cerrados-, si la lectura antes del disparo es de baja resistencia, elevándose a infinito cuando el relé se dispara, el relé está bueno.

Si la resistencia no se altera con el cierre del relé, manteniéndose en valores muy altos o muy bajos tanto en la prueba de contactos NA como NC, el relé está defectuoso en sus contactos.

Un reed-relé, es una variante de un relé convencional, es un componente que cierra sus contactos cuando está delante de un campo magnético. Generalmente está constituido por dos hojuelas metálicas enfrentadas, encerradas al vacío o con gases inertes. Para la prueba haga lo siguiente:

- Coloque la llave selectora del multímetro en la escala más baja de resistencias: R x 1 generalmente.
- Calibre el instrumento para medición de resistencias.

cias.

c) Conecte las puntas de prueba, preferentemente con cocodrilos, a los terminales del reed-relé fuera del circuito.

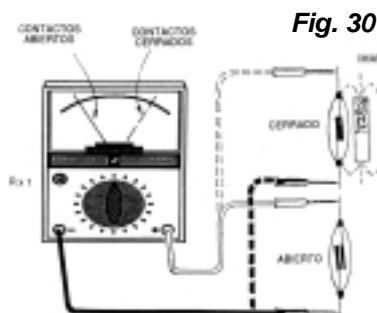


Fig. 30

das tal como se muestra en la figura 30.

### Cómo interpretar las mediciones

Si la resistencia es muy baja cuando el reed-relé se encuentra bajo la acción del imán y es infinita cuando está abierto, el componente está bien.

Si la resistencia es muy alta en las 2 pruebas, el reed-relé tiene problemas de contacto.

Si la resistencia es muy baja en las 2 pruebas, el reed-relé debe ser reemplazado.

Los reed-relé normalmente manejan corrientes muy pequeñas y se los fabrica también con contactos inversores. Las corrientes mayores de 500mA queman de los contactos.

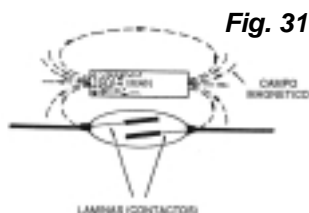


Fig. 31

En la figura 31, se muestra el modo de acción del campo magnético del imán sobre las láminas de un reed-relé para que ocurra el accionamiento ya que la posición de los polos del imán es importante.

### COMPROBACIÓN DE PARLANTES

Los parlantes poseen una bobina que se desplaza dentro de un campo magnético permanente provocado por un imán, cuando por ella circula una corriente eléctrica.

Una prueba estática de este componente consiste en medir el bobinado del parlante, que suele llamarse bobina móvil. Para verificar el estado de un parlante se debe hacer lo siguiente:

a) Coloque la llave selectora del multímetro en la escala más baja de resistencias: x 1 OHM .

b) Calibre el instrumento utilizando como óhmetro.

c) Conecte las puntas de prueba a los terminales del parlante, tal que quede fuera del circuito como muestra la figura 32.

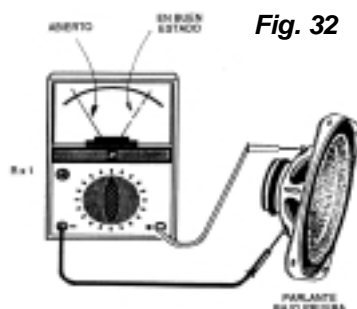


Fig. 32

### Cómo interpretar las mediciones

Si la bobina móvil presenta baja resistencia, el componente está presuntamente en buen estado, pero si hubiera un cortocircuito generalmente no puede ser detectado. Si la resistencia fuera infinita indica que la bobina está cortada. La medición no permite conocer la impedancia del parlante; esta última se expresa para frecuencias de 400kHz o 1kHz y tiene un valor mayor que la resistencia óhmica de la bobina. Para medir la impedancia de un parlante se debe aplicar una señal de 1000Hz y verificar cuál es la corriente que atraviesa al parlante. Dicha medición no se puede realizar con un multímetro común, ya que en general éstos no permiten la medición de corrientes alternas de alta frecuencia.

### MEDICIÓN DE UN LDR

Para medir este componente, haga lo siguiente:

a) Ponga la llave selectora del multímetro en la escala más alta de resistencias: x 1 k o x 10 k.

b) Calibre el óhmetro.

c) Conecte las puntas de prueba al LDR y cubra su superficie sensible para medir la resistencia en la oscuridad.

d) Coloque la llave selectora del multímetro en una escala intermedia de resistencias: x 10 o x 100 OHM.

e) Calibre el instrumento.

f) Permita que la luz ambiente incida sobre la superficie sensible y mida la resistencia según lo visto en la figura 33.

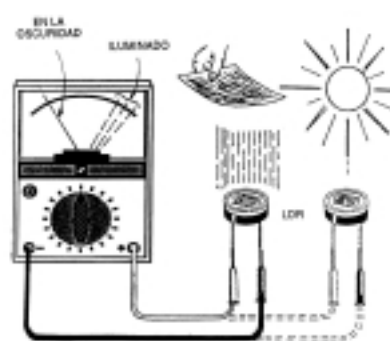


Fig. 33

### Cómo interpretar las mediciones

En la oscuridad, si la resistencia es superior a 100 k $\Omega$  indica que el LDR se encuentra en buen estado.

Con el componente iluminado, si la resistencia es inferior a 10 k $\Omega$  indica que el LDR se encuentra en buen estado.

Si la resistencia es alta, tanto en la oscuridad como iluminado, o existe una variación pequeña, indica que el LDR se encuentra defectuoso.

Si la resistencia es baja, tanto iluminado como en la oscuridad indica que el LDR se encuentra defectuoso.

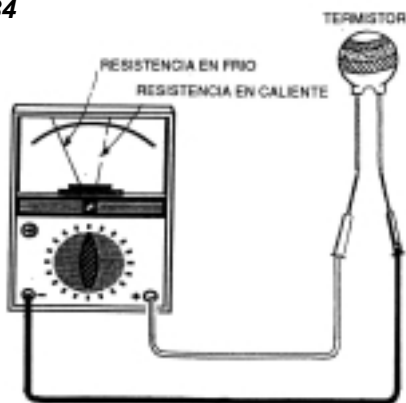
Para un LDR común, la variación de resistencia en el pasaje de luz a oscuridad debe estar en una proporción mayor de 50 a 1. Por ejemplo, un LDR común puede tener una resistencia de 1k $\Omega$  cuando está iluminado por una lámpara de 100W a 3 m de distancia, y una resistencia de 200k $\Omega$  en la oscuridad absoluta.

### MEDICIÓN DE TERMISTORES

Los termistores son componentes que varían su resistencia frente a cambios de temperatura. Los NTC son elementos cuya resistencia disminuye con el aumento de la temperatura.

- Coloque el multímetro en la escala más baja de medición de resistencias.
- Calibre el óhmetro.

Fig. 34



c) Mida la resistencia del NTC a temperatura ambiente.

d) Caliente ligeramente el NTC tomándolo entre los dedos y vuelva a medir su resistencia como vé en la figura 34.

### Cómo interpretar las mediciones

Si a temperatura ambiente la resistencia es aproximadamente el valor indicado en el componente, en principio

el NTC está bien. Si al tomarlo entre los dedos, se observa el movimiento de la aguja del multímetro, lo que indica variación de resistencia, entonces el NTC funciona correctamente.

Las resistencias a temperatura ambiente de los termistores comunes pueden variar entre algunos ohm hasta centenas de k $\Omega$  de acuerdo con el componente. Los termistores no pueden ser calentados en exceso. El máximo que se recomienda para una visualización de su acción es colocar el termistor a una distancia apropiada de un soldador caliente. En estas condiciones, el calentamiento servirá para verificar la variación de resistencia.

### MEDICIÓN DE FOTOCÉLULAS

Existen semiconductores que generan cargas eléctricas entre sus caras cuando sobre ellos incide luz; en otras palabras convierten energía lumínica en energía eléctrica. Las fotocélulas están dentro de este grupo y comúnmente generan una tensión entre sus bornes de 0,6 V por unidad; la capacidad de entregar corriente depende en gran medida del área sensible a la luz del componente.

a) Coloque la llave selectora del multímetro en la escala apropiada de tensión continua, según la cantidad de fotocélulas a medir.

b) Conecte la punta de prueba roja al terminal (+) de la fotocélula y la negra al polo (-).

c) Haga incidir luz intensa en la superficie sensible de la fotocélula tal como se vé en la figura 35.

