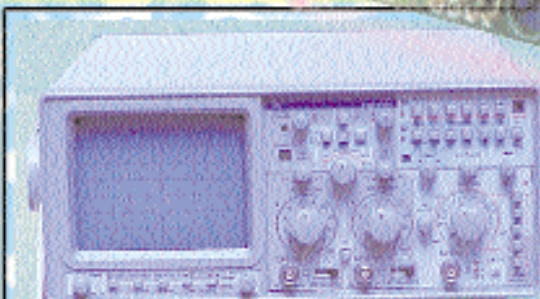


Mediciones en Circuitos Transistorizados

8

El Mundo de la **Electrónica**

TV
AUDIO
VIDEO
MICROPROCESADORES



Instrumentos para Corriente Continua



ES UNA EDICION ESPECIAL DE

SABER
EDICION ARGENTINA
ELECTRONICA

Bricolage

Fuente de Alimentación Para el Taller con Control de Sobrecarga



Enciclopedia Visual de la Electrónica

INDICE DEL CAPITULO 8

INSTRUMENTOS PARA CORRIENTE CONTINUA

Instrumentos analógicos	115
Funcionamiento de algunos instrumentos analógicos	117
Empleo como amperímetro	117
Empleo como voltímetro	118
Ohms por volt en los voltímetros de continua	118
Causas de errores en las mediciones	118
Las puntas de prueba	120
Puntas pasivas	120
Puntas activas	121

MEDICIONES EN CIRCUITOS TRANSISTORIZADOS

a) apertura de los circuitos de polarización	122
b) apertura de los elementos del transistor	122
c) entrada en corto de los elementos del transistor	122

d) entrada en corto de elementos de acoplamiento de la etapa	123
--	-----

EL SURGIMIENTO DE LA TV

Qué es la televisión	124
El televisor despliega señales eléctricas	125
Orígenes de la televisión	125
Se establecen los formatos	126
Cómo se convierte la imagen en señales eléctricas	127
La señal de video compuesto	127

FUENTE DE ALIMENTACIÓN CON CONTROL DE SOBRECARGA

Cupón Nº 8

Guarde este cupón: al juntar 3 de éstos, podrá adquirir uno de los videos de la colección por sólo \$5

Nombre: _____
para hacer el canje, fotocopie este cupón y entréguelo con otros dos.

Capítulo 8

Instrumentos Para Corriente Continua

INSTRUMENTOS ANALÓGICOS

Un instrumento analógico no necesita alimentación, excepto en la medida de resistencias, por lo que tranquilamente podemos medir volt (normalmente decimos voltios) o ampere (solemos decir amperes) sin problemas.

En el caso de las pinzas amperométricas, con las cuales se mide la intensidad de C.A. en un conductor, especialmente en ambientes industriales, la corriente en estos casos fluctúa continuamente y es más fácil apreciar las variaciones en un instrumento con aguja, mientras que uno digital nos muestra una sucesión de cifras que varían continuamente.

Por otra parte, debemos considerar los métodos de medición por oposición que comprenden los puentes de Wheatstone y los potenciómetros.

Comencemos por los instrumentos de aguja. El movimiento de la misma se produce utilizando distintos efectos de la corriente eléctrica. Según el efecto empleado para producir dicho movimiento, pueden los voltímetros y amperímetros de indicación directa dividirse en los siguientes grupos:

a) Instrumentos fundados en los efectos magnéticos de la corriente: de bobina móvil, de hierro móvil.

b) Instrumentos fundados en los efectos térmicos de la corriente: instrumentos térmicos.

c) Instrumentos basados en los efectos electrodinámicos de la corriente: electrodinámicos.

d) Instrumentos electrostáticos: voltímetros electrostáticos.

Con excepción de los mencionados en (d), todos los demás tipos de instrumentos pueden ser-

vir indistintamente para hacer medidas de tensión o de intensidad, ya que, en general, la medida de tensión se reduce a la medida de una corriente proporcional a ella.

a) Los detalles de construcción, especialmente en lo que respecta a la suspensión y amortiguación son similares entre los distintos tipos de instrumento. Por ello describiremos con más detalle a los instrumentos de bobina móvil, éstos poseen una bobina en forma de cuadro rectangular, Fig. 1, el que puede ser de aluminio o de algún material aislante, que generalmente se encuentra soportada por dos ejes que giran sobre pivotes de acero duro o, en muchos casos, sobre piedras preciosas, por ej. zafiro. Sobre los ejes hay dos resortes, uno en cada uno, conectados en forma antagónica, que sirven para mantener el cero, suministran la fuerza necesaria para volver a su posición de reposo al interrumpirse el paso de la corriente y están conectados a los extremos de la bobina móvil. Esta bobina se encuentra sumergida en el campo magnético proporcionado por un imán permanente. La reacción entre este campo permanente y el creado por el paso de corriente por la bobina móvil, hacen que esta última gire y con ella una aguja que indicará sobre una escala, la que se puede calibrar en términos de cualquier parámetro que sea proporcional a la corriente, amperes, voltios, ohms, temperatura, etc.

Otra forma de montaje de la bobina móvil es por medio de una cinta, la que cumple la misma función que el conjunto de ejes y resortes, Fig. 2, y tiene la ventaja de eliminar el rozamiento entre los ejes y los pivotes, aunque a cuenta de una fragilidad

Fig. 1

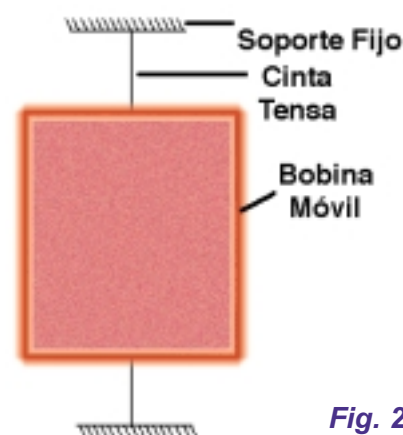
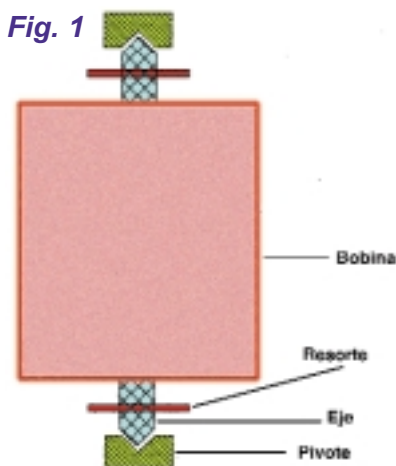
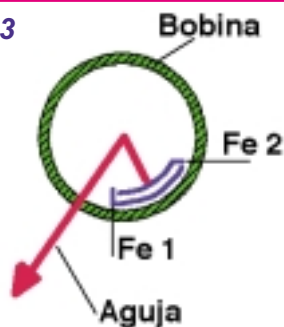


Fig. 2

algo mayor en el sistema mecánico, por lo cual generalmente se lo usa en instrumentos de laboratorio de alta precisión.

Dentro de esta categoría debemos considerar los instrumentos de hierro móvil, en lugar de una bobina que gira, el sistema consta de dos chapas de hierro dulce, las que en ausencia de corriente se encuentran muy próximas entre sí, y son imantadas al mismo tiempo por la acción de una bobina que las rodea. Una de las chapas se encuentra fija y la otra puede girar sobre un eje, con una aguja adosada a él, y con un montaje mecánico similar al de bobina móvil. Cuando circula corriente en la bobina que rodea a ambas chapas, éstas

Fig. 3



se imantan y se repelen en un ángulo proporcional a la corriente. Fig. 3.

Todos los sistemas móviles poseen inercia, y cuando deflexionan, hasta un lugar determinado, por inercia siguen un poco más y luego retroceden algo, y así oscilan un tiempo, lo que dificulta las mediciones, ya que hay que esperar hasta que estas oscilaciones se amortigüen. Para disminuir este inconveniente, estos sistemas se proveen de un amortiguamiento artificial. Este amortiguamiento debe ser tanto más efectivo cuanto mayor sea la velocidad del movimiento, pero debe anularse cuando el sistema se encuentra en reposo. Esto es necesario para impedir que el amortiguamiento se oponga a pequeños movimientos lentos, ya que, en este caso, la sensibilidad del instrumento para pequeñas variaciones resultaría perjudicada. Se consigue un amortiguamiento dinámico por alguno de los siguiente métodos: por corrientes de Foucault y por cámara de aire. En el primer caso, la forma más práctica de obtener el amortiguamiento es bobinando a la bobina móvil sobre una forma de aluminio.

Esta constituye una espira en cortocircuito, y en ella se induce una corriente que se opone al movimiento.

En el amortiguador por cámara de aire, Fig. 4, una paleta de aluminio muy liviana se encuentra adosada al eje, por medio de un brazo, y corre dentro de un tubo curvado con un muy pequeño espacio entre la paleta y el tubo, la viscosidad del aire produce rozamiento **cuando la paleta se mueve** y es así como se amortigua el movimiento.

b) Los instrumentos térmicos utilizan la dilatación que se produce en un hilo metálico por el paso de corriente. Si bien actualmente han caído en desuso, no está demás una breve descripción de su funcionamiento. Fig. 5. Un instrumento típico de esta clase, y de buena calidad, poseía un hilo de platino-iridio de 0.06 mm de diámetro y unos 16 cm de longitud. Aproximadamente, en el medio de este hilo Hp, sólidamente fijado en sus extremos, va unido otro de latón de unos 10 cm de longitud y 0.05 mm de diámetro, cuyo otro extremo es igualmente fijo. Del centro de este hilo parte un tercero de material aislante que, pasando por una pequeña polea termina en un resorte r; éste mantiene en tensión el sistema de hilos. Al pasar corriente por Hp, lo calienta y produce su dilatación, esto hace que la polea gire. Su eje, y la aguja solidaria con éste, está sostenido por pivotes y gira en éstos. El tornillo t sirve para ajustar el cero.

