

**Primeras Reparaciones en
Equipos Transistorizados**

10

El Mundo de la **Electrónica**

SCORPION 2

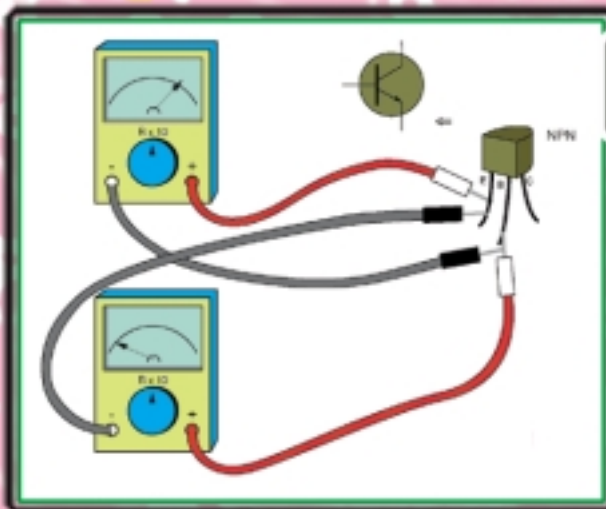
**MICROTRANSMISOR
DE FM DE GRAN
ALCANCE**



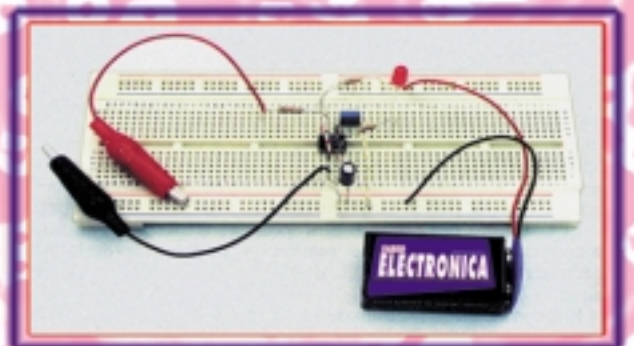
**TV
AUDIO
VIDEO
MICROPROCESADORES**

SABER
EDICION ARGENTINA
ELECTRONICA

Mediciones que Requieren Precisión



Bricolage



Enciclopedia Visual de la Electrónica

INDICE DEL CAPITULO 10

PRIMERAS REPARACIONES EN EQUIPOS TRANSISTORIZADOS

Prueba de transistores con el téster.....	147
Análisis de montajes electrónicos	148
Lo que puede estar mal.....	149
Defectos y comprobaciones.....	149
Mediciones en pequeños amplificadores	150
Sustitución del componente	151
Equivalencias.....	152

MEDICIONES QUE REQUIEREN PRECISION

Método de compensación de Dubois-Reymond	153
Método de compensación de Poggendorf.....	154

DISPOSITIVOS ELECTRONICOS DE MEMORIA

Dispositivos de memoria.....	155
Aplicaciones de los circuitos de memoria.....	155
Técnicas de fabricación de las memorias digitales	156
Cómo trabaja una memoria digital	156
Memorias de la familia ROM	156

Memorias ROM	157
Memorias PROM.....	157
Memorias EEPROM	157
Memorias UV-EPROM	157
Memorias de la familia RAM.....	157
Memorias SRAM.....	158
Memorias DRAM.....	158
Memorias VRAM	158
Memorias NOVRAM	158
Memorias en equipos de audio y video	158
Memorias en computadoras PC.....	159
RAM, Caché, ROM.....	159
Memoria Flash	159
CMOS-RAM.....	159
Memoria de video.....	159

SCORPION 2: MICROTRANSMISOR DE FM

El Circuito	159
-------------------	-----

Cupón Nº 10

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 10

Primeras Reparaciones en Equipos Transistorizados

PRUEBA DE TRANSISTORES CON EL T ÉSTER

Es de mucha utilidad, especialmente cuando no se tienen los datos técnicos del componente, saber medir transistores, tanto dentro como fuera de un circuito electrónico, contando con la sola ayuda de un multímetro. En este artículo se explican las técnicas de prueba de transistores bipolares fuera del circuito y cómo localizar los terminales cuando el componente está en buen estado, queda para otra entrega la prueba de transistores dentro del circuito (sin quitarlo de site).

En general, los transistores bipolares (NPN o PNP) están en buen estado o no sirven, es decir, no admiten condiciones intermedias que podrían hacer presumir que el elemento está agotado, por lo que pueden probarse sencillamente si se tiene un multímetro. En principio, para hacer la prueba, se debe conocer la polaridad (ya sea NPN o PNP) y la ubicación de los terminales como así también la ubicación de los terminales de la batería del multímetro respecto de sus puntas de prueba.

En la mayoría de los multímetros analógicos (a aguja) el borne marcado con (+) corresponde al (-) de la batería interna que alimenta el óhmetro. Esta es la convención que adoptamos en el artículo.

Primero se debe comprobar el estado de la juntura base-emisor y base-colector del transistor, las cuales se comportan como diodos, o sea de un lado conducen (baja resistencia) y polarizados en sentido inverso acusan alta resistencia.

Si el transistor es NPN, con la punta conectada al borne (+) del téster (que corresponde al negativo de la batería interna) tocamos el emisor del transistor y con la otra punta (negra del téster) tocamos la base, el multímetro debe acusar baja resistencia, luego,

con la punta roja en base y la punta negra en emisor, la aguja no deflexionará, lo que indica una resistencia alta. El téster debe estar en la posición $R \times 10$ o $R \times 100$ como indica la figura 1.

La misma prueba debe efectuarse para la verificación de la juntura base-colector, o sea, con la punta roja en base y la negra en colector no debe conducir, es invirtiendo las puntas, la resistencia debe ser baja.

Fig. 1

Esta prueba es válida tanto para transistores de silicio como de germanio, ya sean de poder o de baja señal (recuerde que el téster debe estar en el rango $R \times 10$ o $R \times 100$).

Para transistores de germanio, la resistencia inversa de las junturas no es tan elevada como en el caso de los de silicio y, por lo tanto, podría producirse una pequeña deflexión de la aguja cuando se realiza la medición.

Cuando se miden las junturas de un transistor PNP se sigue el mismo procedimiento, sólo que ahora la aguja deflexionará cuando la punta roja esté en la base y la negra en cualquiera de los otros dos terminales, como muestra la figura 2.

Si al hacer la medición de las junturas, ambas lecturas dan baja resistencia el transistor está en corto y si en las dos medidas se lee alta resistencia está abierto. En los dos casos el componente no sirve.