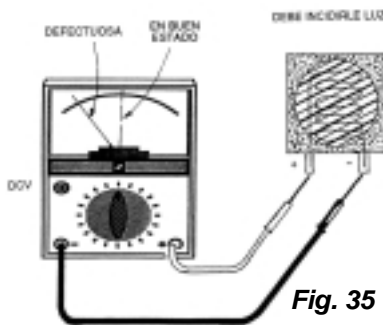


Fig. 35

### Cómo interpretar las mediciones

Si la tensión medida en las fotocélulas está cercana a 0,6 V para una sola célula, y proporcional a este valor, cuando están asociadas en serie, la o las fotocélulas están en buen estado.

Si la tensión es nula, por lo menos una fotocélula está defectuosa, en cuyo caso conviene medir cada uno de los elementos por separado.

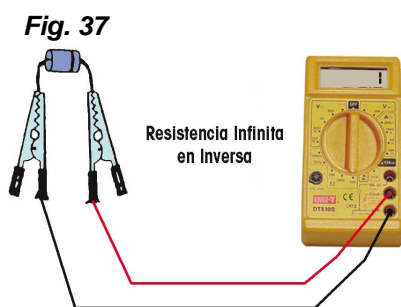
Para fotocélulas de silicio, la tensión es de alrededor de 0,6 V, pero otros materiales tendrán tensiones diferentes.



# Pruebas Especiales con el Multímetro

## PRUEBA DE DIODOS

Debemos recordar que los diodos son componentes que conducen la corriente en un solo sentido, teniendo en cuenta ésto, se pueden probar con un multímetro en la posición "óhmetro" ya que para hacer la prueba de resistores, por él circula una pequeña corriente que suministra



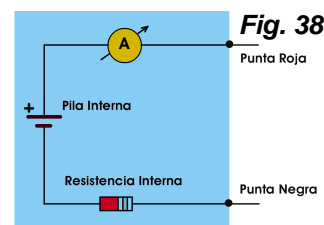
El instrumento se conecta al cátodo, la indicación debe mostrar una baja resistencia, mayor deflexión se conseguirá cuanto más grande sea el rango, según se indica en la figura 36.

En inversa el instrumento acusará alta resistencia. En teoría la resistencia inversa debería ser infinita, con lo cual la aguja del multímetro no se debería mover, como lo sugiere la figura 37, pero en algunos diodos, especialmente los de germanio, cuando se los mide en rangos superiores a  $R \times 100$  en sentido inverso, provocan una deflexión notable llegando hasta un tercio de la escala, lo cual podría desorientar a los principiantes creyendo que el diodo está defectuoso cuando en realidad está en buenas condiciones. Por lo tanto, para evitar confusiones la prueba de diodos debe realizarse en el rango más bajo del óhmetro tal que al estar polarizado en directa la aguja deflexione indicando baja resistencia y cuando se lo polariza en inversa la aguja del instrumento casi no se mueva, lo que indicará resistencia muy elevada. Si se dan estas dos condiciones, entonces el diodo está en buen estado y se lo puede emplear en circuitos.

Si la resistencia es baja en ambas mediciones, significa que el diodo está en cortocircuito, en cambio si ambas lecturas indican muy alta resistencia, es indicio de que el diodo está abierto. En ambos casos se debe desechar el componente.

La prueba es válida para la mayoría de los multímetros analógicos en los cuales el negativo del "multímetro" corresponde en serie con una batería y una resistencia limitadora.

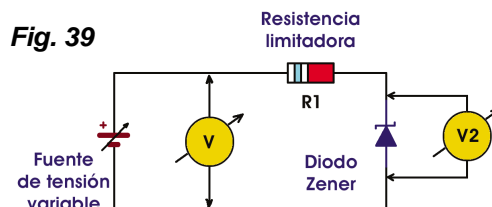
Cuando el terminal positivo del multímetro se conecta en serie con el ánodo del diodo bajo ensayo y el otro terminal del instru-



En los multímetros analógicos, la punta roja corresponde al negativo de la pila interna.

El método aplicado es igualmente válido para todos los diodos sin incluir los rectificadores de alta tensión empleados en televisores transistorizados, como por ejemplo diodos de potencia para fuentes de alimentación, diodos de señal, diodos varicap, diodos zener, etc., ya sean de germanio o de silicio.

Al hacer la prueba de un diodo zener, es necesario conocer la tensión de estabilización, para ello se emplea un circuito que requiere de una fuente de tensión variable cuya tensión sea mayor que la tensión de zener a medir, un resistor de unos  $330\Omega$  ó  $470\Omega$  y un par de multí-



tros empleados como volímetros tal como se indica en la figura 39. Haga lo siguiente:

1º) Arme el circuito de prueba asegurándose de ajustar la tensión de la fuente al valor mínimo posible, por debajo de la tensión del zener.

2º) Conecte la fuente.

3º) Aumente la tensión de la fuente mirando simultáneamente los dos volímetros, se verá que ambas mediciones son iguales, ya que no circula corriente por el zener y por lo tanto, no hay caída de tensión en el resistor de  $470\Omega$ , pues no se ha alcanzado la tensión de estabilización.



## Prueba de Transistores

4º) Lentamente se sigue aumentando la tensión hasta que aumente la indicación en V1 y permanezca constante la tensión en V2. Cuando esto ocurre V2 está indicando la tensión zener del diodo.

No se debe aumentar excesivamente la tensión de la fuente, ya que podría sobrepasarse la máxima corriente que soporta el zener ocasionando la destrucción del mismo.

### PRUEBA DE TRANSISTORES BIPOLARES

En general los transistores están en buen estado o no sirven, es muy raro que presenten condiciones intermitentes de funcionamiento, salvo que existan falsos contactos en los terminales o alguna anomalía media extra-

ña. Esta razón hace que la prueba de transistores sea sencilla con un óhmetro.

Para probar un transistor se debe conocer su polaridad, la ubicación de sus terminales y la polaridad del multímetro empleado como óhmetro. Convengamos de aquí en más que en el multímetro a usar como ejemplo, el terminal marcado con (+) corresponde al negativo de la batería interna.

Se deben comprobar primero las junturas base-emisor y base-colector del transistor los cuales se comportarán como diodos, es decir, cuando se polarizan en directa el instrumento debe acusar baja resistencia y en sentido inverso tendrá alta resistencia. Un transistor NPN, con la punta roja del óhmetro en el emisor y la punta negra en la base, debe indicar baja resistencia y con la punta roja en base y negra en emisor, la aguja no deflexionará indicando resistencia elevada. El multímetro debe ser empleado en la escala más baja de resistencia, tal como se muestra en la figura 40.

Con un sólo multímetro es suficiente, realizando las mediciones alternativamente. La prueba es válida tanto para transistores de silicio como de germanio.

El mismo procedimiento se emplea para los transistores PNP, las indicaciones que deben obtenerse se muestran en la figura 41.

Si la medición de una juntura indica baja resistencia en ambos sentidos, entonces dicha juntura está en cortocircuito. Si da una lectura de alta resistencia en las dos direcciones, la juntura estará abierta.

La última prueba consiste en medir la resistencia entre colector y emisor, la cual debe ser muy alta para cualquier conexión de los terminales al multímetro. Lo dicho se grafica en la figura 42.

En muchas ocasiones desconocemos cuales son los terminales de un transistor. El procedimiento que daremos es válido para cualquier transistor que funcione correctamente:

Primero identificamos la base, para ello con el multímetro en  $R \times 100$  colocamos una punta del multímetro en un terminal y con la otra punta tocamos alternativamente los otros dos. Hacemos esto con los tres terminales, la base será aquella en que la aguja haya deflexionado tanto si la restante punta del multímetro está en un terminal como en el otro.