Una ventaja que tiene este tipo de instrumentos es que pueden usarse con continua y con alterna, la calibración es la misma para ambos tipos de corriente.

c) Instrumentos electrodinámicos. Con el nombre de efectos electrodinámicos se designa, principalmente, la fuerza de atracción o repulsión que ejercen mutuamente los conductores paralelos, al ser atravesados por corrientes de sentidos iguales u opuestos. Los instrumentos contruidos, fundándose en este principio, se denominan también electrodinamómetros y se aplican lo mismo como amperímetros que como voltímetros; sin embargo, la aplicación más corriente del principio electrodinámico tiene lugar en los vatímetros. Esencialmente constan de una bobina fija A y de una móvil

Fig. 4

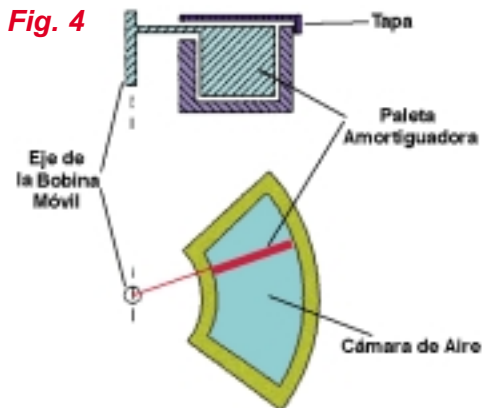
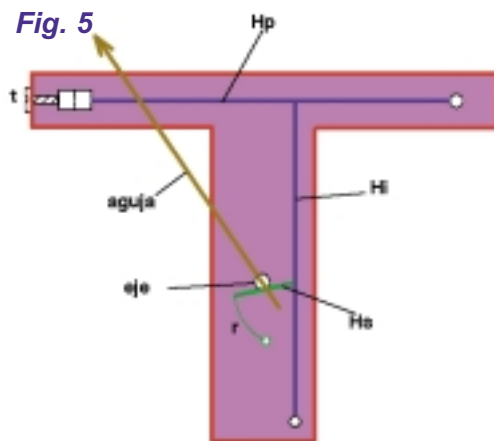


Fig. 5



B, que puede girar alrededor de un eje vertical. Fig. 6.

Estas bobinas son generalmente de construcción diferente, en lo que respecta a la sección del alambre y a la cantidad de espiras de cada una.

El sistema móvil debe ser de poco peso, por lo tanto no puede ser de alambre grueso, la corriente que por ella circula oscila entre los 20 y los 500 mA, y su combinación con la bobina fija depende de que el instrumento sea un voltímetro, un amperímetro o un vatímetro. La bobina fija puede construirse para una corriente que varía entre algunas décimas

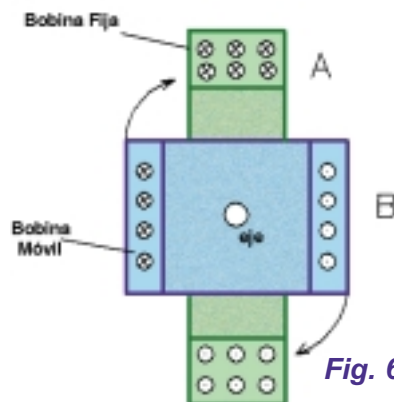
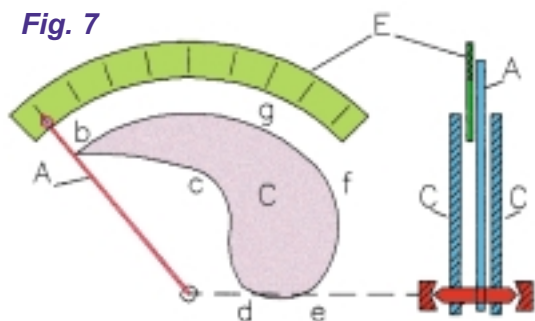


Fig. 6

Fig. 7



FUNCIONAMIENTO DE ALGUNOS INSTRUMENTOS ANALÓGICOS

Veremos con más detalle el funcionamiento y la utilización de los instrumentos de bobina móvil. El funcionamiento de éstos se funda en el hecho

de que un conductor recorrido por una corriente, cuando se encuentra dentro de un campo magnético sufre una desviación. El sentido de la fuerza producida por esta desviación es siempre perpendicular a la dirección de las líneas de fuerza del campo y depende de las direcciones de éste y de la corriente. La magnitud de la fuerza es proporcional a la intensidad de la corriente, a la del campo magnético y a la longitud del conductor. Si por las espiras de la bobina pasa una corriente I_g tenderá a desviarse, a causa de un par de giro electromagnético, cuya magnitud es proporcional a la intensidad I , $M1 = C1 \cdot I$

d) Los instrumentos electrostáticos se fundan como su nombre indica, en la atracción o repulsión de cantidades de electricidad estática, y pueden emplearse, por tanto, en medidas de tensión. En relación a los voltímetros descritos hasta ahora tienen la ventaja de que la corriente absorbida por ellos es prácticamente nula en continua y muy pequeña en alternada. Como la fuerza desarrollada es muy baja pueden usarse a partir de tensiones relativamente altas, 200-300V, en cambio su límite superior es muy alto y puede llegar al millón de voltios.

Una implementación práctica de este tipo de instrumento se puede apreciar, en forma esquemática, en la Fig. 7. Consta de dos placas paralelas C, limitadas por las curvas b, c, d, e, f, g, unidas entre sí mecánicamente y eléctricamente; en general se designa al conjunto de las dos como cámara. Entre estas dos placas puede oscilar la aguja metálica A, bien aislada de aquéllas. Uno de los polos de la tensión a medir se une a la cámara y el otro a la aguja. Esta será atraída electrostáticamente por las placas y, por tanto, su movimiento será hacia el interior de la cámara. La forma especial de las láminas de la cámara permite una deflexión lineal de la aguja.

de que un conductor recorrido por una corriente, cuando se encuentra dentro de un campo magnético sufre una desviación. El sentido de la fuerza producida por esta desviación es siempre perpendicular a la dirección de las líneas de fuerza del campo y depende de las direcciones de éste y de la corriente. La magnitud de la fuerza es proporcional a la intensidad de la corriente, a la del campo magnético y a la longitud del conductor. Si por las espiras de la bobina pasa una corriente I_g tenderá a desviarse, a causa de un par de giro electromagnético, cuya magnitud es proporcional a la intensidad I , $M1 = C1 \cdot I$

El factor de proporcionalidad $C1$ depende del número de espiras de la bobina, de sus dimensiones y de la intensidad del campo magnético, siendo, por consiguiente constante. Bajo la influencia de este par de giro la bobina se desplaza, y se ponen en tensión, al mismo tiempo, los dos resortes. Igualmente la reacción de los resortes crece cuando aumenta el ángulo de giro de la bobina, giro que continúa hasta que se produzca el equilibrio entre el par $M1$ y el par antagonista de los resortes. Este último es proporcional al ángulo de giro α , es decir, $M2 = C2 \cdot \alpha$, en donde la constante $C2$ solamente depende de las dimensiones de los resortes. En estado de equilibrio se tiene, en resumen:

$$M1 = M2, \text{ o bien, } C1 \cdot I_g = C2 \cdot \alpha$$

De donde se deduce que:

$$I_g = C2 \cdot \alpha / C1 = K \cdot \alpha$$

Es decir, la desviación α de la aguja es proporcional a la intensidad de la corriente que pasa por la bobina móvil. El factor K de proporcionalidad depende sólo de la construcción del instrumento y recibe el nombre de constante del instrumento. Debido a la proporcionalidad entre la intensidad I_g y el ángulo de desviación de la aguja α , la escala lleva una graduación completamente uniforme. A consecuencia de la dependencia existente entre el sentido de la desviación de la aguja y la dirección de la corriente, los instrumentos de bobina móvil son sólo utilizables para corriente continua. El amortiguamiento se consigue por medio del mismo bastidor de aluminio, que puede considerarse una espira en cortocircuito en la que se induce una intensa corriente cuando se mueve dentro de un campo magnético.

El peso del sistema móvil debe ser lo más reducido posible, lo cual exige que el diámetro del alambre, arrollado sobre la forma de la bobina móvil, y la sección de los resortes sean asimismo muy pequeños. Es por esto que la corriente que puede manejar un instrumento de este tipo es como máximo de unos pocos miliamperes, alrededor de 50-100mA como máximo. Por otra parte cuanto mayor es la cantidad de vueltas del alambre de la bobina móvil, más sensible es el instrumento, pero al aumentar las vueltas y al mismo tiempo disminuir la sección del alambre, la resistencia de la bobina móvil aumenta. Los instrumentos cuya bobina móvil está confeccionada con pocas vueltas de alambre grueso se usan preferentemente como amperímetros, los que son más sensibles conviene utilizarlos como voltímetros.

EMPLEO COMO AMPERÍMETRO

Cuando la corriente que debe medirse es mayor que el alcance del instrumento, es necesario que el exceso de corriente se derive por otro camino, para ello se coloca una resistencia en paralelo

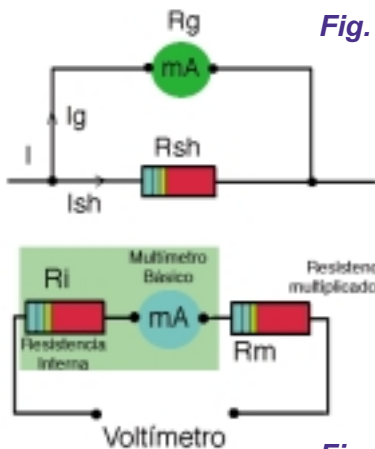


Fig. 8

Fig. 9

trumento.