Una vez medidas las junturas se debe comprobar que no haya cortocircuito entre colector y emisor, por lo tanto, la lectura de resistencia entre estos terminales

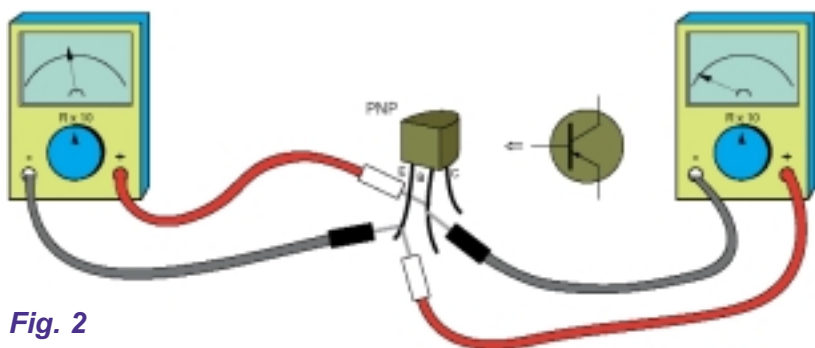
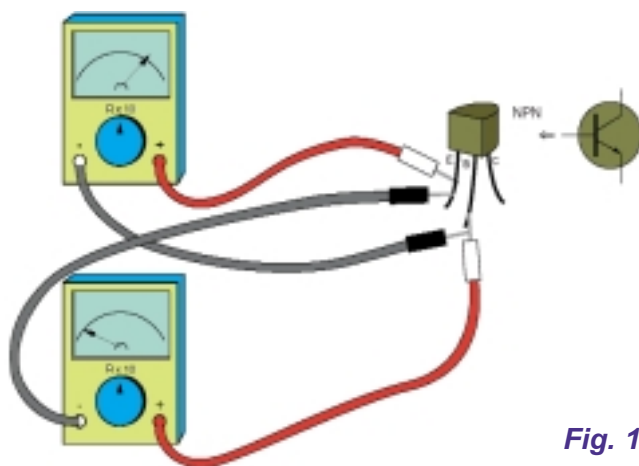


Fig. 2

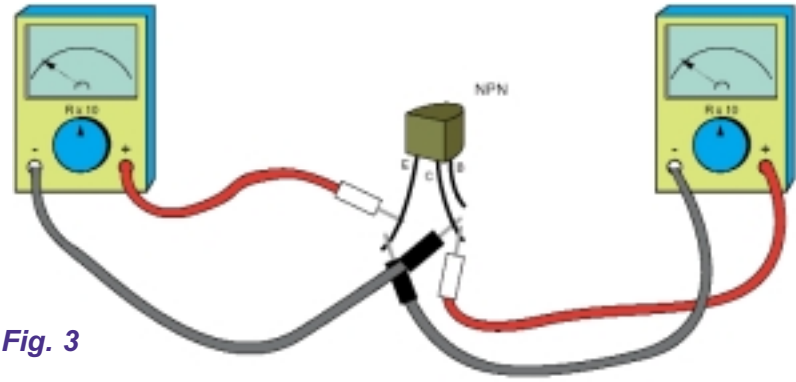


Fig. 3

debe ser muy alta sin importar cómo se conecten los terminales.

La figura 3 muestra esta medición para un transistor NPN.

Si tenemos un transistor del cual suponemos que está en buen estado y no sabemos si es NPN o PNP y ni siquiera conocemos la ubicación de los terminales, debemos primero identificar la base. Con el téster en $R \times 10$ o $R \times 100$ colocamos una punta en un terminal y con la otra punta tocamos alternativamente los otros dos. Hacemos esto con los tres

terminales; luego, la base será aquella en que la aguja haya deflexionado, tanto si la punta restante está en un terminal como en el otro.

Como ejemplo, supongamos que colocamos la punta roja del téster (negativo de la batería interna) en lo que creemos que es la base, y se presentan los casos de la figura 4. Analizando la misma se llega a la conclusión de que en ningún caso hubo deflexión como se planteó inicialmente; por lo tanto, buscando la base con la punta negra (positivo de la batería interna) invertimos las puntas.

En la figura 5 se ve que con una punta en la base y con la otra tocando alternativamente los otros terminales, se consigue deflexión en ambos

sentidos. Luego, el transistor es NPN.

Si encontramos la base, cuando en ésta colocamos la punta roja (marcada con “+” y correspondiente al negativo de la batería interna), el transistor es PNP.

Sólo resta ahora localizar el emisor o el colector del transistor; luego por descarte también sabremos cuál es el tercer terminal.

Para la localización del emisor colocamos el téster en la escala más alta del óhmetro, el cual se comporta como un medidor de corriente (el téster como óhmetro en realidad es un microamperímetro) conectado entre emisor y colector del transistor con la punta de polaridad correcta en el emisor. Por ejemplo, si el transistor es NPN, la punta roja (negativo de la batería) la colocamos en el que “creemos” que es el emisor. De esta manera el transistor queda preparado para conducir en polarización fija si se le coloca una resistencia entre base y colector. Para la prueba empleamos la resistencia de los dedos de nuestra mano como elemento de polarización, como se ve en la figura 6.

En esta figura se supone que el terminal (1) es el emisor de un transistor NPN y el (2) es el colector, luego la aguja deflexiona. Si el terminal elegido como emisor no lo fuera, entonces la aguja no deflexionaría, o lo haría muy poco.

Le recomendamos repetir varias veces esta prueba con transistores identificados con el objeto de adquirir práctica. Los conceptos dados son válidos para todos los transistores y son muy útiles, tanto a la hora del armado como de la reparación.