Para entender mejor el procedi-

Fig. 40

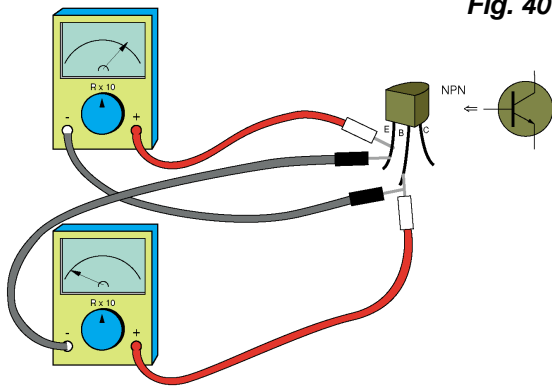


Fig. 41

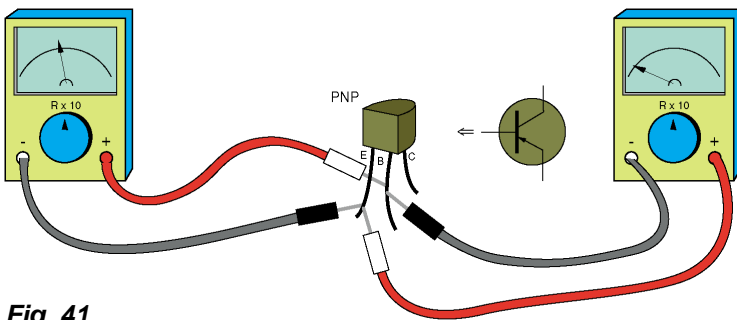


Fig. 42

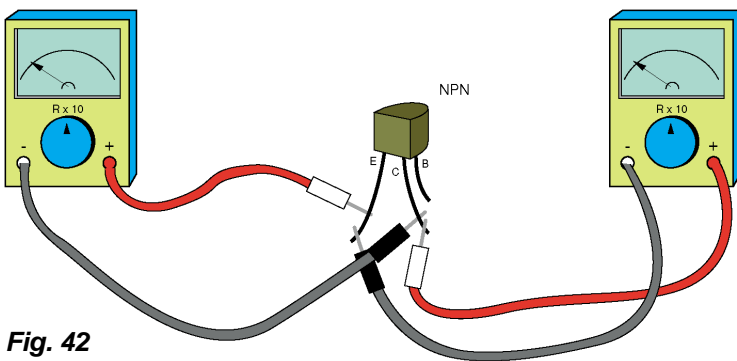


Figura 43

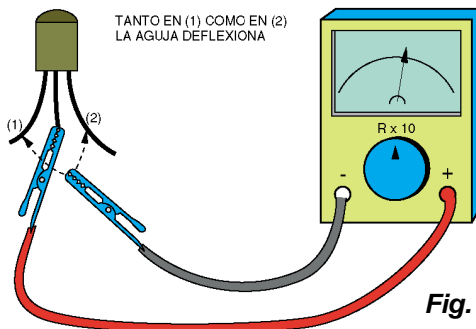
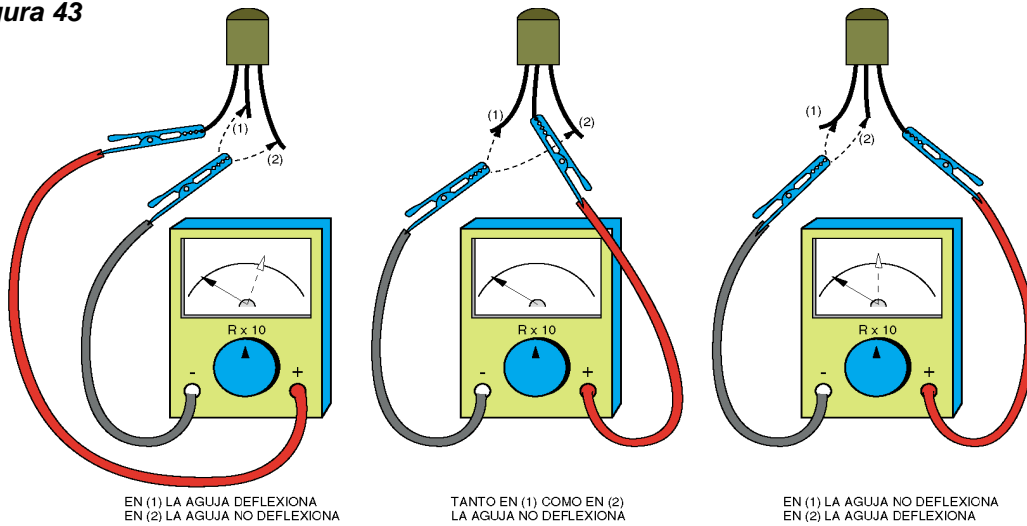


Fig. 44

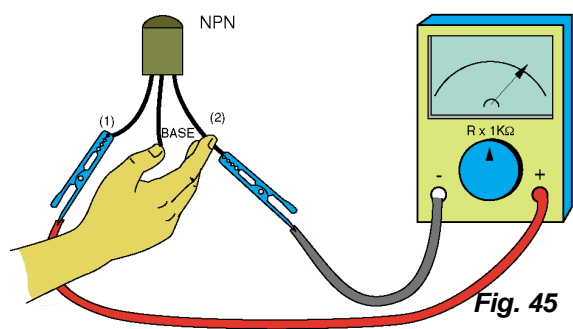


Fig. 45

miento, supongamos que el negativo (marcado "+" en el multímetro) es el que usamos para hallar la base y se presentan los casos mostrados en la figura 43.

Como en ningún caso de la figura la aguja deflexiona, invertimos las puntas del instrumento; es decir, buscamos la base usando como punto común al extremo positivo, tal como se muestra en la figura 44.

Una vez encontrada la base y, como en el ejemplo hizo falta colocar en ella la punta positiva para que haya deflexión cuando medimos con los otros dos terminales, el transistor es NPN. Si se hubiese encontrado la base teniendo en ella la punta negativa el transistor sería PNP.

Por medio del multímetro podemos localizar el emisor y el colector. Si conectamos el multímetro entre colector y emisor y, por ejemplo, una resistencia entre lo que creemos que es el colector y la base, entonces el transistor estaría polarizado en "polarización fija" y habría corriente de colector que sería acusada por la aguja del multímetro.

Como la resistencia de base debe ser de un valor alto, directamente podríamos utilizar los dedos de nuestra mano como si fuese la resistencia de polarización de la base. Para localizar los terminales, elegimos una patita

del transistor como emisor y la polarizamos como corresponde. Si ya sabemos que el transistor es NPN, ponemos la punta negativa (marcada "+" en el multímetro) en lo que supongo que es el emisor. La punta positiva la conectamos al supuesto colector y con los dedos de la mano polarizamos entre base y colector. El selector de escala debe estar en  $R \times 100$ , tal como se indica en la figura 45. Hecha la prueba, si la aguja deflexiona lo suficiente, el elemento elegido como emisor es realmente el emisor, en caso contrario será el colector.

Esta prueba es válida tanto para transistores NPN como PNP, respetando las polaridades.

Proponemos ahora el armado de un sencillo pero eficaz instrumento teniendo en cuenta lo que hemos aprendido hasta el momento. En este aparato con sólo colocar el componente bajo prueba en un zócalo y con el movimiento de una llave, sabrá de inmediato si el elemento está en buen estado o no.

La teoría de funcionamiento consiste en que el transistor bajo prueba es parte de un pequeño amplificador que hará circular una corriente de colector de unos 10mA a 15mA provocando el encendido de un diodo emisor de luz. Con una llave se cambia la polaridad de la batería pa-

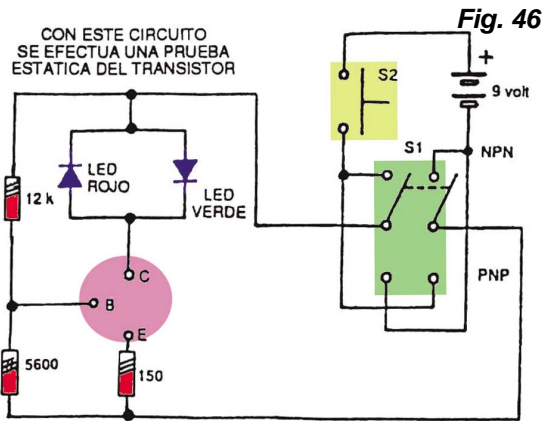


Fig. 46

el diodo está en cortocircuito y si no enciende ninguno es porque está abierto.

### PRUEBA DE TRANSISTORES UNIJUNTURA

Con el procedimiento que describiremos se puede determinar el estado general de un transistor unijuntura, tomando como base el tipo más común que es el 2N2646. Se puede detectar el estado del sustrato y de la juntura. Para probar el estado del sustrato se debe hacer lo siguiente:

a) Coloque el multímetro en la escala de resistencia  $R \times 10$ .

b) Calibre el multímetro como óhmetro.

c) Mida la resistencia entre las bases (B1 y B2) del transistor unijuntura, tal como se especifica en la figura 47.