EMPLEO COMO VOLTEMETRO

Cuando por las espiras de la bobina móvil circula una corriente I_g , existe entre sus extremos una caída de tensión, o sea, que por ley de Ohm, la corriente circulante es proporcional a la tensión, luego podemos graduar la escala del miliamperímetro en voltios. En el ejemplo anterior, el instrumento es de 1mA a plena escala y tiene una resistencia interna $R = 50\Omega$. Luego, por ley de Ohm la caída de tensión es de:

$$0,001 \cdot 50 = 0,050V = 50mV$$

Si queremos medir tensiones mayores debemos aumentar el alcance mediante resistencias en serie, Fig. 9. Supongamos que queremos medir tensiones de hasta 100V. Como el alcance del instrumento es de 1mA, el valor de la resistencia serie debe ser tal que con 100V aplicados, la corriente no sobrepase el mA. Este valor se calcula muy simplemente aplicando la ley de Ohm, $R = E/I$, sustituyendo, tenemos:

$$100 / 0,001 = 100.000\Omega$$

En realidad ésta debe ser la resistencia total o sea la suma de la resistencia interna más la resistencia externa. En este ejemplo esto no tiene importancia ya que 50Ω es un porcentaje muy pequeño frente a $100k\Omega$.

Los voltímetros de c.c., corrientemente usados en electrónica, emplean según los casos instrumentos de $10\mu A$ hasta 10mA. Un valor común en la actualidad es $50\mu A$. En cambio, en los patrones de laboratorio se usan los de varios miliamperes, generalmente 10 por razones de robustez y estabilidad de calibración.

OHMS POR VOLT EN LOS VOLTEMETROS DE CONTINUA

Es el valor que se obtiene dividiendo 1 volt por la corriente a plena escala, en amperes, del instrumento utilizado; y configura una manera de expresar la sensi-

bilidad y facilita la comparación entre distintos instrumentos. Por ejemplo; una instrumento de 0,001A a plena escala es de

$$1V / 0,001A = 1000\Omega.V$$

Uno de $50\mu A$, permite construir un voltímetro de $20.000\Omega.V$, ya que:

$$1V / 0,00005A = 20.000\Omega.V$$

CAUSAS DE ERRORES EN LAS MEDICIONES

Los amperímetros se conectan en serie con la corriente a medir, esta corriente al circular por la bobina móvil, con o sin shunt, ocasiona una caída de tensión, y solemos dar por descontado que el amperímetro no produce ninguna perturbación en el circuito, o sea, que al retirar el amperímetro, la corriente es igual a la que circulaba cuando el mismo se encontraba intercalado. Muchas veces esto es cierto, pero en determinadas circunstancias, esta caída puede modificar algún parámetro del circuito que se mide y lo que conseguimos es un resultado erróneo; esta alteración de intensidad ocasionada por el instrumento suele llamarse error de inserción del mismo. Por ejemplo, supongamos que deseamos medir la corriente de emisor de un amplificador de audio de cierta potencia, la resistencia de emisor puede ser de $0,1\Omega$, si colocamos el amperímetro que usamos como ejemplo anteriormente, el que posee una resistencia interna de $0,05\Omega$, la resistencia de emisor será ahora de $0,15\Omega$, esta es una variación del 50%, y seguramente modificará el funcionamiento del circuito cuya corriente deseamos medir (Fig. 10). Este mismo problema se presenta con los amperímetros digitales.

En el caso de los voltímetros, la causa principal de error reside en la resistencia interna de la fuente que se mide. Al hablar de fuente, no nos referimos a una fuente de alimentación convencional, sino que consideramos fuente o generador a cualquier punto de

con la bobina móvil. El valor de la misma se calcula de modo que la corriente total que circula sea un múltiplo entero de, por ejemplo, 10, de modo que se pueda usar la misma escala para distintos rangos de medida. Corrientemente a esta resistencia se la denomina shunt.

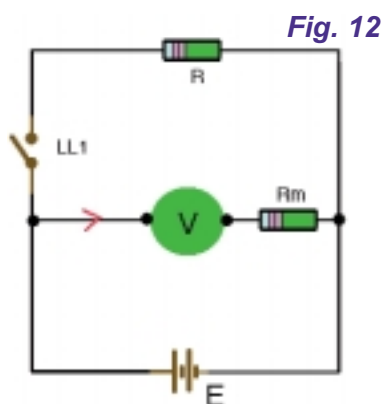
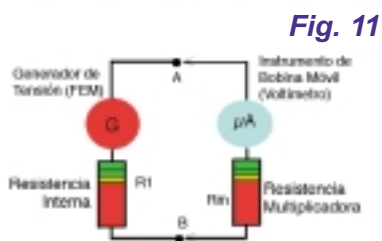
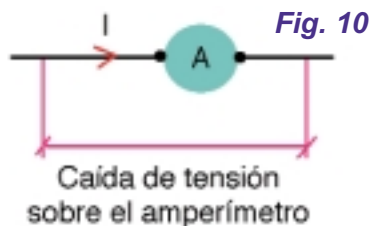
El cálculo del mismo puede hacerse de la siguiente manera: la caída de tensión en la bobina móvil es la misma que se produce en el shunt, ya que ambos están en paralelo, Fig. 8. Supongamos que deseamos calcular el shunt para medir una corriente I , por la resistencia R_g de la bobina móvil circula la corriente I_g , luego por la resistencia del shunt R_{sh} , circulará la corriente diferencia $I - I_g$. Como la caída es igual en ambas tenemos:

$$I_g \cdot R_g = (I - I_g) \cdot R_{sh} \quad [1]$$

Supongamos que deseamos implementar un amperímetro con alcance máximo de 1 ampere, utilizando un miliamperímetro de 1mA de sensibilidad y 50 ohms de resistencia interna. De la fórmula [1] deducimos el valor del shunt: $R = I R / (I - I)$ [2]. Reemplazando en [2], obtenemos:

$$\begin{aligned} R_{sh} &= 0,001 \cdot 50 / (1 - 0,001) = \\ &= 0,05 / 0,999 = 0,05005\Omega = \\ R_{sh} &= 0,05\Omega. \end{aligned}$$

Al colocar un shunt a un instrumento de bobina móvil, la resistencia resultante de la combinación se reduce considerablemente, lo que ocasiona una menor caída de tensión sobre el ins-



un circuito. Si representamos dicho punto de un circuito como un generador ideal de tensión, con una fuerza electromotriz E y a su resistencia interna R_t con una resistencia exterior, nos será más fácil visualizar la causa del error y podremos calcular su magnitud (Fig. 11). Veamos; el objetivo normal de una medición de tensión es hallar E , la que no varía con la corriente circulante I , pero como los terminales externos del generador son AB no es posible conectar un voltímetro **sobre E** , de modo que la única medida posible es la tensión existente entre los terminales accesibles AB . Esto nos da V , podremos deducir E si conocemos la **caída de potencial sobre R_t** .

Supongamos que queremos determinar la resistencia interna de un circuito de corriente continua. Lo podemos hacer mediante dos sencillas mediciones con un voltímetro de continua, el que deberá tener una resistencia interna muy elevada, de modo de no cargar al circuito cuya R_t deseamos medir, o sea que debe

ser un instrumento de muchos ohms/volt. Para ello armamos el circuito de la figura 12, éste es similar al de la figura 11, con el agregado de una resistencia de carga R , la que se puede conectar y desconectar con la $LL1$; el consumo de esta carga debe ser entre la mitad y el total de lo que puede dar el generador o circuito, cuya resistencia interna veremos averiguar.

Primero con la $LL1$ abierta el voltímetro indicará un valor cercano al verdadero E , llamaremos a este valor $V1$. Segundo con $LL1$ cerrada obtenemos $V2$.

Aplicamos la siguiente fórmula:

$$R_t = R \frac{V1 - V2}{V2} \quad [3]$$

Veamos un ejemplo: Supongamos que $V1 = 12$ V, usamos para la medición un voltímetro de 20.000 ohm/volt, en el rango de 50V, su resistencia interna será de $1M\Omega$, lo bastante alta como para ser despreciable en este caso. Luego con $R = 2200\Omega$ y cerrando la llave leemos $V2 = 10,5$ V.

Aplicando [3] tenemos:

$$R = 2200 \cdot (12 - 10,5) / 10,5 =$$

$$R = 314,3\Omega$$

El campo de medidas en electrónica es muy amplio, por lo que es imposible que un voltímetro con una sola escala pueda servir para todo. Es por ello que los voltímetros tienen la posibilidad de cambiar su alcance de modo de poder leer en el tercio superior de la escala, ya que esta es la zona donde los instrumentos de bobina móvil tienen el menor error. Para ello, lo que hay que hacer es cambiar el valor de la resistencia en serie, los valores se eligen de modo que una misma escala sirva para rangos distintos, pero que se encuentran relacionados por factores fijos, generalmente decimales. Por ejemplo: una escala numerada del 0 al 100, se puede utilizar para los rangos de 1, 10 100 y 1.000V. Lo mismo para otra que se extienda desde el 0 hasta, por ejemplo, el 300. Se podría usar para 3, 30 y 300V.

Es menester tener en cuenta

que la exactitud del voltímetro, además de las características propias de la bobina móvil, dependerá exclusivamente de las resistencias multiplicadoras. Estas deberán ser muy estables, preferiblemente de alambre, debidamente calibradas y ajustadas. Para los rangos más altos se suelen usar varias de valor inferior en serie de modo de repartir la diferencia de potencial entre varias. Como el costo de las resistencias de precisión de alambre es muy alto, comparado con las de película metálica depositada, aquellas se justifican solamente en el caso de instrumentos de muy buena calidad.

Si bien el cambio de rango en los voltímetros es sencillo, cuando se trata de cambiar el alcance de un amperímetro mediante una llave, debemos tener en cuenta que la variación de la resistencia de los shunts es tanto más baja cuanto mayor es el factor en que se amplifica la escala. En el caso de la figura 13, la resistencia de contacto queda en serie con los shunts y con el tiempo va a variar, esta variación se refleja en una variación en el valor del shunt lo que a su vez ocasiona un cambio en la lectura del amperímetro.

En el caso de la figura 14, si bien la sección a de la llave selectora queda en serie con el circuito externo, la sección b conmuta al miliamperímetro sobre los distintos shunts, y, en este caso como la resistencia de contacto de la sección b está en serie con la bobina móvil y la resistencia interna de ésta es mucho mayor; la variación en el tiempo de la resistencia de contacto de la sección b no tiene importancia alguna.