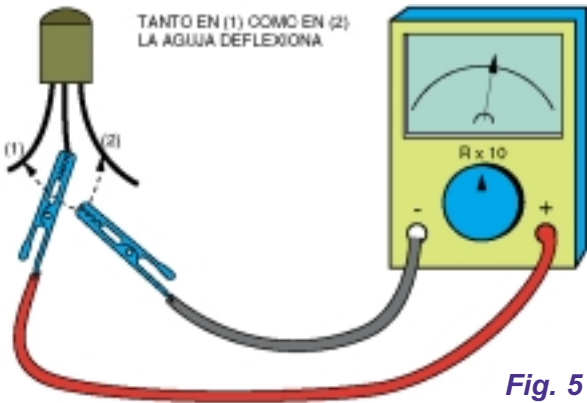
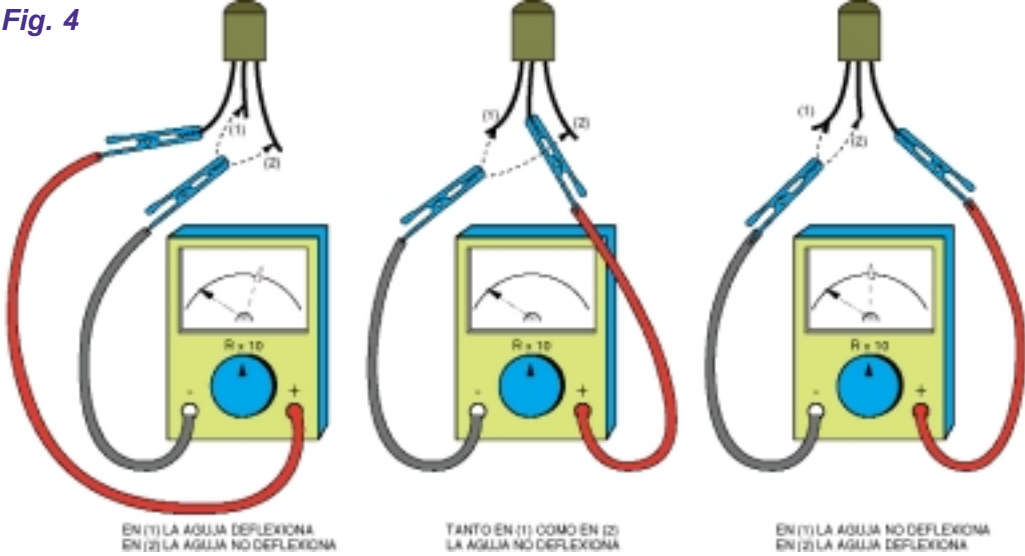


Fig. 5

Fig. 4



ANÁLISIS DE MONTAJES ELECTRÓNICOS

El análisis de un prototipo que no funciona o que

Primeras Reparaciones en Equipos Transistorizados

0,6V mayor que la tensión del emisor constatada en el punto 3. En los puntos 4, 5 y 6, dada la baja resistencia del bobinado de LI, encontramos prácticamente la tensión de la fuente, o sea: cerca de 6,0V.

1er. defecto

El primer defecto que analizaremos nos lleva a la siguiente tabla de medidas:

Punto	Tensión (V)
1	2,43
2	2,18
3	1,43
4	5,98
5	5,98
6	5,98

En este caso el aparato no oscila y por consiguiente no emite señal alguna. Como podemos ver, tenemos una tensión de base del emisor anormalmente alta (puntos 2 y 3). Pero mientras su diferencia se mantenga cerca de 0,6V, significa en principio que el transistor está bien. También está bien el divisor de tensión formado por R2 y R3, lo que nos lleva a las siguientes posibilidades de falla: capacitor C2 o C3. Vea que la bobina tiene continuidad ya que la tensión en el punto 4 es igual a la de la batería. Por eliminación llegamos a C3, pues con C2 con problemas aún tendríamos oscilación, a no ser que estuviese en corto. En caso de corto la tensión en el punto 2 debería ser de 6V, lo que no sucede.

Sustituyendo C3, el aparato vuelve a funcionar normalmente. Vea que ese capacitor debe ser cerámico, de buena calidad (de placa, por ejemplo), pues la humedad o una pequeña inductancia impiden la realimentación y, por consiguiente, la oscilación. Los capacitores inductivos, como los tubulares o los de poliéster, no sirven para esta función.

2... defecto

Sin oscilación, se constatan las tensiones siguientes:

Punto	Tensión (V)
1	2,58
2	0,77

3	0,05
4	0,06
5	5,98
6	5,98

La tensión anormalmente baja del colector (4) es lo que más llama la atención. Sin duda se debe a una interrupción en la bobina o a una soldadura fría. La tensión de base del transistor, de 0,77V, indica que este componente está aparentemente bien, así como el divisor formado por R2 y R3.

Como la falta de polarización del colector no recibe la corriente principal del transistor, la tensión en el punto 3 cae prácticamente a cero. Es suficiente resoldar la bobina para que el transistor funcione bien.

3er. defecto

Este defecto también impide la oscilación. Las tensiones medidas son:

Punto	Tensión (V)
1	2,58
2	2,69
3	2,23
4	5,98
5	5,98
6	5,98

Medimos en este caso una tensión anormalmente alta en la base del transistor.

La diferencia entre la tensión en el punto 2 y la tensión del emisor 3 es menor de 0,6V por lo que prácticamente no circula corriente entre esos dos elementos.

La tensión anormalmente alta del emisor 3 indica también que no hay pasaje de corriente por el punto a tierra (A).

Sospechamos de inmediato de R4, que puede tener mal el valor o haberse alterado aumentando o está totalmente abierta. Las tensiones de los puntos 4, 5 y 6 se mantienen normales cuando existe este defecto.

4... defecto

En este caso tampoco tenemos oscilaciones. Las tensiones medidas fueron:

Punto	Tensión (V)
1	2,56

2	0,00
3	0,00
4	5,98
5	5,98
6	5,98

Es evidente la falta de polarización de la base de Q1, ya que en el colector hay tensión y, por consiguiente, la batería está en buenas condiciones. Eso nos lleva de inmediato a R2 que está abierta. Un corto entre el emisor y la base del transistor también disminuiría esa tensión pero a un valor mayor que cero.

Otros defectos

El capacitor C2 abierto no produce muchas alteraciones en la tensión, pero disminuye el rendimiento del circuito. C1 abierto no influye en las tensiones pero produce falta de modulación (sonido).

MEDICIONES EN PEQUE OS AMPLIFICADORES

Cuando se queman los transistores de salida de amplificadores de audio, el equipo "enmudece". Si bien la localización del problema es casi inmediata, la sustitución representa la mayor dificultad ya que muchas fabricas usan códigos propios para ese componente y eso impide que se identifiquen las características y, por consiguiente, el empleo de equivalentes que puedan conseguirse en el mercado con facilidad. Damos a continuación, algunos datos para sustitución de esos componentes con un buen margen de seguridad.

La mayoría de los amplificadores de audio de equipos de sonido comerciales, tales como receptores, tres en uno, etc., utilizan etapas de potencia en simetría complementaria, como la configuración que se muestra en la figura 8.