Si el valor medido está entre  $2k\Omega$  y  $10k\Omega$ , el transistor unijuntura tiene el sustrato en buenas condiciones.

Si la resistencia detectada es infinita o muy alta, el sustrato está abierto.

Para verificar el estado de la juntura del transistor se debe proceder de la siguiente manera:

a) Coloque el multímetro en el rango  $R \times 10$ .

b) Calibre el óhmetro.

c) Mida la resistencia en sentido directo entre la base B1 o la base B2 y el emisor E.

d) Mida la resistencia en sentido inverso entre la base B1 o la base B2 y el emisor E.

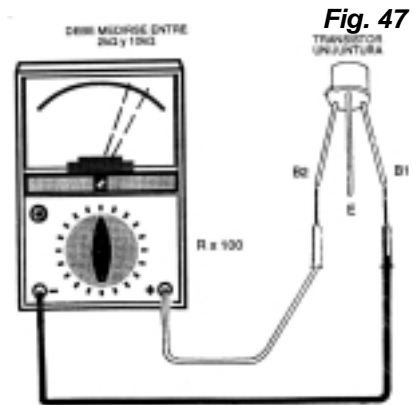
Si en inversa se mide una resistencia infinita y en directa una resistencia baja, el transistor está en buenas condiciones.

Si la resistencia en las 2 mediciones es alta o infinita, el transistor está abierto.

Si la resistencia en las 2 mediciones es muy baja, el transistor está en cortocircuito.

Como entre el emisor y el sustrato que une las bases existe una juntura que se comporta como un diodo común, se pueden seguir los mismos pasos de prueba que los explicados para estos elementos.

Si se desean identificar los terminales de un transis-



ra permitir la prueba de transistores NPN y PNP. La prueba se realiza presionando un pulsador, el circuito se muestra en la figura 46.

Los puntos B, E y C corresponden a la base (B), el emisor (E) y el colector (C) del transistor que se desea probar, ya sea de silicio o de germanio, NPN o PNP. Si el transistor es NPN, debe ubicarse la llave inversora en posición "NPN", luego se pulsa S2 y debe encenderse el LED verde. Luego se pasa la llave S1 a posición "PNP" y se vuelve a presionar S2 con lo que no se debe encender ningún LED.

Si luego de colocar el transistor en el zócalo (E, B y C respectivamente), colocar la llave inversora en posición NPN y presionar el pulsador no se enciende el LED puede ocurrir que el transistor esté abierto o que no sea NPN. Si al pasar la inversora a posición "PNP" y presionar S2 no se enciende el LED, entonces el transistor no "sirve" pues está abierto, en cambio si se enciende el LED rojo indica que se trata de un transistor PNP.

Si tanto para posición NPN como PNP de la llave inversora se encienden los LEDs verde y rojo respectivamente, entonces el transistor está en cortocircuito por lo cual no sirve.

La limitación fundamental de este probador está en la corriente de fuga o inversa que pueden presentar ciertos transistores (en especial de RF), lo que hará encender los dos LEDs aunque el componente esté en buen estado. En ese caso uno encenderá más que otro y en esos casos vale la destreza del técnico para saber reconocer la situación en que se encuentra.

Este práctico instrumento sirve también para verificar el estado de diodos conectando sus patitas a los terminales "C" (correspondiente a colector) y "E" (correspondiente a emisor). Al hacer la prueba, en una posición de la llave inversora deberá encender un LED y en la otra posición no debe encender ninguno. Si en ambas posiciones de S1 encienden los LED (rojo y verde alternadamente)

tor unijuntura, puede proceder de la manera que se explica a continuación:

- Coloque la llave selectora del multímetro en el rango  $R \times 10$ .
- Calibre el óhmetro.
- Mida la resistencia entre todos los terminales hasta encontrar dos en que el valor medido sea el mismo en sentido directo e inverso. Este par corresponde a las bases B1 y B2, "aún no identificadas individualmente". El tercer terminal es el emisor.
- Mida la resistencia directa entre el emisor y los 2 terminales restantes. La resistencia entre la base B1 y el emisor será mayor que la resistencia entre la base B2 y el emisor.

### MEDICIÓN DE TRIACS

Los rectificadores controlados de silicio (RCS) y Triacs son reles electrónicos, es decir, conducen luego de ser excitada la compuerta.

Los RCSs se comportan como diodos ya que conducen la corriente en un sólo sentido luego de aplicar una tensión positiva en compuerta respecto de cátodo durante un instante. Mientras circule una corriente entre ánodo y cátodo superior a la de mantenimiento, el componente permanecerá activo por más que haya desaparecido la corriente de disparo. Para que el RCS funcione, la tensión de ánodo debe ser positiva respecto de la de cátodo.

Los Triacs se pueden considerar como RCSs bidireccionales ya que se comportan como tiristores que conducen la corriente en ambos sentidos; ahora la excitación de compuerta podrá ser tanto negativa como positiva.

La prueba se limita a la verificación de la juntura compuerta (gate) - terminal principal 1 (MT1). Si el triac estuviera abierto o en corto, eventualmente podemos tener una idea, situaciones especiales no podrán ser detectadas. Para la prueba se deben seguir los siguientes pasos.

- Coloque la llave selectora del multímetro en el rango:  $R \times 1$  o  $R \times 10$ .
- Calibre el óhmetro.
- Mida la resistencia entre los terminales principales en sentido directo y en sentido inverso (MT1 y MT2), haciendo referencia al circuito de la figura 48.
- Mida la resistencia directa e inversa entre los terminales de compuerta (G) y principal 1 (MT1).

Si la resistencia entre los terminales principales en una de las mediciones o en las dos es baja, el triac está en corto. **Si la resistencia entre los terminales principales en las 2 medidas es alta, el triac, en principio,**

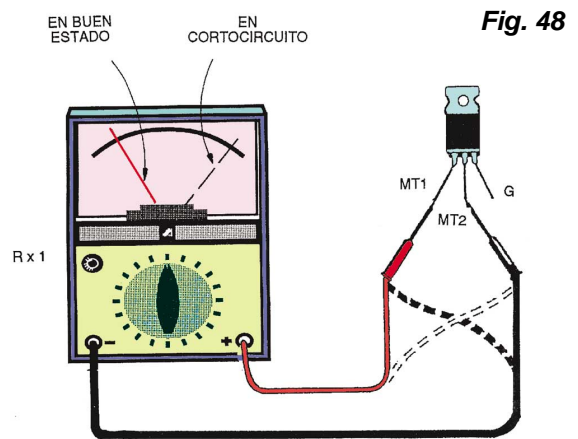


Fig. 48

**está bien.** Si la resistencia en una de las mediciones entre compuerta (G) y MT1 es baja y en la otra es alta, la compuerta está bien. Si en las 2 mediciones la resistencia entre G y MT1 es alta o baja, el triac puede estar abierto o en corto, respectivamente. Tenga en cuenta que en el mercado hay Triacs de distintas corrientes y potencias por lo cual aunque lo dicho pareciera indicar lo contrario, dos componentes que manejen la misma capacidad de corriente pueden no resultar equivalentes. Es muy común encontrar un resistor de  $1\text{ k}\Omega$  entre G y MT1 de un TIC 226 con lo cual se estandarizan sus características.

La resistencia directa entre G y MT1 de un TIC 226, en la escala  $R \times 1$  de un instrumento de sensibilidad  $50.000\Omega/V$  es del orden de  $60\Omega$ .

Los Triacs se pueden considerar como 2 RCSs en oposición conectados en paralelo, por lo tanto el comportamiento esperado para la prueba es semejante, debiendo ser observada una baja resistencia entre G y MT1 con polarización directa.