Hace un momento calculamos el valor de un shunt y obtuvimos para el mismo un valor de $0,05\Omega$. Las resistencias de contacto de una llave, pueden variar en un momento dado entre $0,001\Omega$ y $0,1\Omega$, vemos que estos valores no son despreciables frente al del shunt, además varían en forma errática según el estado de los contactos, el tipo de metales, presión mecánica, oxidación, etc. Por eso es que no debe utili-

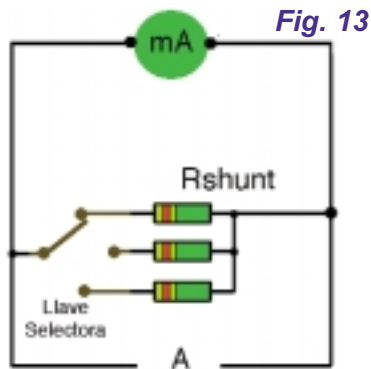


Fig. 13

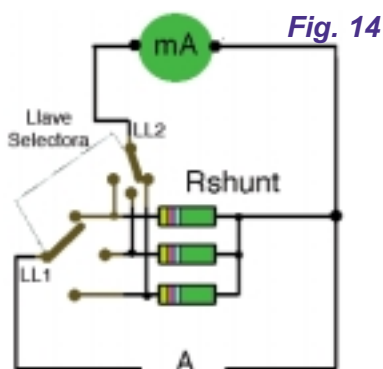


Fig. 14

zarse jamás una llave común para conmutar resistencias de valor muy bajo.

LAS PUNTAS DE PRUEBA

Un osciloscopio, al menos teóricamente, nos permite visualizar lo que sucede en un circuito. Ahora bien, esto presupone que al conectar el osciloscopio a un punto de un circuito, no cambia la forma de onda en dicho punto. Para minimizar los efectos de carga, los osciloscopios se diseñan con una impedancia de entrada alta. El valor normalizado es de $1M\Omega$ en paralelo con una capacidad que oscila entre los 20 - 30pF.

Mientras se trabaja en frecuencias industriales y aún dentro del rango de audio, en general la impedancia de esta resistencia y capacidad en paralelo es lo bastante alta como para no perturbar el funcionamiento de un circuito, excepto en algún caso especial. Ahora bien, esta alta impedancia existe en la entrada del osciloscopio, de modo que necesitamos algún tipo de conexión entre el circuito, cuyo comportamiento deseamos examinar, y el instrumento. Una con-

exión de tipo directo es difícil, incómoda y casi siempre imposible. Señales no muy débiles y desde una fuente de baja impedancia pueden examinarse llevándola al osciloscopio con dos cables retorcidos y, sino, con un cable blindado cualquiera, para eliminar la captación de señales espúreas y/o zumbido.

Un cable blindado de un metro o metro y medio es normalmente suficiente y tendrá una capacidad de alrededor de 100pF/m. Sumemos a esta capacidad la interna del instrumento y tendremos para un cable de un metro una capacidad total de 130pF. Ahora bien a una frecuencia de 1MHz, la reactancia de dicha capacidad es de: 1.224 ohm. De modo que la alta impedancia que nosotros suponíamos tener, se ha visto reducida a poco más de 1.200 Ω , y este valor no puede considerarse alta impedancia por más buena voluntad e imaginación que pongamos.

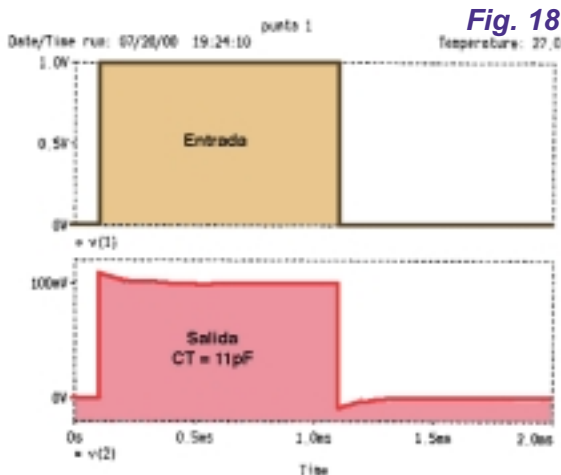
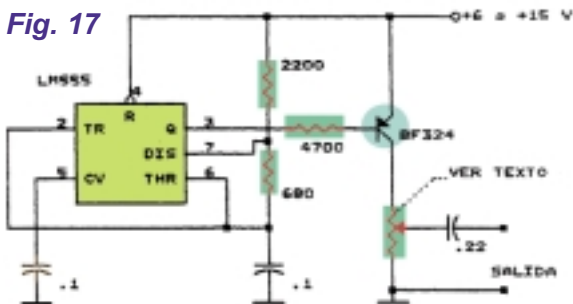
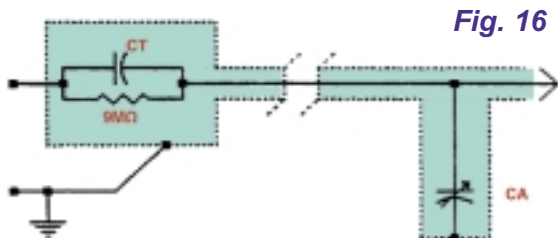
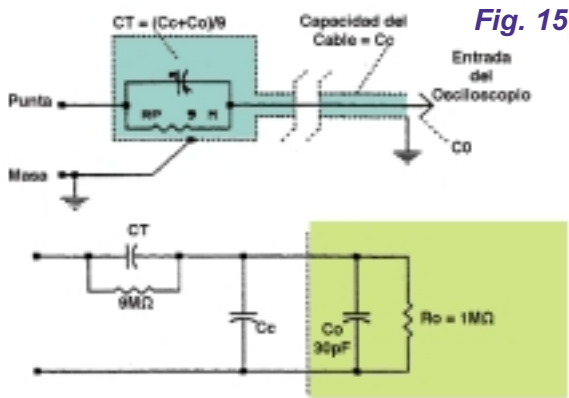
Esta es una de las razones por la cual, muchas veces, sacamos conclusiones erróneas de una medición. Esto se aplica no solamente a los osciloscopios sino también a los frecuencímetros, es común que se aplique la punta a un cristal para medir su frecuencia, la capacidad parásita saca el cristal de frecuencia y otra vez tenemos una medición incorrecta y conclusiones equivocadas, las que nos hacen perder un tiempo valioso. Veremos ahora cómo, sino eliminar, por lo menos disminuir la magnitud de estas capacidades parásitas que, en definitiva, son las que ocasionan todos los problemas. Esto se consigue con la puntas de prueba debidamente diseñadas y ajustadas. Existen dos grupos: **las puntas pasivas y las puntas activas**. Veamos las primeras.

PUNTAS PASIVAS

Son las puntas divisoras por diez, que acompañan a los osciloscopios, y suelen tener un código que dice x 10 y x 1. Estos son los índices de atenuación. En la posición x 1 es una conexión directa, la dife-

rencia con lo anterior es que el cable que se usa es de baja capacidad, comparado con el coaxial común, tal vez en una longitud de un metro y medio tenga 40-60pF, a los que se debe sumar los de entrada. Se está en mejores condiciones que antes, pero muy lejos de las ideales. En la otra posición: x 10, se intercala un atenuador RC (figura 15). Esto aumenta la impedancia de entrada a 10M Ω y la capacidad disminuye a 10pF. Tampoco es lo ideal pero estamos mucho mejor que con un simple cable blindado, pero esto no es gratis, ya que el precio que debemos pagar es una pérdida de sensibilidad de 10 veces. Normalmente para trabajar en video y televisión esto no es problema, ya que las señales son, por lo menos, de algunas décimas de volt, y al atenuarlas 10 veces, aún queda bastante sensibilidad como para una medición correcta. Pero es un factor a tener en cuenta. El atenuador de entrada de un osciloscopio está ajustado, de modo de presentar una capacidad constante en su entrada para cualquier posición de la llave atenuadora. Es por eso que una vez ajustada la punta pasiva en un rango, su calibración es válida para todos los rangos del osciloscopio. En el caso de que sea un doble haz será conveniente tener una punta para cada canal, ya que es poco probable que la impedancia de entrada sea idéntica en ambos canales. Ya que la resistencia de entrada es de 1M Ω , para atenuar 10 veces la resistencia de la punta debe ser de 9M Ω , y la capacidad debe ser 9 veces menor que la combinada de entrada más la del cable. Como no es fácil medirla, se coloca un trimmer en paralelo con la resistencia de 9M Ω y se ajusta del modo que veremos luego. Si bien esta combinación de RC es la que da la menor capacidad de entrada, tiene el inconveniente de que 9/10 de la tensión de entrada cae sobre el trimmer, y los trimmers modernos, de pequeño tamaño, no toleran demasiada tensión.

Para disminuir la tensión sobre el capacitor que se encuentra en la punta, se modifica la ubicación

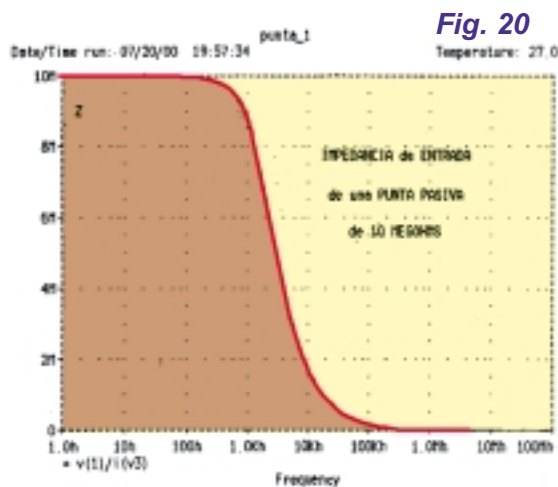
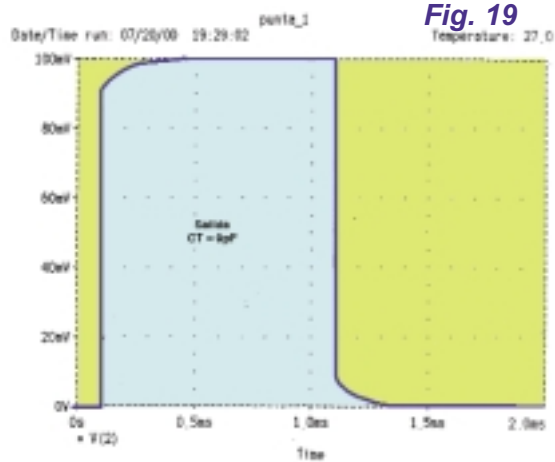


del trimer, y se lo coloca junto a la entrada del osciloscopio (figura 16). De este modo la tensión sobre el trimer se ve reducida a la décima parte.