En este circuito, cada uno de los transistores de salida amplifica la mitad del ciclo de la señal, de manera que la unión posterior de las dos mitades en el altoparlante reproduce el ciclo completo. Los semiciclos positivos son conduci-

Fig. 8

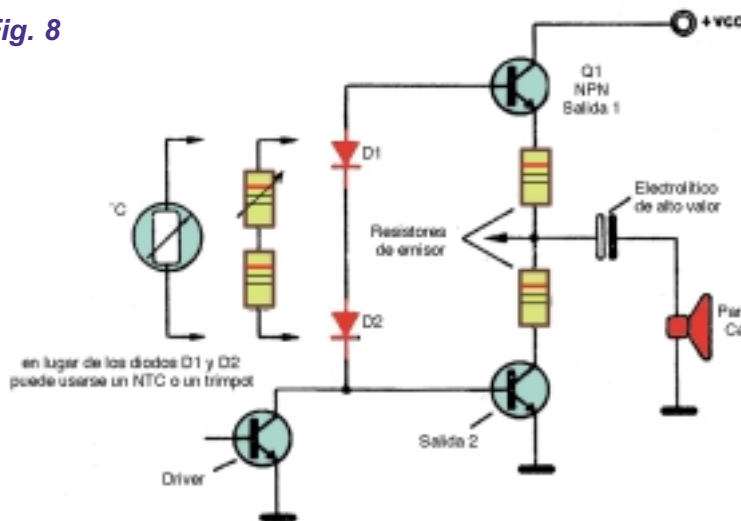


Fig. 9

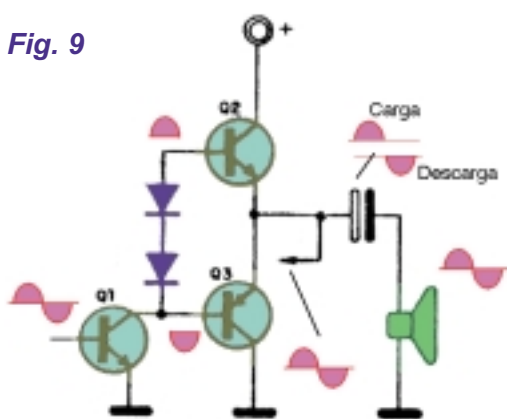
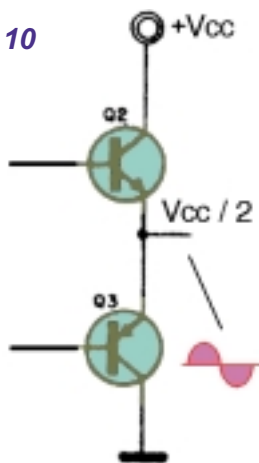


Fig. 10



dos por uno de los transistores y los negativos por otro como muestra la figura 9.

El transistor "driver" (excitador) polariza esta etapa de modo que haya una distribución de la señal (semiciclos) entre los transistores, en forma equitativa para que en la amplificación no haya distorsión.

En los circuitos comunes, el punto de reposo, es decir, cuan-

do no hay señal amplificada, lleva la salida a una tensión igual a la mitad de la tensión de alimentación (figura 10). En funcionamiento, esa tensión oscilará para más o para menos, según la polaridad de la señal reproducida, es decir, según que conduzca uno u otro transistor. Estos transistores de salida son justamente los que trabajan en el régimen más "pesado" en

un amplificador, debiendo soportar toda la corriente especificada para la potencia máxima.

Cuanto mayor es la potencia del amplificador, mayor es la corriente máxima soportada por estos transistores.

En función de la tensión proporcionada por la fuente del amplificador y de la corriente máxima que soportan los transistores en esta etapa, el técnico puede evaluar su potencia sonora con facilidad. Y en el caso de que alguno se haya quemado puede indicar equivalentes que deberán funcionar tan bien como los originales.

SUSTITUCIÓN DEL COMPONENTE

Cuando uno de los transistores de la etapa de salida se quema (o los dos) suelen "arrastrar" también los resistores del emisor que se habrán recalentado. También es conveniente verificar el elec-

trólito en serie con el altoparlante para ver si el quemado no se produjo por su entrada en corto (figura 11).

Teniendo en cuenta el esquema se verifica si el transistor quemado es el NPN o el PNP y si es del tipo Darlington o común (figura 12).

En principio podemos sustituir el transistor quemado por uno del mismo tipo con la corriente máxima de colector (IC) igual o mayor.

La tensión máxima entre el colector y el emisor del sustituto (VCE máx.) debe ser igual o mayor que la del transistor sustituido.

La polaridad del transistor es muy importante pues no podemos sustituir un PNP por un NPN y la disposición de los terminales debe verificarse. Debe darse preferencia a un transistor con la misma disposición de terminales que el original, pues eso normalmente facilitará su colocación en función de la necesidad de un contacto con el disipador.

Vea que estos transistores se montan en disipadores con un aislador, como muestra la figura 13. El aislador, untado con pasta de silicona, aísla la electricidad, es decir, evita el contacto eléctrico de la aleta (conectada al colector) con el disipador pero no impide el pasaje de calor. La elección del sustituto puede ha-

Fig. 11

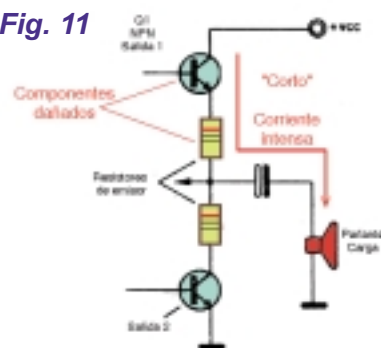


Fig. 12

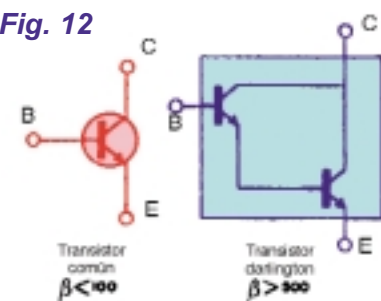
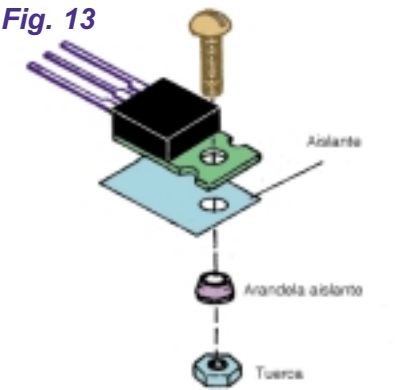


Fig. 13



cerse fácilmente a partir de las sugerencias que damos en la tabla.

EQUIVALENCIAS

Las equivalencias mostradas en la tabla 1, se dan para transistores en función de la potencia del amplificador y la tensión de la fuente.

Tabla 1

Potencia del amplificador	NPN	PNP	Vce
hasta 5W.....	BD135	BD136	45
.....	BD137	BD138	60
.....	BD139	BD140	80
de 5 a 10 watts.....	BD233	BD234	45
.....	BD329	BD330	20
.....	TIP29	TIP30	40
de 10 a 15 watts.....	BD433	BD434	22
.....	BD435	BD436	32
.....	BD437	BD438	45
de 15 a 25 watts.....	BD675	BD676	45(D)
.....	TIP31	TIP32	40
.....	BD677	BD678	60(D)
.....	TIP41	TIP42	40

(D) Darlington
Los valores dados son por canal.
Para potencias mayores siempre es aconsejable usar los originales.