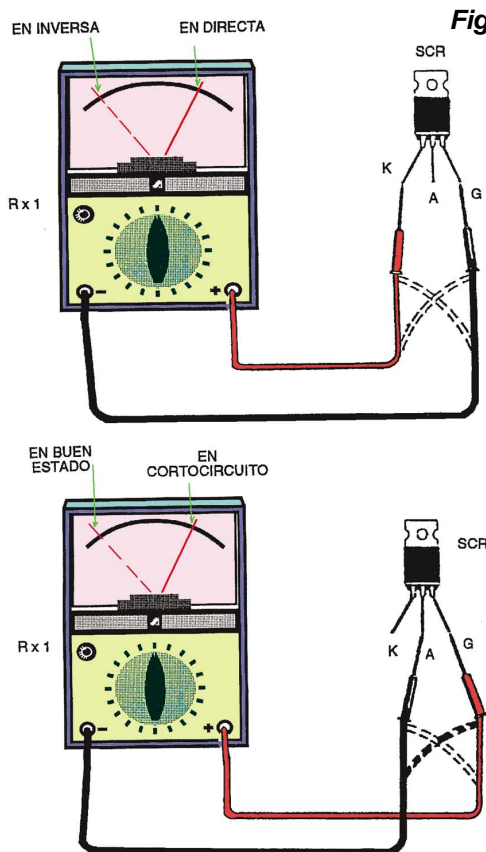
Como en general las corrientes de disparo son algo elevadas, variando entre  $15\text{mA}$  y varios cientos de  $\text{mA}$ , en ciertas ocasiones el multímetro no puede establecer condiciones de disparo.

### MEDICIÓN DE RCSs

Comencemos por indicar los pasos a seguir para la medición de las junturas:

- Coloque la llave selectora del multímetro en las escalas más bajas de resistencias:  $R \times 1$  generalmente.
- Calibre el óhmetro.
- Identifique los terminales del óhmetro y haga las siguientes mediciones de resistencias:

*Resistencia directa e inversa entre ánodo (A) y cátodo (K).*



**Fig. 49**

Resistencia directa e inversa entre cátodo (K) y compuerta (G).

Resistencia directa e inversa entre ánodo (A) y compuerta (G).

Los pasos mencionados se ilustran en la figura 49. La resistencia directa entre compuerta y cátodo debe presentar bajo valor. Todas las demás resistencias medidas deben ser altas. Si la resistencia entre ánodo y cátodo es baja, el RCS está en corto. Si la resistencia entre compuerta y cátodo es alta, el RCS está abierto.

En la escala  $R \times 1$  de un multímetro de 50.000  $\Omega/V$  la resistencia directa de la junta compuerta-cátodo tiene un valor comprendido entre 10 y 100  $\Omega$ ; para multímetros de otras sensibilidades es conveniente que realice pruebas previas con componentes en buen estado para asegurarse de los resultados obtenidos.

En muchas ocasiones es necesario conocer los terminales de un RCS, si no se tiene un manual de componentes apropiado, puede averiguarlo procediendo de la siguiente manera:

- Coloque la llave selectora del multímetro en la escala más baja de resistencias:  $R \times 1$  generalmente.
- Calibre el instrumento.
- Mida la resistencia entre terminales, tomándolos de

a 2 patitas hasta encontrar un par que tenga baja resistencia (100  $\Omega$  o menos). El terminal que quedó fuera de esta medición es el ánodo (figura 50). Los 2 terminales que fueron usados en esta medición son el cátodo (K) y la compuerta (G), sin poder identificarlos hasta el momento.

d) Coloque la punta de prueba positiva al terminal identificado como ánodo y la negativa en uno de los otros dos terminales. Cortocircuite momentáneamente los terminales que se cree que son compuerta y cátodo. El instrumento debe indicar baja resistencia.

e) Si al deshacer el cortocircuito, la aguja permanece en baja resistencia, o sea, el RCS se mantiene disparado, entonces el terminal que está libre es la compuerta (G).

f) Si al deshacer el cortocircuito, la aguja vuelve a indicar alta resistencia, entonces el terminal libre es el cátodo. Para asegurarse conéctele la punta de prueba negativa y rehaga la prueba para comprobar el disparo. Debe ocurrir lo indicado en el ítem e).

Una vez encontrada la baja resistencia, el terminal sobrante es el ánodo.

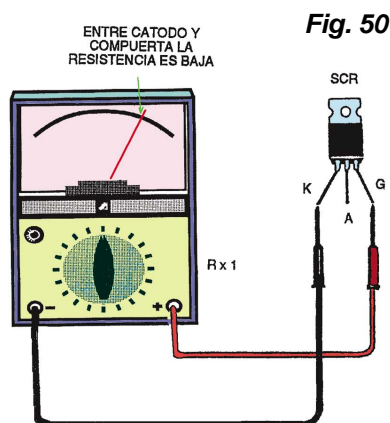
Conectamos la punta positiva al ánodo y la negativa al supuesto cátodo. Si esto es correcto, el dispositivo se disparará. Si no se consiguiera el disparo de ningún modo, el RCS puede no tener características que permitan la prueba, o podría ocurrir que esté defectuoso.

Si bien la disposición de los RCSs más comunes, como los de la serie 106, es bien conocida, pueden aparecer otros tipos con configuraciones diferentes. En estos casos, se puede aplicar la prueba de identificación anterior, ya que son de pequeñas dimensiones y sus corrientes de disparo también son bajas.

### PRUEBA DE TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO (FET)

Para probar los transistores de efecto de campo se sugiere seguir los siguientes pasos:

- Coloque la llave selectora del multímetro en la es-



**Fig. 50**



cala más baja de resistencias:  $R \times 1$  generalmente.

b) Calibre el instrumento.

c) Identifique los terminales del FET y haga las siguientes mediciones:

Mida la resistencia directa e inversa entre drenaje (D) y fuente (S).

Mida la resistencia directa e inversa entre compuerta (G) y drenaje (D).

Cuando la resistencia directa e inversa entre drenaje y fuente son del mismo orden, alrededor de  $200 \Omega$  para el **MPF102** y valores próximos para otros tipos, el canal tiene continuidad (figura 51).

Cuando la resistencia entre compuerta (G) y drenaje (D) polarizadas directamente, es del orden de  $60 \Omega$  o menos e infinita con polarización inversa, el FET tiene la juntura G-D en buen estado. Caso contrario el FET está defectuoso. Si la resistencia entre drenaje y fuente es muy alta o infinita, el transistor está abierto. Si la resistencia es muy baja o nula entre compuerta y drenaje (con polarización directa e inversa), el transistor tiene elevadas fugas o está en cortocircuito. Con estas pruebas, también se puede determinar si el FET es de canal N o canal P, para ello tenga en cuenta lo siguiente:

a) Si la resistencia de la juntura compuerta-drenaje es baja con polarización directa (polo (+) a G y polo (-) a D), el FET es de canal N.

b) Si la resistencia de la juntura compuerta-drenaje es alta con polarización directa (polo (+) a G y polo (-) a D), el FET es de canal P.

Para identificar los terminales del dispositivo proceda de la siguiente manera:

a) Coloque la llave selectora del multímetro en el rango menor de resistencias:  $R \times 1$  ó generalmente.

b) Calibre el instrumento.

c) Mida las resistencias en sentido directo e inverso de los terminales. Si se encuentra un par en el que la resistencia directa e inversa es la misma, el tercer terminal, es decir, el que no se usó en esta prueba, es la compuerta.

ta (G). Los otros 2 terminales corresponden a drenaje (D) y fuente (S). En FETs, como el MPF 102, estos terminales son intercambiables, ya que se pueden invertir sin inconvenientes en la mayoría de las aplicaciones. Si en un circuito el funcionamiento no fuese el esperado, basta con efectuar la inversión de los terminales. Para efectuar las pruebas mencionadas puede referirse a la figura 52.

Como los FETs son sensibles a las descargas estáticas de tensiones

elevadas que pueden dañarlos, en las pruebas no se los puede tomar con las manos directamente si trabaja sobre alfombras o usa zapatos de suelas aislantes, ya que las suelas aislantes acumulan cargas estáticas en el cuerpo de la persona, las cuales pueden dañar el componente.

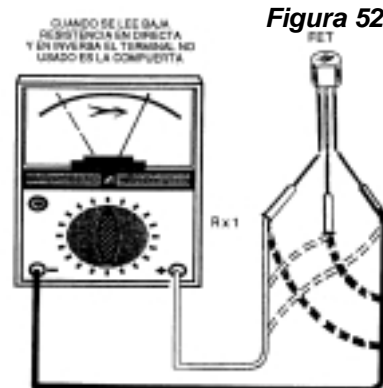
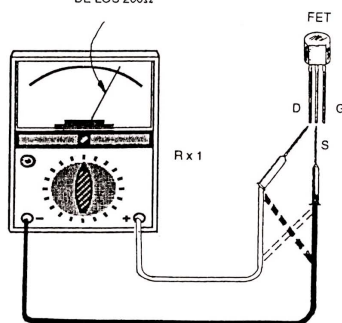


Figura 52

### Prueba de Fototransistores

Un fototransistor es un transistor bipolar que normalmente conduce cuando se le hace incidir luz. Para la prueba de las junturas se debe seguir el mismo procedimiento explicado para transistores bipolares. Sin embargo, cuando el componente tiene sólo dos terminales es porque la base es directamente el componente fotosensible (generalmente son tipo NPN). En ese caso se debe polarizar bien el transistor con el téster (punta roja a colector y punta negra a emisor) y al hacer incidir luz sobre el componente la aguja deberá indicar una resistencia menor.