Otro factor a tener en cuenta es que una punta pasiva debe estar correctamente ajustada, ya que de no ser así nos dará resultados completamente equivocados.

ner en cuenta es que el potenciómetro de salida debe tener un valor bajo, menos de 1.000 ohm. Si no se tiene a mano puede substituirse por una cadena de 4 resistores de 56, 68 u 82Ω cada una, con lo que se tendrá baja impedancia de salida con derivaciones fijas.

El trimer deberá ajustarse de modo de ver una señal igual a la



Para poder ajustar una punta de este tipo necesitamos, aparte del osciloscopio, un generador de ondas cuadradas o de pulsos. Si no lo tenemos, podemos improvisar uno muy fácilmente, con un 555 (figura 17). Este es un oscilador que trabaja en una frecuencia de alrededor de 4.000Hz, sirve cualquier valor entre 2 y 6kHz. El único detalle a te-

de la entrada, sólo que atenuada 10 veces. En las figuras 18 y 19 hemos ilustrado una simulación hecha con el Pspice, podemos observar el caso de CT de un valor mayor o menor que el óptimo. Mientras que un divisor pasivo x10 reduce en buena medida los efectos de carga sobre un circuito cuando se lo compara con una longitud similar de cable blindado, su efecto en altas frecuencias no es despreciable. En la figura 20 tenemos el resultado de otra simulación de la impedancia de entrada de una punta con 9MΩ en paralelo con 10pF. No se aprecia en el gráfico, pero la impedancia a 100MHz es de 180Ω. El único modo de evitar este fenómeno es con las:

PUNTAS ACTIVAS

Estas intercalan, entre la punta propiamente dicha y el cable que va al osciloscopio, un amplificador de banda ancha. Este

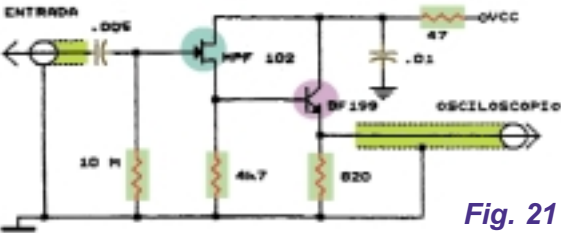


Fig. 21

puede ser, en el caso más sencillo un simple seguidor de fuente o, en el caso de puntas de calidad, están hechas con elementos discretos y amplifican 10 veces. También se puede implementar con un FET a la entrada y un operacional adecuado para manejar la capacidad del cable más la del osciloscopio.

En la actualidad se fabrican

tante caras.

Como nosotros no tenemos tantas pretensiones –ni pesos– podemos hacer una punta activa muy simple y económica porque, si bien no amplifica, su atenuación será poca, alrededor de un 30%. El circuito se ve en la figura 21. Tiene un FET de entrada y un seguidor de emisor a la salida. Puede alimentarse con cualquier tensión

a amplificadores operacionales de hasta 400MHz de ancho de banda, aunque bueno es decirlo, estas exquisiteces no se consiguen en el país y además son bastante caras.

entre 6 y 12V, una batería de 9V es ideal. Hay que poner especial cuidado en utilizar elementos de poco tamaño en la entrada y que todo sea muy compacto, para reducir los pF de entrada, porque en cuanto uno se descuida crecen muy rápido. La ventaja de esta simple punta sobre la pasiva es que en ésta con 1V de entrada nos da 100mV de salida y en la activa con 1 volt de entrada tenemos alrededor de 0.7V a la salida. Una limitación de esta punta activa es que es útil solamente para señales de menos de 1V, pero esto no es una gran limitación, ya que es en la medida de pequeñas señales donde la pasiva, con la atenuación que tiene,

Mediciones en Circuitos Transistorizados

puede impedirnos hacer una medición.

Cuando un transistor se encuentra en perfectas condiciones en una etapa amplificadora, osciladora o ejerciendo otra función, deben existir en sus terminales tensiones bien definidas. El ejemplo más común es la etapa de **emisor-com n** que se ve en la figura 1, que aparece en mayor cantidad en los equipos transistorizados.

Teniendo en cuenta los sentidos de circulación de la corriente y la barrera de potencial entre la base y el emisor, podemos establecer con facilidad los valores de las tensiones que deben hallarse, por ejemplo, en un transistor NPN.

La corriente debe fluir de la base hacia el emisor, de modo que la tensión debe ser mayor en la base que en el emisor. La diferencia de valor está dada por el tipo de material semiconductor del transistor. La tensión estará entre 0,2 y 0,3V para los transistores de germanio y entre 0,6 y 0,7V para los de silicio.

Igualmente, la corriente principal fluye del colector hacia el emisor, de manera que se tienen un potencial mayor en el colec-

tor que el de base y también mayor que en el emisor.

Los valores típicos están entre 0,7V y la tensión de alimentación, según el circuito de la figura 2. Para un transistor PNP, el sentido de circulación de la corriente es el opuesto, de modo que las tensiones serán como se ve en la figura 3.

Para establecer las tensiones en los elementos de un transistor de manera de obtener las corrientes en los sentidos deseados, usamos circuitos externos de polarización. Esos circuitos pueden armarse con resistores o hasta pueden aprovecharse elementos de acoplamiento, como ser los bobinados de los transformadores.

Una falla en los ele-

mentos de polarización induce alteraciones de las tensiones del transistor y lo mismo ocurre si el transistor internamente sufre algún problema. Entonces pueden presentarse los casos siguientes:

- a) apertura de los circuitos de polarización
- b) apertura de los elementos del transistor
- c) entrada en corto de los elementos del transistor

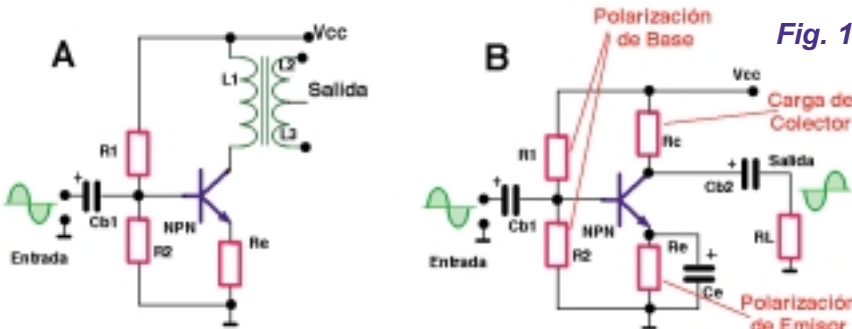


Fig. 1

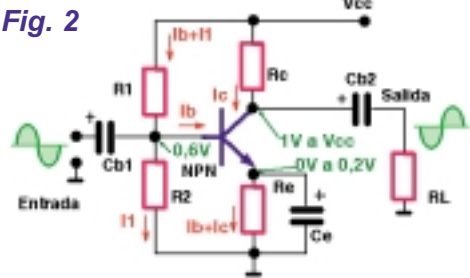


Fig. 2

Fig. 3

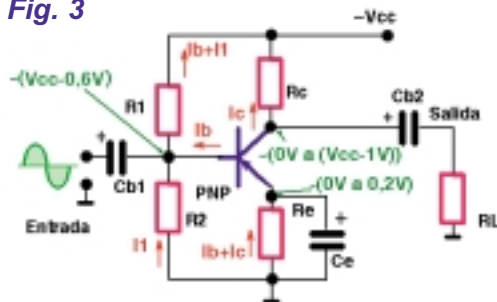
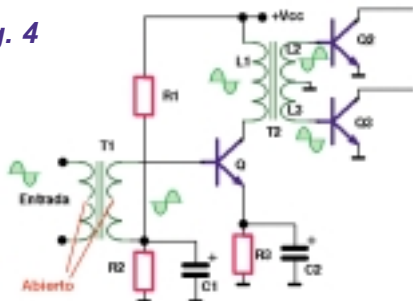


Fig. 4



d) entrada en corto de elementos de acoplamiento de la etapa

Las posibles alteraciones que provocan estos problemas en las tensiones serán analizados enseguida.

Caso 1

Circuito de polarización de base, abierto

Tomemos el circuito típico de una etapa amplificadora de audio o FI que aprovecha el bobinado de un transformador para polarizar la base de un transistor, como muestra la figura 4.

Es fácil percibir que en la interrupción del bobinado no tenemos polarización y la base del transistor queda "libre".

Tomando como referencia el potencial de 0V, observamos que no circula corriente entre el colector y el emisor. El potencial del colector será entonces el de la fuente de alimentación (+).

En el emisor del transistor, la tensión será nula ya que no circula corriente. En la base, la tensión será igual a la del emisor, o sea 0 volt, ya que cuando la base está desconectada, tiene en realidad una conexión con el emisor.

En la figura 5 tenemos las indicaciones de estas tensiones.

Vea que en la práctica si existen pequeñas fugas en el transistor, pueden encontrarse tensiones

ligeramente diferentes. Pero esas diferencias no deben superar los 0,1 ó 0,2V a lo previsto.

El mismo tipo de problema se presenta si en lugar de la interrupción del transformador, fuera el resistor R1 que estuviera abierto, desconectando el positivo de la fuente del circuito de polarización.

Caso 2

En la figura 6 tenemos una etapa amplificadora con una etapa amplificadora con un transistor autopolarizada por medio del resistor conectado entre el colector y la base.

Para un transistor NPN de silicio, en condiciones

normales de funcionamiento al resistor de polarización de base la lleva a un potencial del orden de 0,6 a 0,7V que mantienen la corriente para el emisor.

Si los resistores se abrieran, nuevamente, el circuito de base quedaría despolarizado y ninguna corriente perceptible circularía entre el colector y el emisor. El resultado es una subida de la tensión del colector a valores cercanos a la tensión de alimentación (+Vcc) y la caída de la tensión de la base llegaría a un valor próximo a 0V.