Mediciones que Requieren Precisión

El potenciómetro es un instrumento para la medida de fuerzas electromotrices desconocidas o de una diferencia de potencial comparada en un todo o en parte con una diferencia de potencial conocida, producida por el flujo de una corriente conocida en una red circuital de características conocidas.

Básicamente están constituidos por divisores resistivos de ten-

sión y una tensión estable y conocida con precisión, la que está dada por una pila patrón.

Veamos un circuito simple, fig. 1, se logra la compensación cuando un galvanómetro conectado en el circuito del elemento E no da desviación alguna.

Entonces la f.e.m. del elemento compensado es igual a la tensión U entre los puntos A y B. Si R es la resistencia existente entre dichos puntos, e I la inten-

sidad de la corriente, se sigue $IR = E$ (en volt).

Ahora bien, esta ecuación puede aprovecharse de diversos modos, por ejemplo, partiendo de E y R, se podría determinar la intensidad I, es decir: podría aprovecharse la conexión para contrastar un amperímetro, o bien, midiendo I y R determinar E.

Sin embargo, en la medida de fuerzas electromotrices se procede generalmente así: se conectan sucesivamente el elemento a estudiar E y el normal de f.e.m. E, y se compensan.

Entonces se obtienen dos ecuaciones:

$Ex = Ix \cdot Rx$ y $En = In \cdot Rn$

de las cuales se deduce:

$$\frac{Ex}{En} = \frac{Ix \cdot Rx}{In \cdot Rn}$$

En la práctica se deja I o R constante durante las dos compensaciones y entonces se tiene:

Fig. 1

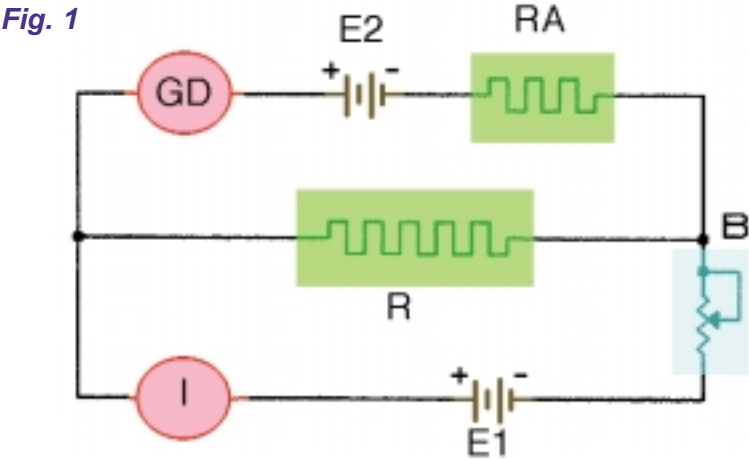
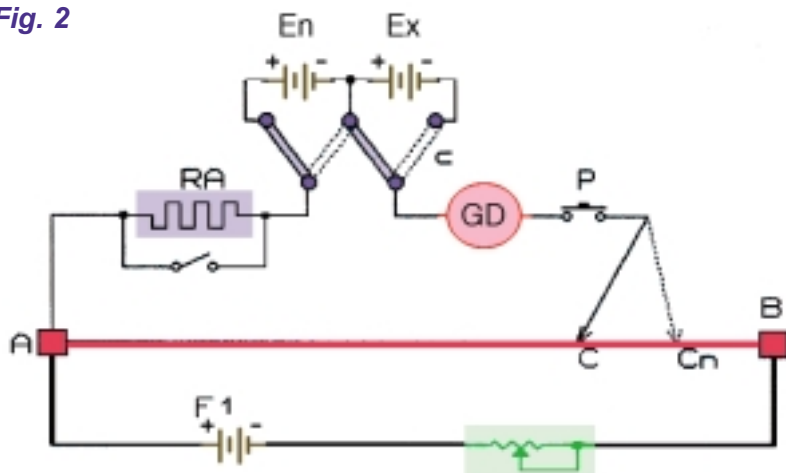


Fig. 2



$$\frac{E_x}{E_n} = \frac{R_x}{R_n}$$

también:

$$\frac{E_x}{E_n} = \frac{l_x}{l_n}$$

En el primer supuesto está fundado el método de compensación de Dubois-Reymond y en el segundo, el de Poggendorf.

Finalmente, ambos métodos pueden emplearse sucesivamente en una misma medida, como se hace con los aparatos de compensación.

M TODO DE COMPENSACION DE DUBOIS-REYMOND

Los dos elementos, E y E, variando la resistencia colocada entre los puntos de derivación y dejando constante la intensidad I de la corriente, deben compensarse uno después del otro.

Al variar la resistencia R no debe introducirse variación alguna en la resistencia total del circuito A E B A, fig. 2. El modo más cómodo para conseguir eso es efectuar la medición con un puente de hilo, suponiendo que el punto de corredera sea el punto de derivación.

Desplazando el contacto varía la resistencia R, sin variar la resistencia total. Según lo dicho, se conectará un elemento constante E, normalmente un acumulador, a los extremos del hilo calibra-

do, y se conecta el elemento a medir E o el normal E entre uno de los extremos del hilo y el contacto de corredera C.

En el circuito de compensación se conecta, además, un galvanómetro GD y una resistencia de protección RA; desplazando el contacto C, los dos elementos se compensan.

El cambio de E por E puede conseguirse por medio de un conmutador c. La corriente I, que pasa por el hilo en las dos posiciones del contacto, correspondientes a las dos compensaciones, debe ser la misma, porque las lecturas se hacen solamente cuando por el galvanómetro no pasa corriente.

Según lo dicho anteriormente, las dos fuerzas electromotrices E y E son proporcionales a las resistencias r y R, comprendidas entre los puntos de derivación A y C o C, respectivamente; por tanto:

$$\frac{E_x}{E_n} = \frac{R_x}{R_n}$$

Si el contacto C se encuentra después de la primera compensación en la división 1, y después de la segunda, en la 1, las resistencias R y R, comprendidas entre los puntos de derivación, serán proporcionales a las longitudes del hilo 1 y 1, es decir:

$$\frac{R_x}{R_n} = \frac{l_x}{l_n}$$

y, por consiguiente, se tendrá también,

$$\frac{E_x}{E_n} = \frac{l_x}{l_n}$$

o sea:

$$E_x = \frac{l_x}{l_n} \cdot E_n$$

En este método, ni la resistencia interna del acumulador E, ni 1 de las conexiones tienen influencia alguna, ya que intervienen en las fórmulas.