ENTRE DRENAJE Y FUENTE  
LA RESISTENCIA ES DEL ORDEN  
DE LOS 200Ω



EN INVERSA EN DIRECTA

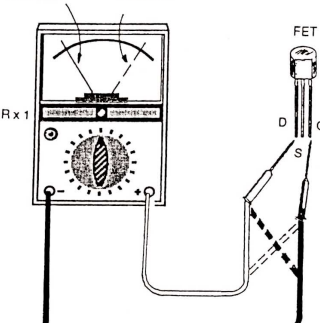


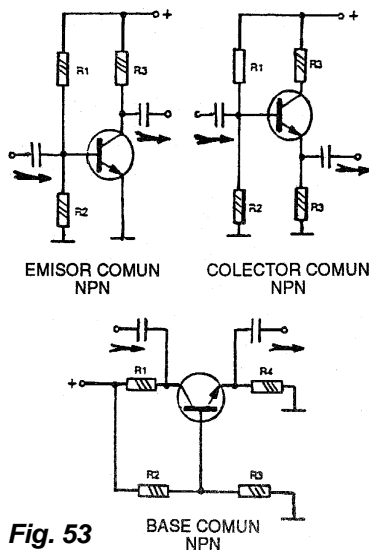
Figura 51

### MEDICIONES DE TENSIÓN EN ETAPAS CON TRANSISTORES BIPOLARES

Damos en la figura 53 las configuraciones básicas que puede adoptar un transistor bipolar para poder entender mejor como se realizan las mediciones. En las configuraciones básicas como las mostradas en la figura se deben cumplir las siguientes relaciones:

Para transistores NPN:

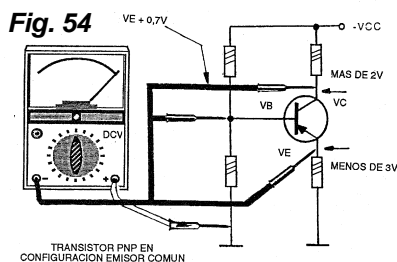
a) La tensión de colector debe ser



**Fig. 53**

mos la punta de prueba negra del multímetro para efectuar todas las mediciones. Por lo tanto, con el multímetro debemos realizar las mediciones entre pares de componentes. Los resultados pueden ser los siguientes:

### a) Transistor NPN (figura 54)



Si la tensión de base es menor que la de colector, es correcto.

Si la tensión de emisor está 0,6 V debajo de la tensión de base para transistores de silicio y 0,2 V para transistores de germanio, el circuito está funcionando normalmente. Si la tensión de colector es igual a la de base, el transistor está en cortocircuito entre base y colector. Si la tensión de base es igual a la de emisor, el transistor está en cortocircuito entre base y emisor. Si la tensión de colector es igual a la de la fuente, el transistor está abierto entre colector y emisor. Si la tensión de base es superior a la de emisor en 0,6 V ó 0,2 V para los transistores de germanio, el transistor está bien.

En el caso de que la tensión de base sea anormalmente alta, se deben verificar los componentes de polarización, pues si estuvieran abiertos puede ocurrir que estas condiciones sean alteradas.

El resistor de polarización de emisor, que tiene un valor normalmente bajo, hace que la tensión sobre este ele-

mento sea típicamente de 0,5 a 10 V, según el circuito. Si se abre este resistor, se eleva la tensión de emisor y también la de colector a valores próximos a la de la fuente de alimentación.

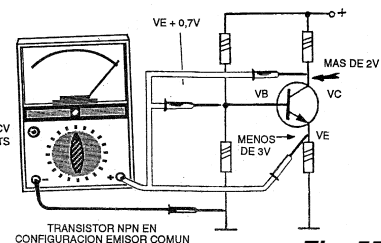
b) La tensión de base debe ser 0,2 V o 0,6 V mayor que la tensión de emisor.

c) La tensión de emisor debe ser la menor que todas. Los valores a medir se toman con relación al negativo de la fuente (0V) donde conecta-

### b) Transistor PNP (figura 55)

Si la tensión medida en el colector está entre -5 V y la tensión de la fuente, la etapa está funcionando normalmente.

Si la tensión de base es mayor que la de colector y menor que la de emisor, el transistor está bien.



**Fig. 55**

Si la tensión de colector es igual a la de emisor, el transistor está en cortocircuito entre el colector y el emisor. Si la tensión de base es igual a la de emisor, el transistor está en cortocircuito entre la base y el emisor. Si la tensión de colector es muy alta (próxima a la de la fuente), el transistor está abierto. Recuerde que en este caso la tensión de colector es negativa respecto de masa. Si la tensión de base es anormal, o sea, muy inferior a la de emisor, el transistor está abierto entre base y emisor.

## MEDICIONES EN ETAPAS CON TRANSISTORES UNIJUNTURA

El transistor unijuntura se usa en aplicaciones generales de disparo, como generador de pulsos y en circuitos de temporización, entre otras aplicaciones. La frecuencia de trabajo puede variar desde 1Hz hasta varios MHz. El transistor unijuntura tiene una sola juntura PN y 3 terminales (base 1, base 2 y emisor). Las características eléctricas más importantes se refieren a lo que ocurre entre el emisor y la base 1. El transistor unijuntura conduce corriente entre estos terminales cuando la tensión entre ellos alcanza un valor máximo conocido como tensión pico ( $V_p$ ). A partir de allí el transistor presenta una resistencia negativa (la corriente aumenta para disminuciones en la tensión) hasta llegar a una tensión mínima llamada tensión de valle ( $V_v$ ).

### Medición de la tensión de emisor de un oscilador de relajación (figura 56)

Si la aguja oscila, subiendo y bajando a una frecuencia igual a la del oscilador (entre 0, 1 y 1Hz), el oscilador

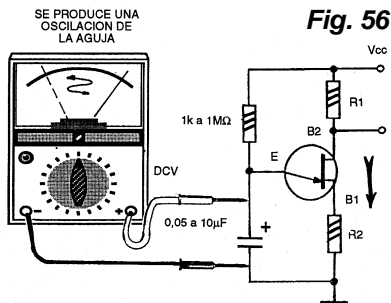


Fig. 56

momento del disparo, el circuito oscila normalmente.

Si la aguja indica una tensión aproximadamente entre el 30 y el 60% de la tensión de alimentación en los osciladores de más de 10Hz, el oscilador probablemente está bien pero exige más pruebas.

Si la aguja indica tensión nula, hay problemas con el transistor o el capacitor de oscilación.

Si la medición indica tensión mayor del 60% de la tensión alimentación, hay problemas con el transistor.

Si no hay oscilación de la aguja en circuitos de baja frecuencia, hay problemas con el transistor o los elementos polarizadores.

Las pruebas son válidas para transistores del tipo 2N2646 o equivalentes en la configuración convencional como osciladores de relajación con valores del resistor de base B2 entre 0 y 1kΩ, o el de la base B1 entre 0 y 470Ω y el de control de tiempo que actúa como carga del capacitor, inferior a 1MΩ.

En los temporizadores en que el capacitor puede tener valor muy alto y el resistor de tiempo también, la introducción del multímetro en el circuito debe realizarse por medio de un divisor de tensión que impide el disparo. Así, la prueba de este circuito de la manera indicada debe hacerse solamente en circuitos con resistores de valores bajos, preferiblemente inferiores a 100 KΩ, para que la oscilación o subida de la aguja pueda ser detectada.

### MEDICIONES DE TENSIONES EN ETAPAS CON FETS

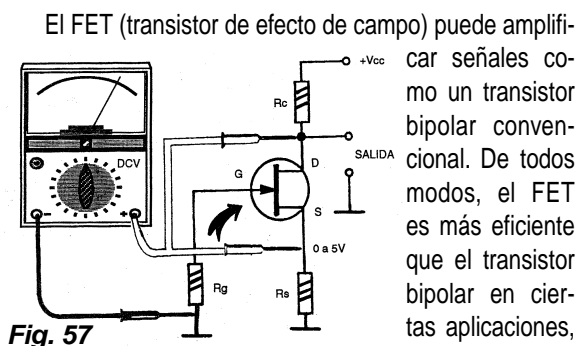


Fig. 57

funciona correctamente. por ejemplo, en amplificadores de RF y en mezcladores, debido a su bajo factor de ruido.