En la figura 7, tenemos las tensiones que aparecerían tanto en los transistores NPN como en los PNP en un caso como éste.

Debemos tener presente que la sensibilidad del multímetro debe tenerse en cuenta en todas las medidas pues una sensibilidad baja influye sobre todo en las medidas de las tensiones de

base en que las corrientes son muy débiles.

Caso 3

Apertura del circuito emisor

Este caso puede presentarse si el resistor de polarización del emisor se abre (figura 8).

No tendremos corriente en el emisor ni en la base.

En estas condiciones, las tensiones medidas serán las siguientes:

La tensión del colector estará cerca de la tensión de alimentación +Vcc ya que todavía puede circular una pequeña corriente a través de R1, para la base y tierra. Si la tensión de alimentación fuera de 6V, será normal encontrar en este punto 5,7 ó 5,8V.

Por otra parte, tenemos una tensión del emisor bastante vieja,

Fig. 5

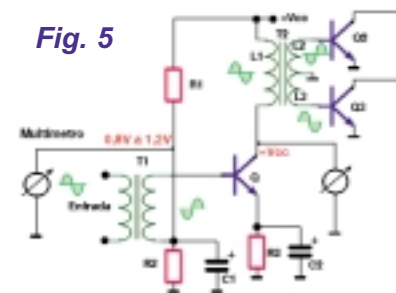


Fig. 6

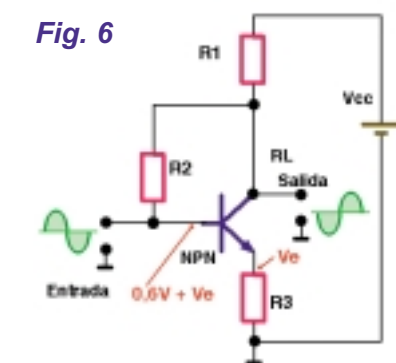


Fig. 7

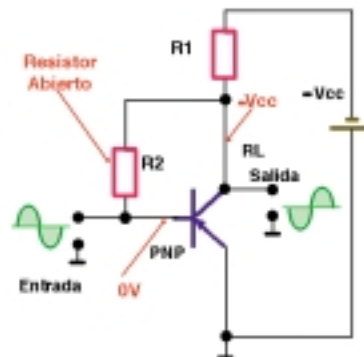
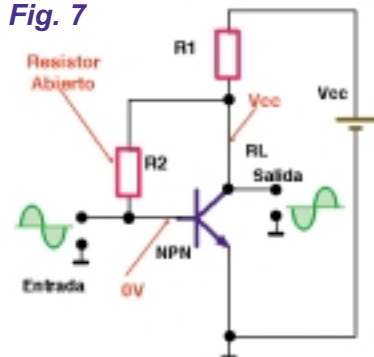


Fig. 8

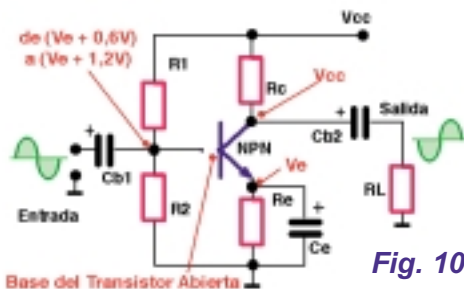
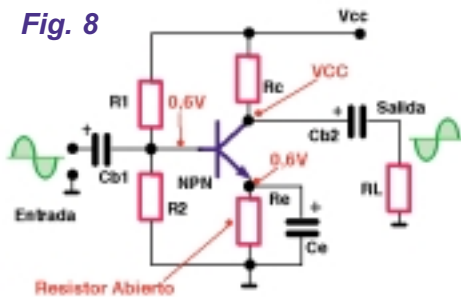


Fig. 10

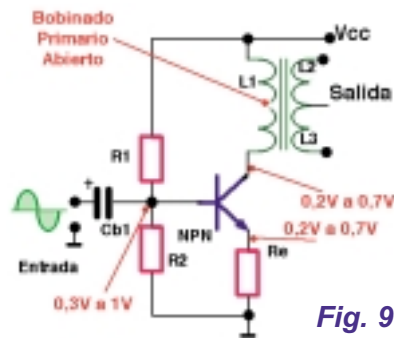


Fig. 9

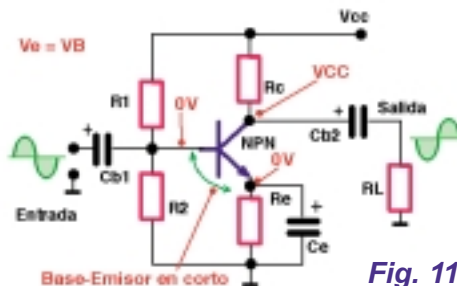


Fig. 11

del orden de los 0,6V y el mismo valor de base, pues medimos a través de la unión emisor-base. El emisor está abierto, recuérdelo.

Caso 4

El circuito del colector del transistor se encuentra abierto

Este circuito puede estar formado por el bobinado de un transformador o por un simple resistor, como muestra la figura 9.

Con la apertura de este circuito no hay corriente en el colector; sólo la hay entre la base y el emisor. La tensión del colector cae entonces a valores cercanos a cero, del orden de 0,2 a 0,7V, según se ve en la figura 10, en tanto la tensión de base será un poquito mayor, pero todavía una fracción de volt.

La tensión de emisor será prácticamente la misma que la del colector.

Vea que el divisor de tensión que polariza la base del transistor, permanece en operación en estas condiciones y es responsable de los valores medidos.

Vea también que existe la circulación de una corriente por el resistor del emisor y ésta es prácticamente la corriente de base en la polarización normal del transistor.

Caso 5

Existe un cortocircuito entre la base y el emisor del transistor

En estas condiciones, como muestra la figura 11, la tensión de base pasa a ser igual a la tensión del emisor, situándose entre 0V y

una fracción de volt.

Con la polarización correcta, la tensión de base igual a la del emisor indica cortocircuito entre esos elementos.

Caso 6

Fugas fuertes o cortocircuito entre el colector y el emisor

En esta caso, la tensión del colector será igual a la del emisor (corto) o elevada en relación a lo esperado (fugas).

La tensión de base continuará alrededor de 0,2 ó 0,7V por encima de la tensión del emisor.

Caso 7

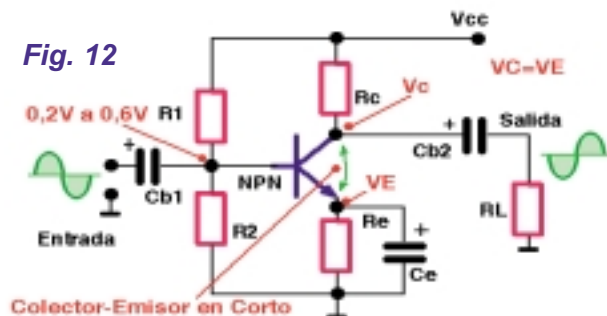
Apertura del circuito de base

Eso sucede si no circula corriente por la base del transistor.

En estas condiciones, la medida de la tensión en este elemento va a ser mayor que la normal.

Así, si para los transistores de germanio esperamos encontrar una tensión de unos 0,2V, mediremos 0,4 ó 0,5V mientras que para los transistores de silicio, en lugar de 0,6 ó 0,7V mediremos hasta 1V.

Fig. 12



Colector-Emitor en Corto

El Surgimiento de la TV

QUÉ ES LA TELEVISIÓN

Es la transmisión de imágenes y sonidos desde un punto (transmisor) hasta otro (receptor, que es el televisor), todo sistema de TV consta de cuatro partes básicas:

1) *Un centro de producción en donde se graban los programas; generalmente se integra con un estudio de TV, un equipo de edición, de efectos especiales, etc.*

2) *Una estación transmisora encargada de procesar las señales obtenidas en la etapa anterior pa-*

ra su envío a los aparatos receptores. Esta transmisión, dependiendo de la tecnología empleada, puede ser por aire, cable o vía satélite.

3) *Un medio conductor o canal de comunicación por el cual viaja la programación televisiva. Pue-*

de estar constituido por un cable, fibras ópticas o emisiones electromagnéticas. En este artículo, nos referiremos únicamente a este último medio.

4) Un aparato receptor que transforma las señales recibidas y las presenta como imágenes y sonido.

EL TELEVISOR DESPLIEGA SEÑALES ELÉCTRICAS

Si observa de cerca la imagen del televisor, podrá apreciar que está formada por puntos de luz de intensidad y color cambiante (figura 1). ¿De dónde proceden estos patrones complejos de información luminosa? La respuesta es la siguiente: la imagen que se despliega en la pantalla del televisor corresponde a una señal eléctrica que los circuitos del aparato alimentan a un tubo llamado cinescopio, tubo de rayos catódicos o TRC, el cual, a su vez, la convierte en imágenes radiantes.

Previamente, dicha señal la ha recibido el aparato (a través de la antena) en forma de ondas electromagnéticas, las cuales proceden de la estación transmisora, donde son radiadas al espacio circundante una vez que la señal eléctrica que contiene la información televisiva se ha modulado y amplificado.

Pero nuevamente tenemos una duda: ¿de dónde sale la señal que se convierte en ondas electromagnéticas para su difusión? De una o varias cámaras de televisión, las cuales a su vez la toman de una escena real.

En síntesis, la base física de la televisión es la conversión de imágenes ópticas en señales eléctricas y éstas en ondas electromagnéticas para soportar el proceso de transmisión a largas distancias; posteriormente, es en el aparato receptor donde las emisiones hertzianas captadas se convierten nuevamente en señales eléctricas y éstas, por último, en imágenes luminosas representativas de las originales (figura 2).

La esencia de la televisión

consiste en fraccionar las imágenes punto por punto para formar líneas sucesivas que, a su vez, componen imágenes fijas, como fotografías instantáneas que, al ser reproducidas una tras otra con suficiente rapidez, producen la ilusión del movimiento. Y el soporte físico que contiene toda esa información es la señal de video.