Supongamos que tenemos una pila patrón de 1,01874V, y en las medidas se ha encontrado que 1 = 84 cm y que 1 = 62 cm. Aplicando la última fórmula tenemos:

$$E_x = \frac{84}{62} \cdot 1,01874 = 1,38023V$$

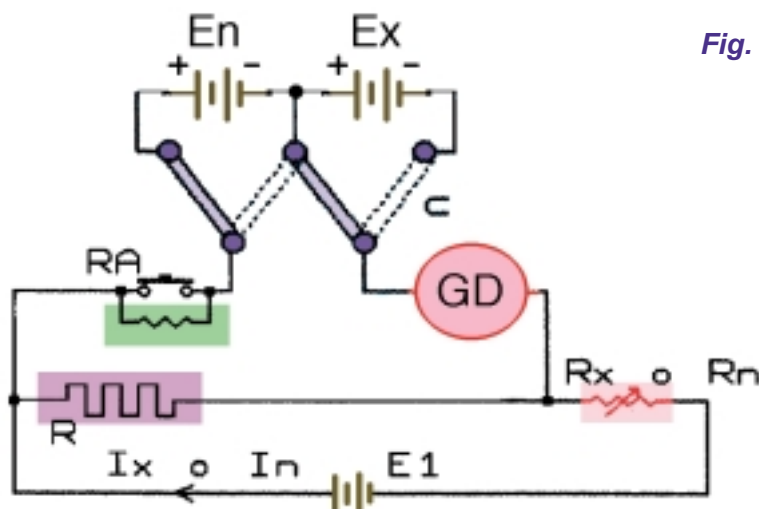


Fig. 3

M TODO DE COMPENSACI N
DE POGGENDORF

En este método se deja invariable la resistencia R entre los puntos de derivación y la compensación se efectúa variando la intensidad de la corriente.

Para ello se conecta entre dichos puntos una resistencia cuyo valor simplifique los cálculos, por ej. de 1.000 ohm y en el circuito del acumulador una caja de resistencias de precisión (vea la figura 3 de la página anterior). Al compensar el elemento normal En, la resistencia que se encuentra en el circuito principal será:

$$I_n = \frac{E_1}{R_n + R} = \frac{E_n}{R}$$

Al compensar E se ha obtenido una resistencia r; conservando la misma resistencia r de antes, se tendrá:

$$I_x = \frac{E_1}{R_x + R} = \frac{E_n}{R}$$

Dividiendo ambas ecuaciones obtenemos:

$$\frac{I_x}{I_n} = \frac{R_n + R}{R_x + R} = \frac{E_x}{E_n}$$

de donde deducimos:

$$E_x = \frac{R_n + R}{R_x + R} \cdot E_n \text{ (volt)}$$

Los resultados obtenidos por este procedimiento no son independientes de la resistencia del acumulador E ni de las conexiones, porque ellas se encuentran incluidas en Rn y R. Sin embargo, cuanto mayor sea el valor de R, tanto mayores habrá que hacer que sean los valores de Rn y R. Si éstos son lo bastante grandes, en comparación con los de aquellas resistencias, puede despreciarse su influencia.

Estos métodos también pueden utilizarse en la medida de corriente continua y de resistencias. En el caso de corriente lo que se hace es medir la caída de

tensión sobre una resistencia de bajo valor y de valor conocido con exactitud. Fig. 4.

Las medidas de resistencia se efectúan por comparación de tensiones, medidas con el potenciómetro. Fig. 5. La resistencia a medir se conecta en serie con una resistencia normal R, del mismo orden de magnitud y se envía por ambas una corriente de intensidad I adecuada.

Medimos con el potenciómetro, la caída de tensión sobre cada una y obtenemos:

$$U = IR \text{ y } U = IR$$

Dividiendo ordenadamente, deducimos:

$$\frac{U_x}{U_n} = \frac{R_x}{R_n}$$

o sea

$$R_x = \frac{U_x}{U_n} \cdot R_n$$

Como elemento indicador de equilibrio es necesario usar instrumentos de bobina móvil de muy alta sensibilidad; para ello se utilizan imanes muy potentes y bobinas móviles, suspendidas por medio de cinta tensa, para eliminar la fricción de los pivotes. Además, en muchos casos se obtiene un aumento muy grande de la sensibilidad, si se reemplaza la aguja por un pequeño espejo, sobre el cual se proyecta un haz de luz, el que se refleja sobre una escala translúcida. Esto es equivalente a una aguja de más de un metro de longitud.

Si bien no es probable que nos encontremos con estos tipos de instrumentos de medición, y a pesar de ser métodos desarrollados hace muchos años, estos aparatos aún se encuentran en uso en los laboratorios de grandes empresas y, si bien hoy es posible conseguir voltímetros digitales de seis cifras o siete, debemos tener en cuenta que no existe otra posibilidad que el potenciómetro y la pila patrón para su calibración.

Fig. 4

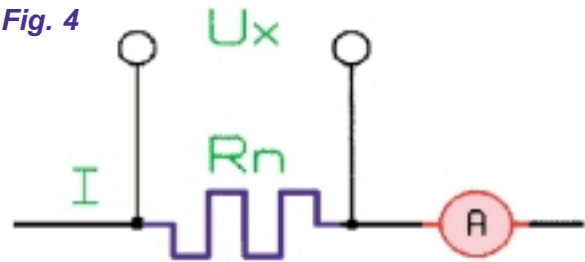
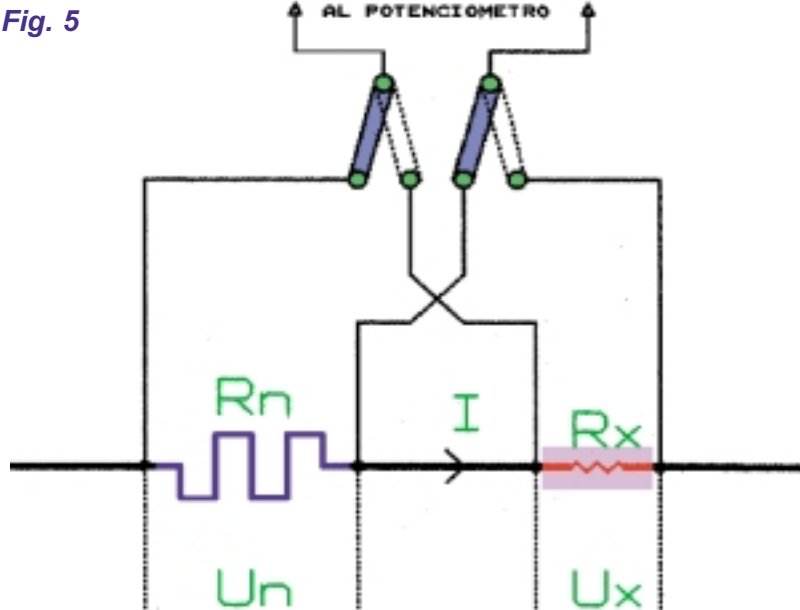


Fig. 5



Dispositivos Electrónicos de Memoria

DISPOSITIVOS DE MEMORIA

A los elementos que permiten retener información para su posterior uso o reproducción, se les llama "dispositivos de memoria". En este sentido, cualquier medio que permita registrar información, como una hoja de papel, una tarjeta perforada, una cinta magnética, un disco compacto o un circuito electrónico son, por ese hecho, dispositivos de memoria.