Si la aguja sube lentamente partiendo de cero, al conectar el circuito hasta alcanzar el máximo en el mo-

Arme el circuito mostrado en la figura 57 y mida las tensiones de drenaje (D) y fuente (S).

Si la tensión de drenaje (VD) es mayor que la tensión de fuente (VS) el transistor está funcionando correctamente. Si la tensión de drenaje (VD) es igual a la tensión de la fuente (VS) el transistor está en cortocircuito.

### Medición de Tensiones en Etapas con SCRs

Tanto en CC como en CA, los tres parámetros más importantes a medir en un SCR son:

- Tensión de bloqueo (VDRM o VRRM).
- Corriente eficaz de conducción.
- Corriente de compuerta (IGT).

En corriente continua efectúe la lectura de tensión en la condición de circuito sin disparo y circuito disparado según el procedimiento descrito en la figura 58.

Si la tensión medida es de 2V con el SCR disparado y próxima

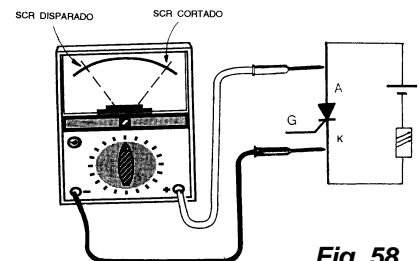


Fig. 58

a la tensión de alimentación en la condición de desconexión, el SCR está operando correctamente. Si la tensión es nula o inferior de 2V en las dos condiciones, el SCR está en cortocircuito. Si la tensión es cercana a la de la fuente de alimentación en las dos condiciones, el SCR está abierto.

El disparo forzado se puede realizar con facilidad, por ejemplo, en los SCRs del tipo 106 (C 106, MCR 106, TIC 106, etc) el disparo se puede hacer con la conexión momentánea de un resistor de 10k Ω a 100 K Ω entre VCC y compuerta. Si con la conexión de este resistor no hubiese disparo, probablemente el SCR está con problemas.

En CA mida la tensión en las diversas condiciones de funcionamiento del aparato a saber:

- 1) Mínimo y máximo para controles de potencia.
- 2) Disparo y no disparado para circuitos tipo "sí o no" (como llave interruptora).

Si en los circuitos de control de potencia de media onda la tensión varía entre un 50% y un 100 % de VCA, el componente debe funcionar correctamente. Si en los circuitos de control de potencia de onda completa, la tensión varía entre un 1 % de VCA y un 100% de VCA, el

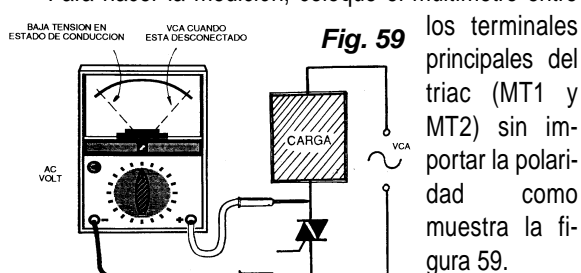
control está bien. Si en los circuitos tipo “sí o no” la tensión es un 50 % de VCA en la condición de disparado (media onda) y 100% de VCA en la condición de no-disparado, el circuito está correcto. Si en los circuitos tipo “sí o no” la tensión está cerca de cero en la condición de disparado (onda completa) y 100% de VCA en la condición de no-disparado, el circuito debe funcionar correctamente. Si la tensión no varía en el disparo en los controles, tipo “sí o no”, quedando en torno de VCA, el SCR está abierto o con problemas de disparo. Si la tensión es nula, no variando en los controles de potencia y en los circuitos tipo “sí o no”, el SCR está en cortocircuito.

### MEDICIÓN DE TENSIONES EN ETAPAS CON TRIACS

Los triacs son como los tiristores pero que conducen en los dos sentidos, en los cuales una sola fuente de disparo activa al semiconductor para que conduzca la corriente de carga en cualquier dirección. Por no necesitar un rectificador puente para manejar la onda completa alterna, los triacs son útiles en aplicaciones de potencia que requieren una capacidad máxima de control de la potencia de la fuente a aplicar en la carga. Los triacs se emplean en conmutadores de potencia, reguladores de iluminación de lámparas, en controles de velocidad de motores, etc.

Por las características mencionadas los triacs se usan sólo en circuitos de corriente alterna. Como son dispositivos de onda completa, para su análisis podemos tener en cuenta el procedimiento de los SCR en la configuración de onda completa, es decir, en la conducción tenemos una tensión de 2 volt típicamente sobre el componente y en la no-conducción la tensión de línea.

Para hacer la medición, coloque el multímetro entre



los terminales principales del triac (MT1 y MT2) sin importar la polaridad como muestra la figura 59. Si la tensión es del orden de la tensión de la red en la condición de desconectado (no disparado) o mínimo (control de potencia), el triac está en buen estado. Si la tensión es cercana a 2 V en la condición de conexión o disparado (máximo para control de potencia), el triac está bien. Si no tiene tensión o la misma es muy baja (en todas las condicio-

nes), el triac está en cortocircuito. Si la tensión está cerca de la tensión de la red en todas las condiciones, el triac está abierto o defectuoso. Para simular el disparo se puede hacer la conexión de un resistor entre compuerta y la tensión de red, pero se debe tener en cuenta la corriente mínima necesaria para la conmutación. Para los triacs del tipo TIC 226 por ejemplo, ésta corriente es del orden de 20 mA, lo que exige resistores de valores relativamente bajos (normalmente menores de 1k $\Omega$ ).

Si al desconectar la compuerta de un triac, la tensión entre los terminales principales se mantiene baja, significa que el triac está en cortocircuito.

### Medición de Tensiones en Etapas con Circuitos Integrados

Los circuitos integrados digitales son los más usados, principalmente en computadoras. Los circuitos integrados lineales o analógicos, se usan en circuitos amplificadores, en reguladores y en un sin número de aplicaciones.

Para la detección de fallas normalmente se puede usar el multímetro por ejemplo, para la medición de tensiones, si es que se dispone del circuito esquemático del aparato con los valores de tensiones que deben tener en condiciones normales de operación.

Lo dicho es válido en el caso de radios, amplificadores y otros aparatos, debiendo ser prevista siempre la eventual alteración de tensión por componentes defectuosos en la polarización y acoplamiento.

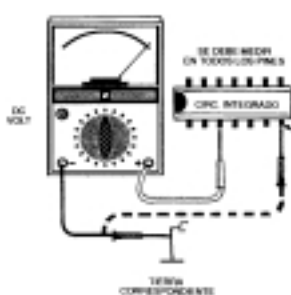


Fig. 60

Teniendo en cuenta que la resistencia baja del multímetro en escalas de tensión, puede afectar los valores leídos, muchos fabricantes indican para que tipo de instrumento es válida la lectura de los valores indicados. Las lecturas corresponden normalmente a tensiones continuas y en general son especificadas para circuitos sin señal. Los pasos a seguir en la medición de tensiones son importantes para el análisis del funcionamiento. Debe seguirse la siguiente secuencia:

Los pasos a seguir en la medición de tensiones son importantes para el análisis del funcionamiento. Debe seguirse la siguiente secuencia:

- Medición de la tensión de alimentación.
- Medición de la tensión del terminal de tierra.
- Medición de la tensión en los demás terminales.

Si las tensiones son normales o con diferencias menores que el 10% del valor previsto, el integrado está en óptimas condiciones (figura 60). Si las tensiones son anormales, verifique los componentes cercanos antes de atribuir la falla al integrado. Si la tensión de alimentación es nula, verificar la fuente de alimentación o el mismo integrado.

### COMPROBACIÓN DE FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Las fuentes típicas poseen tensiones que van de 1,5 a 60 V (algunos amplificadores pueden llegar a 100 V o más) y la corriente varía entre algunos mA hasta 8 o 10 A para los amplificadores de potencia, fuentes y transmisores.