ORÍGENES DE LA TELEVISIÓN

Como todos los grandes inventos, la televisión es resultado de la confluencia de múltiples descubrimientos científicos, pacientes experimentos, etc. Podemos identificar algunas líneas de avances tecnológicos que a la postre darían como resultado los modernos sistemas de TV.

La idea de la transmisión de imágenes a distancia, surge en los albores de la técnica electrónica, en 1870, con el francés Maurice Leblanc, quien propuso un método teórico para transmitir a través de un canal único una sucesión de impulsos que, mediante un barrido sistemático línea por línea y punto por punto de toda una pantalla, completaría una imagen virtual. Sin embargo, fue un estudiante ruso establecido en Alemania, Paul Nipkow, quien llevó a la práctica esta idea en 1884, cuando patentó un artefacto conocido como “disco de Nipkow” (figura 3).

Este aparato era un disco con un conjunto de aberturas en línea dispuestas en forma de espiral, que giraba en-

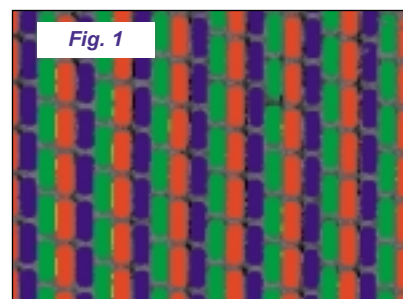


Fig. 1

tre el objeto a analizar y una célula fotoeléctrica, produciendo sobre un panel de selenio la apariencia de la imagen de dicho objeto. Este procedimiento, a pesar de ser tan rudimentario, tuvo el mérito de demostrar que era posible la descomposición de imágenes en elementos simples como la base para su transmisión; incluso, algunos estudiosos aseguran que Nipkow lo consideraba un telescopio eléctrico.

El disco de Nipkow constituyó la base de los primitivos sistemas mecánicos de televisión, los cuales sólo tuvieron aplicación práctica hasta 1923, cuando el ingeniero escocés John Logie Baird

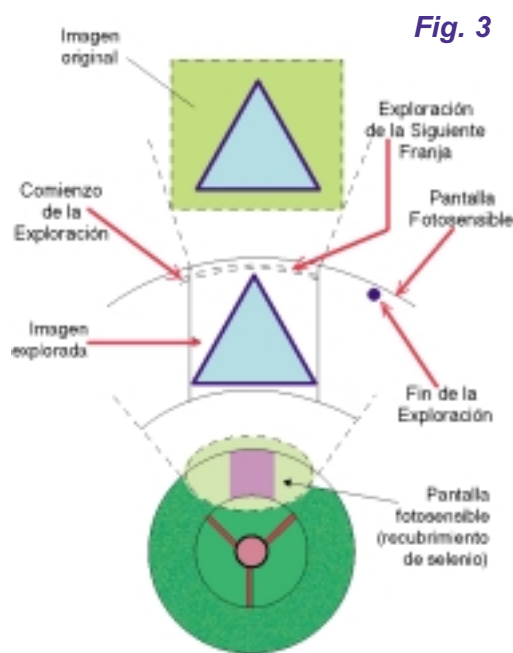


Fig. 3



Fig. 2

logró perfeccionar el sistema e incrementar la definición de contrastes de luz y sombra sobre la pantalla. En 1926 Baird probó con éxito el primer sistema de transmisión de imágenes en movimiento; la demostración consistió en enviar la señal desde un cuarto a otro por medios eléctricos, puesto que aún no se planteaba la transmisión por ondas electromagnéticas.

A pesar de éste y otros importantes avances, todavía en años posteriores los sistemas mecánicos presentaban limitaciones funcionales que no favorecían su estandarización; sin embargo, mostraron a la comunidad científica, a las compañías y al público, que la televisión podía ser una realidad, pues para entonces ya se contaban con las bases científicas que permitirían a la postre el establecimiento de un sistema totalmente electrónico.

Uno de esos afluentes tecnológicos fue el tubo de emisiones catódicas o "tubo de Crookes", desarrollado hacia fines del siglo XIX por el científico inglés William Crookes, al estudiar el comportamiento de las cargas eléctricas en el vacío.

Este investigador colocó un par de terminales en una ampolla de vidrio al vacío recubierta en su interior con una delgada capa de fósforo (figura 4). Al aplicar una carga negativa en uno de los extremos -el cátodo-, descubrió que ciertos "rayos invisibles" se dirigían hacia la otra terminal -el ánodo-; sin embargo, no todas las emisiones alcanzaban a llegar, por lo que se formaba una sombra con la forma exacta del ánodo. Crookes llamó a dichas emisiones "rayos catódicos" y es por ello que en la actualidad a todos los dispositivos que emplean ese principio se les llama "tubos de rayos catódicos". Investigaciones posteriores concluyeron que esos "rayos" eran electrones libres que el cátodo soltaba y que, atraídos por la carga eléctrica del ánodo, se aceleraban y terminaban chocando, ya sea con el mismo ánodo o con la pared de vidrio recubierta de fósforo; y como los electrones

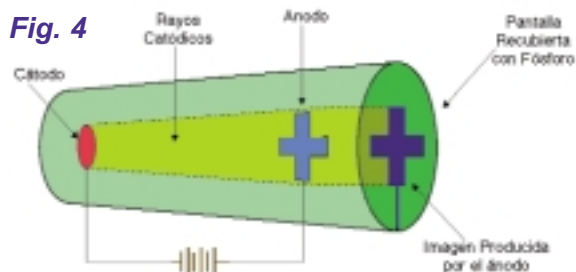
poseen carga negativa, eran susceptibles de ser desviados por medio de campos magnéticos o eléctricos.

A su vez, este descubrimiento dio origen en 1897 a un dispositivo crucial para el desarrollo de los tubos de imagen: el aparato de corriente variable, de Karl F. Braun. Este científico alemán colocó dos pares de placas electrostáticas alrededor de un tubo de rayos catódicos alargado, con lo que consiguió desviar el haz electrónico del cátodo y formar en la pantalla de fósforo algunos patrones interesantes (figura 5).

Vladimir Kosma Zworykin logró la descomposición de imágenes en forma de cargas eléctricas almacenadas en una pantalla fotosensible, con un invento memorable en la historia de la televisión: el iconoscopio, primer tubo de cámara de televisión para "rastrear" imágenes mediante un haz electrónico.

Con este dispositivo en puerta, el ritmo de las investigaciones se aceleró en Estados Unidos y en Europa, hasta que se sentaron definitivamente los patrones de la comunicación televisiva. El primer sistema completamente electrónico de televisión y mediante transmisión electromagnética fue construido en 1932 por **The Radio Corporation of America**, conocida mundialmente por sus siglas: RCA. Precisamente, Zworykin fue director de los laboratorios de investigación de la RCA durante los años en que esa empresa contribuyó decisivamente al desarrollo de la televisión.

Fig. 4



El diseño original de Zworykin utilizaba dos tubos de rayos catódicos, uno en la cámara para convertir la imagen en una señal eléctrica y otro en el punto de recepción encargado de reconvertir la señal eléctrica en la imagen animada original. Y aunque las primeras transmisiones se hicieron por "circuito cerrado" (transmitiendo la señal eléctrica por cables), pronto se vio la posibilidad de "montarla" en ondas electromagnéticas, lo que dio inicio a la televisión moderna.

Por otra parte, durante la serie de experimentos que lo llevaron al desarrollo de la lámpara incandescente, Thomas Alva Edison descubrió que al colocar dentro de un recipiente al vacío un alambre y un filamento por el que se hacía circular una corriente eléctrica, se producía un flujo de electrones desde el filamento hacia el alambre (figura 6). A este fenómeno se le conoció justamente con el nombre "efecto Edison", y aunque en ese momento su autor no le encontró aplicación práctica patentó el invento respectivo; con el tiempo sería el cimiento de las válvulas de vacío.

SE ESTABLECEN LOS FORMATOS Y SURGE LA TELEVISIÓN EN COLOR

En la década de los 30's, con la puesta en marcha de los primeros sistemas de televisión en el

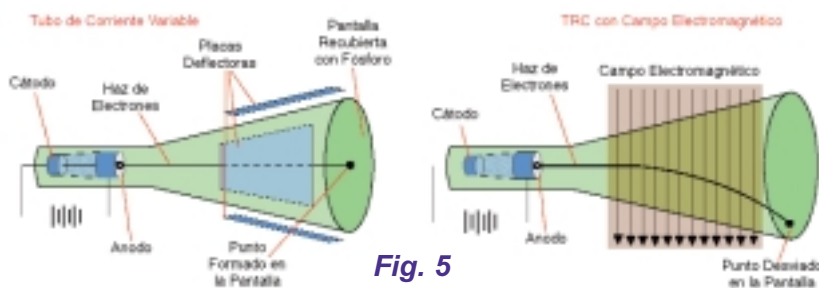


Fig. 5

mundo, fue preciso establecer patrones universales para evitar una excesiva dispersión de modelos. Por entonces predominaron dos estándares: el estadounidense y el europeo, los cuales desde un principio fueron incompatibles debido a las distintas frecuencias que ambos adoptaron; esto se derivó del hecho de que el sistema estadounidense estableció una relación de 525 líneas por cada cuadro y 30 cuadros exhibidos por segundo, en tanto que el europeo adoptó 625 líneas y 25 cuadros por segundo.

Mientras que las transmisiones televisivas fueron en blanco y negro, los patrones aceptados mundialmente no tuvieron ningún problema o necesidad de adaptación para ciertas localidades; sin embargo, las complicaciones técnicas surgieron cuando se pretendió agregar el color, lo cual tampoco era una novedad, pues incluso fue uno de los objetivos de los sistemas de exploración mecánicos.

Efectivamente, las principales consideraciones teóricas de los sistemas de televisión en color se deben a John Logie Baird, quien en 1928 diseñó un dispositivo de exploración mecánica con un disco de Nipkow y tres fuentes de luz: roja, verde y azul, de cuya combinación surgía una imagen cromática, aunque muy deficiente. Inclusive, en 1929 la compañía Bell Telephone logró la transmisión de imágenes entre Nueva York y Washington con 50 líneas de resolución y un canal independiente para cada uno de los tres colores fundamentales.