En la tecnología electrónica, los dispositivos de memoria se pueden clasificar en dos grupos:

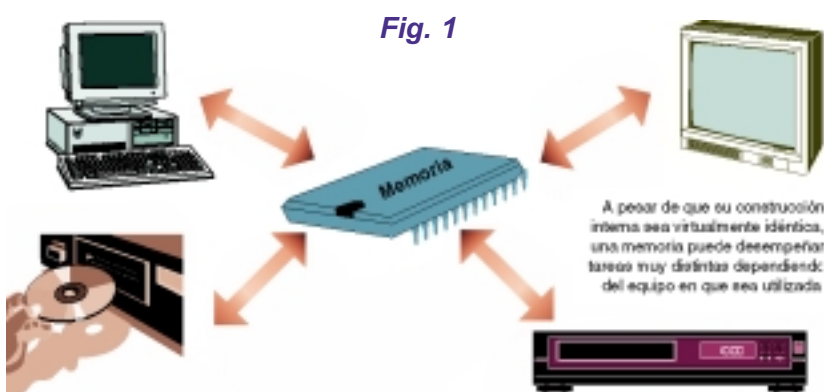
1) Los que se utilizan para grabar y reproducir información de uso final.

2) Los que se emplean para grabar y reproducir información de uso intermedio.

En el primer grupo encontramos al disco compacto de audio digital, al CD-ROM, a los videocassettes en sus diversas modalidades, al disco láser de video, etc. En el segundo grupo se incluyen a las memorias electrónicas en circuito integrado, a los discos duros de computadora, etc.

Y aunque ésta no es una clasificación muy técnica, la empleamos para distinguir entre el tipo de información de usuario propiamente dicha, de la información que se utiliza para apoyar la operación de sistemas electrónicos que procesan datos para un determinado fin. Por ejemplo, es distinta la información musical que se graba en un CD, de la información correspondiente al sistema operativo que se almacena en los circuitos de memoria RAM de una computadora, aunque en ambos casos se trate de datos en forma de bits.

Desde esta perspectiva, podríamos comparar a los dispositivos que se emplean para grabar y reproducir información de uso intermedio, con aquellas porciones del cerebro humano que almacenan los recuerdos u otros



datos que le permiten a este órgano vital tomar decisiones.

APLICACIONES DE LOS CIRCUITOS DIGITALES DE MEMORIA

En la electrónica moderna, los circuitos de memoria cada vez tienen mayor presencia. Se los aplica en computadoras, televisores, videograbadoras, reproductores de CD, videojuegos, e incluso en lavadoras automáticas, calculadoras de bolsillo y relojes de cuarzo. Su función consiste en almacenar instrucciones, operaciones, resultados de operaciones aritméticas y lógicas, etc., ya sea de manera temporal o definitiva, para luego reutilizar esta información en la ejecución de alguna instrucción subsecuente. Fundamentalmente, la aplicación de circuitos de memoria tiene que ver con sistemas electrónicos donde se procesan datos, se toman decisiones lógicas, se lleva un control de determinados eventos, se guarda cierto **estado de las cosas** como referencia futura, etc. Es decir, se emplean en registros de control y de almacenamiento que apoyan el funcionamiento de circuitos y subsistemas específicos en computadoras, audio, video, sistemas de control, etc. (figura 1).

NOTA HISTÓRICA

El surgimiento de los dispositivos de memoria está íntimamente

ligado al desarrollo de los sistemas de cómputo, aunque el primer elemento de memoria conocido tenía más bien una función de control; nos referimos a las tarjetas de madera perforadas, un invento del francés J. Marie Jacquard que permitía controlar el patrón de tejido de los telares mecánicos, y el cual data de 1805.

A finales del siglo XIX, el norteamericano Hermann Hollerith aprovechó el principio de tarjetas perforadas para manejar las cifras del censo de Estados Unidos de 1890, tarea que pudo llevar a cabo en tan sólo dos años y medio, cuando antes tomaba ocho o más años. Con el paso del tiempo, Hollerith participó en la creación de la *Computing Tabulating Recording Company*, empresa que en 1957 dio origen a la *International Business Machines Corporation*, mejor conocida por sus siglas: IBM.

A principios del siglo XX se desarrollaron las primeras calculadoras eléctricas, cuya operación se basaba en la apertura y cierre de un gran número de relevadores, cada uno de los cuales funcionando como unidad de memoria de un dato elemental. Ya en los años 40's, con la aparición de la ENIAC, la primera computadora completamente electrónica, surgieron las primeras memorias construidas con válvulas de vacío (bulbos). Pero como la información almacenada se perdía irremediabilmente en cuanto se apagaba la máquina, los da-

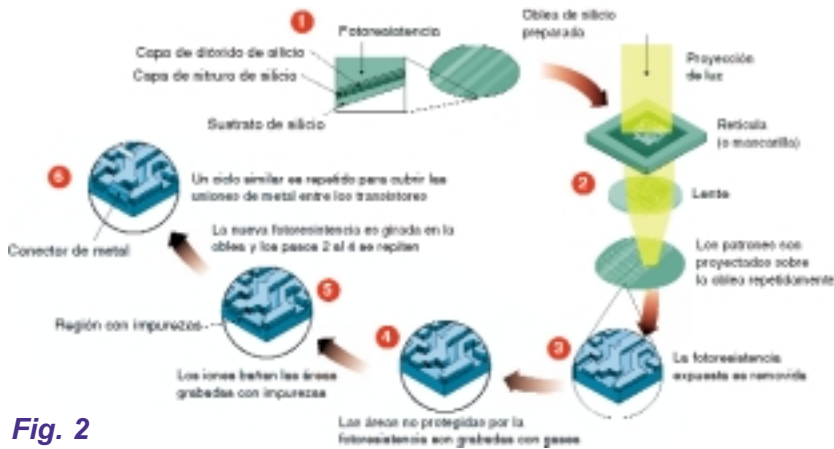


Fig. 2

tos se almacenaban en una cinta perforada de papel como un medio de memoria permanente.