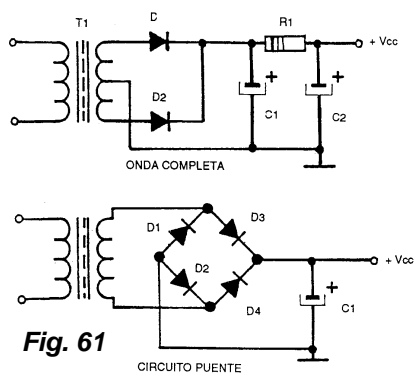


Fig. 61

En una fuente de onda completa (figura 61), si la tensión es la esperada, la fuente está bien. Si la tensión es superior a la normal, es porque la fuente no tiene conectada una carga, o sea, la medición de la tensión de salida es a circuito abierto, y eso ocurre si la fuente no tiene regulador de tensión. Si la tensión es muy baja o nula, existen componentes defectuosos que deben ser debidamente comprobados.

Se pueden hacer algunas pruebas estáticas a saber: si la resistencia del primario del transformador es baja (entre 100Ω y 10kΩ), el bobinado está en perfectas condiciones. Si la resistencia del primario es infinita o muy grande, entonces, el bobinado está abierto. Si la resistencia de salida es muy alta en un sentido y baja en el otro, verifique los capacitores los cuales pueden tener fugas excesivas u otras anomalías. Si la resistencia de salida es muy alta o infinita en los dos sentidos, el diodo está abierto, el secundario del transformador está abierto o el resistor abierto. Si la resistencia es muy baja o nula en los dos sentidos, el diodo o el capacitor de filtro están en cortocircuito.

Para las fuentes que tienen reguladores con diodo zener, cuya configuración más común es la mostrada en la figura 62, sobre el zener debe medir la misma tensión del elemento. Si la tensión medida es igual a la tensión del

zener, pero la salida no es la esperada, verifique los otros componentes de la etapa comenzando por el transistor. Si la tensión es

nula o muy pequeña, el diodo zener está en cortocircuito o el resistor en serie con el mismo está abierto, o hay un cortocircuito en la salida de la fuente. Si la tensión es anormal, el diodo zener está abierto o con problemas. Por ejemplo, una tensión inferior a la esperada indica una sobrecarga del circuito que no está regulando. Una tensión muy baja en la entrada de la etapa puede ser causa de una caída de tensión. Una corriente excesiva en la carga hace que la tensión del zener caiga por debajo del valor en que puede regular.

### Prueba del transistor regulador

Mida la tensión de colector, emisor y base del transistor bajo prueba según se ejemplifica en la figura 63.

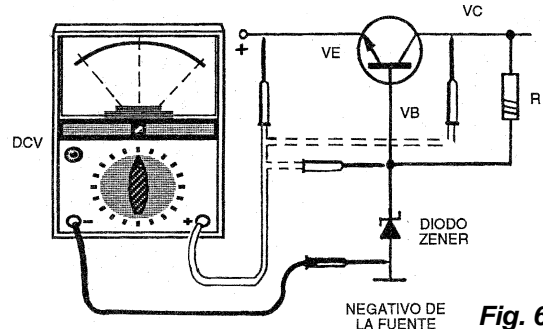


Fig. 63

Si la tensión medida en colector es igual a la de la etapa rectificadora, la tensión de emisor es igual a la esperada en la salida y la tensión medida en base es 0,6 V superior a la tensión de salida y casi igual a la del zener, entonces, la etapa está bien. Si la tensión de colector es igual a la de emisor sin importar la tensión medida en la base, existe cortocircuito entre el colector y el emisor. Si la tensión de emisor es nula, la tensión de base es igual a la del zener y la tensión de colector es alta, el transistor está abierto entre la juntura emisor-colector.

En un circuito de la figura 64, en el que tenemos dos transistores en el regulador, podemos utilizar el mismo razonamiento. En este caso la tensión de salida será aproximadamente 1,2 V menor que la tensión del zener. Si la tensión de emisor es igual a la de la etapa rectificadora, el transistor está en corto, y si la tensión de emisor es nu-



la, el transistor está abierto. En el caso de fuentes de alimentación con tensiones variables, en las que existe un potenciómetro, la tensión del cursor en el máximo recorrido debe ser igual a la tensión del zener. Si eso no sucede, se debe verificar el resistor en serie con el diodo zener (valor muy alto o abierto) o incluso el mismo potenciómetro.

### Prueba del regulador integrado.

Mida la tensión antes y después del regulador integrado. Si el regulador es positivo como los del serie 78xx, debemos colocar la punta negra a tierra y utilizamos la roja para efectuar las mediciones. Para reguladores negativos como los de la serie 79xx, debemos invertir las pun-

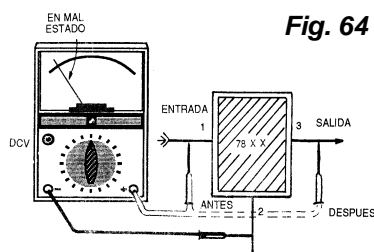


Fig. 64

tas de prueba. El procedimiento mencionado se muestra en la figura 64.

Si la tensión del rectificador es normal y la tensión de salida es

nula, significa que el integrado está defectuoso o existe una carga excesiva. Haga la prueba nuevamente sin carga, desconectando el terminal de salida. Si el resultado continúa, el integrado realmente está defectuoso.

Si la tensión de entrada es igual a la de salida, el integrado está en cortocircuito o los componentes pasivos accesorios están en mal estado. Si la tensión de entrada es igual a la obtenida en el rectificador y la tensión de salida es normal, el integrado está en buen estado. Las pruebas deben ser realizadas con la carga normal del integrado. En caso de diodos como rectificadores, desconecte el terminal de salida del integrado y repita la prueba. Otro procedimiento consiste en simular una carga con un resistor que ocasione una corriente del 10 al 50% de la corriente máxima que debe entregar el integrado.

### MEDICIONES EN ETAPAS DE AUDIO CON EL MULTÍMETRO COMO INSTRUMENTO BÁSICO

#### a) Verificación de la presencia de señales de audio.

a) Coloque la llave selectora del multímetro en la escala apropiada de tensión alterna. Para el caso de preamplificadores, generadores del audio, o mezcladores en la escala más baja y en una escala de 3 a 5 V para amplificadores de audio de pequeña y media potencia.

b) Coloque el multímetro en la salida de audio o punto en que se desea verificar la presencia de señal. Tenga

en cuenta que en los amplificadores debe sustituirse el alto parlante por un resistor de carga de 8 a 10  $\Omega$ .

c) Aplique una señal de amplitud constante en la entrada si fuera un am-

plificador, mezclador o preamplificador, preferiblemente entre 400 y 1000Hz con intensidad capaz de excitar el circuito, según muestra la figura 65.

d) Mida la tensión de salida.

Si la señal de entrada es senoidal, tendremos la lectura del valor eficaz de la tensión de salida. Para valores inferiores a 500mV hay que considerar la característica alinear del diodo del multímetro, que impide que el valor leído sea real. Si la señal es rectangular, tendremos el valor medio de salida en la lectura. Para tensiones de salida inferiores a 300 mV no hay lectura pero eso no significa que el circuito no funciona pues, el diodo del multímetro no llega a estar polarizado correctamente.

#### b) Cómo medir la potencia de un amplificador

Para explicar las mediciones, nos referimos a potencia continua. Además del multímetro, se necesita un generador de señales conectado a la entrada del amplificador y un resistor de carga de 4 a 10  $\Omega$  x 10W que sustituya al parlante. Monte el esquema de la figura 66.

a) Coloque el generador de audio en la entrada del amplificador, ajustado para máximo volumen. La frecuencia del oscilador debe estar entre 500 y 1000 Hz.

b) Coloque la carga a la salida.

c) Coloque el multímetro (en una escala de tensión que permita leer valores entre 1 y 20V) en paralelo con los resistores (tensión alterna).

d) Coloque el amplificador y mida la tensión con el multímetro para la señal aplicada.

La potencia será:  $P = V^2/R$

*Lo dado hasta aquí es sólo una pequeña muestra de todo lo que puede hacer con el multímetro, tanto analógico como digital, en futuras entregas explicaremos otros procedimientos. ☆*

Fig. 65

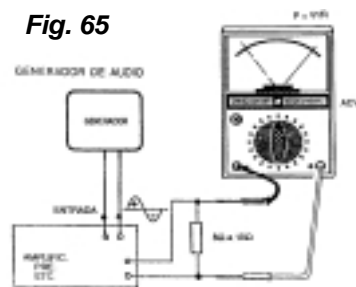


Fig. 66