Posteriormente surgieron otras propuestas tecnológicas para el manejo del color en televisión.

Las propuestas tecnológicas que predominaron fueron las que mantuvieron la compatibilidad con los sistemas de blanco y negro, pues la intención era que la señal de televisión pudiera ser recibida tanto en monitores monocromáticos como en los de color; de otra forma se habría requerido el uso de dos patrones en cada país.

El sistema norteamericano de color fue homologado oficial-

mente en 1954, por la *Federal Communications Commission (FCC)*, y la *National Television Standard Committee (NTSC)*, organismos encargados, respectivamente, de administrar el espacio radioeléctrico y definir el patrón al que debía sujetarse Estados Unidos.

En Europa, dos fueron los sistemas que lograron la implantación comercial: el estándar francés, conocido como SECAM o sistema electrónico de color con memoria (*Système Electro-nique Couleur Avec Memoire*) y el PAL o de línea de alternancia de fase (*Phase Alternation Line*) de la empresa alemana Telefunken.

Estos tres sistemas son incompatibles entre sí, pero mantienen la compatibilidad en los formatos de blanco y negro.

C M O S E C O N V I E R T E L A I M A G E N E N S E A L E S E L E C T R I C A S

Sin profundizar en detalles, se puede afirmar que la cámara de televisión es un dispositivo cuya función es convertir la luz proveniente de las imágenes en una serie de pulsaciones eléctricas, que reciben el nombre de "señal de video". A su vez, esta señal eléctrica puede grabarse en una cinta para ser reproducida posteriormente, o bien, transmitirse directamente mediante la modulación de ondas electromagnéticas.

Las cámaras de video son un ejemplo palpable de la evolución observada por las técnicas de televisión. En un principio eran máquinas pesadas y poco flexibles, y con el tiempo se construyeron las modernas cámaras profesionales; además, debido a la miniaturización que se ha conseguido en la tecnología electrónica, actualmente se puede adquirir una cámara para filmaciones caseras, de un tamaño tan reducido que cabe en la palma de la mano y pesa menos de 1 kilogramo. Una imagen que va a ser televisada debe ser descompuesta en líneas sucesivas, de forma similar a co-

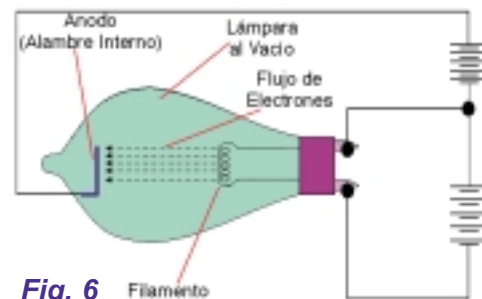


Fig. 6

mo se va redactando una carta en la que se van escribiendo las letras y las palabras renglón por renglón de arriba hacia abajo. De estas líneas resultan cuadros y de la exposición sucesiva de cuadros surge la sensación de imágenes animadas.

LA SE AL DE VIDEO COMPUESTO

De lo anterior se deduce que el componente fundamental en todo proceso de televisión es una señal eléctrica en la que se codifican las imágenes y su correspondiente sonido. A esta señal eléctrica con información de audio y video se le llama "señal de video compuesto".

La señal de video compuesto contiene toda la información necesaria para reproducir en el punto receptor la imagen enviada desde el punto emisor; sus componentes son:

- 1) Señal de luminancia o información en blanco y negro (Y).
- 2) Señal de crominancia o información en color (C).
- 3) Sincronismo para la adecuada recuperación de las imágenes enviadas (Sync).
- 4) El audio asociado a la imagen.

Estas señales deben combinarse de tal forma que no se interfieran entre sí, pero al mismo tiempo que no ocupen un ancho de banda considerable, ya que en tal caso se reduciría la cantidad de canales que se pueden manejar en el espectro electromagnético. De hecho, es importante una plena comprensión de todos y cada uno de los componentes de esta señal, para quien aspire al servicio de televisores, videograbadoras y cámaras de video.

Fuente de Alimentación con Control de Sobrecarga

Esta fuente es ideal para el taller, pues posee un control de sobrecarga que se activa cuando un equipo consume más de un límite que nosotros establecemos.

Al detectarse una corriente mayor que la esperada por la carga, de inmediato se reduce la tensión de salida, para evitar que sea dañada alguna etapa.

Regulando el recorrido de P1 se puede ajustar el valor de la corriente para que se produzca la activación de este circuito de protección.

Salvo que actúe el circuito de protección, sobre P2 se tendrá una tensión estabilizada de 15. Sobre el punto medio del potenciómetro habrá una tensión respecto de masa que dependerá de la posición del cursor, es decir, variando el cursor de P2 se tendrán distintas tensiones que luego serán entregadas a la salida.

La corriente así obtenida es de baja capacidad pero se amplifica en una configuración Darlington (Q2 y Q3). La tensión regulada en la salida no posee una estabilización óptima, porque parte de esa tensión se desarrollará en R2 y el resto en la carga, pero es lo suficiente como para resultar apropiada para la mayoría de las aplicaciones en prueba, puesta a punto y reparación de equipos electrónicos.

En la figura 1 se muestra el circuito eléctrico completo de la fuente. En la figura 2 se da la placa de circuito impreso sugerida con su respectiva máscara de componentes.

El transistor Q3 debe ir montado en un disipador de calor y si se quiere tener una corriente de sali-

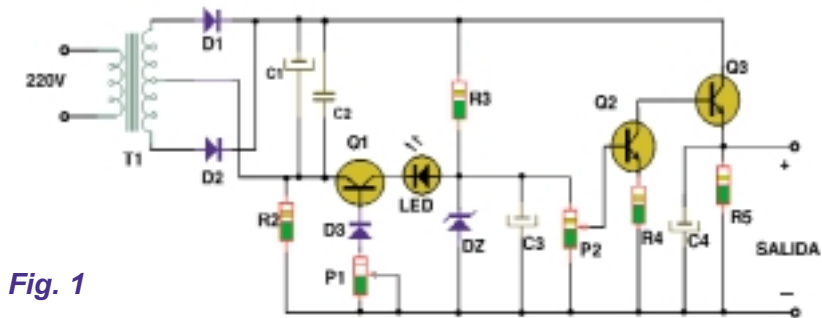


Fig. 1

da mayor, se debe cambiar el transformador T1 por otro de características similares con una capacidad de corriente de salida de 5A. También se debe reemplazar R2 por un resistor de 1Ω, con lo cual la corriente de sobrecarga mínima será, ahora, de unos 500mA. Para calibrar la corriente de sobrecarga se coloca un amperímetro que permita medir has-

ta 6A. Asegúrese, para compensar con la marcación, que P1 esté en la posición de máxima resistencia, luego conecte el amperímetro "directamente en la salida de la fuente"; la indicación que obtenga será precisamente el valor de la corriente de sobrecarga. Mueva el cursor de P1 y anote los valores de corriente obtenidos en la posición del dial. *****

Reproducción al 70% de su tamaño real

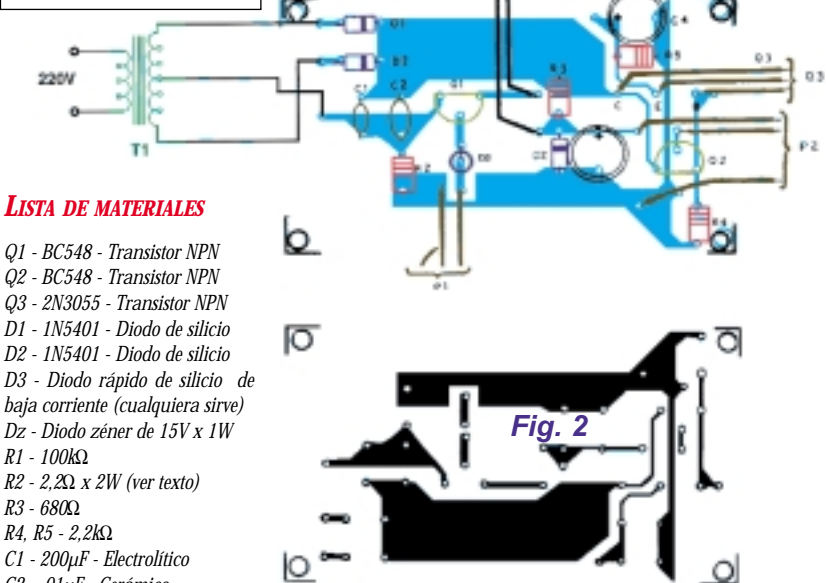


Fig. 2

LISTA DE MATERIALES

Q1 - BC548 - Transistor NPN
Q2 - BC548 - Transistor NPN
Q3 - 2N3055 - Transistor NPN
D1 - 1N5401 - Diodo de silicio
D2 - 1N5401 - Diodo de silicio
D3 - Diodo rápido de silicio de baja corriente (cualquiera sirve)
Dz - Diodo zéner de 15V x 1W
R1 - 100kΩ
R2 - 2,2Ω x 2W (ver texto)
R3 - 680Ω
R4, R5 - 2,2kΩ
C1 - 200μF - Electrolítico
C2 - .01μF - Cerámico
C3 - 100μF - Electrolítico
C4 - 100μF - Electrolítico
P1 - Potenciómetro de 1MΩ log.
P2 - Potenciómetro de 5kΩ lin. (ver texto).

T1 - Transformador de 220V a 15V + 15V x 3A.
S1 - Interruptor simple.
L1 - Lámpara neón.
L2 - Led rojo de 5mm.

Varios:

Placa de circuito impreso, caja para montaje, disipador para Q3, conectores varios, cables, estaño, etc.

El Mundo de la Electrónica

Es una publicación de Editorial Quark, compuesta de 24 fascículos de edición semanal, preparada por el Ing. Horacio D. Vallejo, contando con la colaboración de docentes y escritores destacados en el ámbito de la electrónica internacional. Los temas de este capítulo fueron escritos por Arnoldo Galletto, Horacio Vallejo, Leopoldo Parra y Felipe Orozco.