Es importante mencionar que los dispositivos de memoria tuvieron un impulso en su desarrollo, precisamente en los años 40's, cuando se sentó el modelo teórico en el que se basarían los diseños de las computadoras. En efecto, en 1944 John Von Neumann propuso la idea de introducir en la memoria de trabajo de la máquina tanto el programa a ejecutar como los datos a procesar. Desarrollos posteriores permitieron diseñar memorias más compactas, como la de anillos magnéticos, basada en una red de conductores eléctricos en forma de matriz, con sendos anillos de material ferromagnético en cada unión. Sin embargo, fue con el advenimiento de los transistores que se pudo diseñar una nueva generación de memorias electrónicas, significativamente más pequeñas, con una mayor velocidad de respuesta y una operación general mucho más confiable.

A fines de los años 50's, con el desarrollo de la tecnología planar por parte de la compañía Fairchild, fabricante de semiconductores, surgieron los primeros circuitos integrados, en los cuales se empaquetó una gran cantidad de componentes en una sola pastilla de silicio con un encapsulado sencillo.

Las capacidades actuales de los circuitos de memoria son realmente sorprendentes; por ejemplo, se han anunciado chips capaces de almacenar hasta 16 mi-

llones de bytes, lo que significa que un módulo de 32MB de RAM se podría construir con tan sólo dos de estos integrados; y todo parece indicar que los desarrollos en este campo seguirán por tiempo indefinido.

TÉCNICAS DE FABRICACIÓN DE LAS MEMORIAS DIGITALES

Las técnicas de fabricación de las memorias digitales, no difieren sensiblemente de las que se utilizan en cualquier otro circuito integrado, incluidos los modernos microprocesadores. En efecto, se utiliza tecnología MOS grabando millones de minúsculos transistores en grandes obleas de silicio, utilizando para ello métodos de fotograbado muy similares a los de la litografía (figura 2). Esto ha permitido la fabricación de memorias de capacidad creciente sin que por ello su costo se incremente (al contrario, tiende a disminuir considerablemente); por lo tanto, en la actualidad podemos hablar fácilmente de sistemas de cómputo que poseen varios millones de bytes de memoria instalada sin que eso implique un precio excesivo.

CÓMO TRABAJA UNA MEMORIA DIGITAL

Una memoria digital es un dispositivo que almacena estados lógicos, es decir, 1's y 0's. Para ello, requiere de un sistema de en-

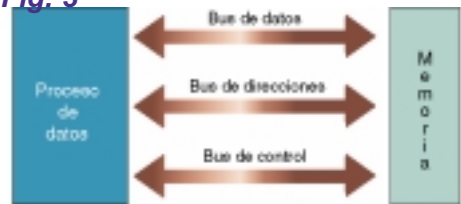
trada de datos, un sistema de direccionamiento de los datos hacia localidades de memoria específicas y un método para recuperar o dar lectura a la información ya grabada. Para llevar a cabo estas funciones, es necesaria la presencia de tres buses independientes, pero que interactúan estrechamente entre sí: el bus de datos, el de direcciones y el de control. Vea en la figura 3 una explicación gráfica de para qué sirve cada uno de ellos.

Por ejemplo para guardar un dato específico en una memoria, la información correspondiente se coloca en el bus de datos, mientras que en el de direcciones se identifica la casilla específica donde será almacenada dicha información; por su parte, en el bus de control se indica qué se va a hacer con ese dato (guardarlo, dejarlo pasar, etc.) Una vez almacenada la información, ésta permanece en dicha localidad de memoria tanto tiempo como esté energizado el sistema, y si en un momento dado se desea leer los datos, simplemente en el bus de control se envía una orden de lectura, en el de direcciones la ubicación de la casilla de interés, y la memoria coloca su información en el bus de datos. Este proceso puede repetirse millones de veces por segundo.

MEMORIAS DE LA FAMILIA ROM

Las primeras memorias semiconductoras que se utilizaron fueron del tipo ROM (Read Only Memory o memoria de sólo lectura). Como su nombre lo indica, estos

Fig. 3



Todo sistema que se apoye en memorias digitales debe poseer por lo menos tres tipos de buses:

- 1) De datos, donde circula toda la información que se lee o escribe en la memoria.
- 2) De direcciones, que indica el lugar exacto donde se va a guardar o leer un dato.
- 3) De control, que indica qué se va a hacer en un momento determinado: una lectura, una escritura, una transferencia, etc.

Una memoria ROM de tres palabras de cinco bits cada una, usando conexiones de diodos entre las direcciones y las líneas de bits.

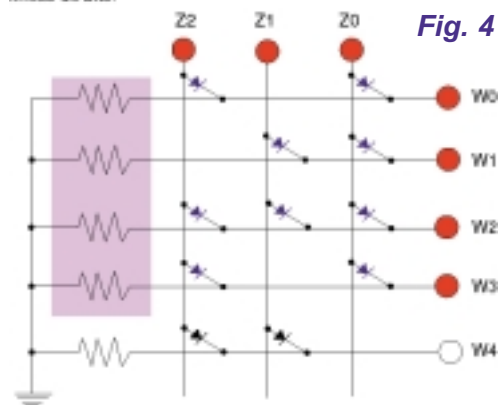


Fig. 4

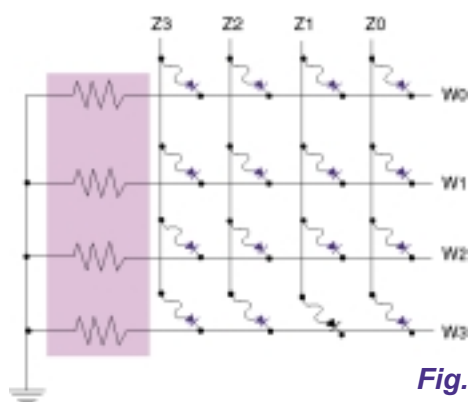


Fig. 5

dispositivos se diseñaron para almacenar datos que sólo pueden ser leídos por el usuario, pero no modificados, lo cual resulta de gran utilidad en aparatos que siempre trabajan con las mismas rutinas o principios; de esta manera, el programa requerido para la operación de los circuitos involucrados, se graba en una ROM para que el microprocesador lo ejecute sin variaciones.

A su vez, dentro de la familia de memorias ROM se encuentran varias categorías. ROM, PROM, EEPROM y UV-EPROM.

Memorias ROM

Estrictamente hablando, éstas fueron las ROM originales. Su característica principal es que la información queda grabada por medios físicos en la pastilla de silicio (por lo general, en forma de un diodo conectado a un par de líneas cruzadas).

En la figura 4 se muestra la configuración básica de este elemento de memoria; observe que se trata de un arreglo resistencia-diodo en el que se almacena un dato, consistente de

una tensión alta o baja (bit), dependiendo de si existe o no un diodo entre ambas líneas.

Memorias PROM

En este tipo de memorias se utiliza una configuración similar a la anterior (resistencias y diodos), con la diferencia de que todos los diodos tienen asociado un fusible, el cual puede ser fundido mediante pulsos eléctricos en las celdas convenientes, para definir el arreglo de unos y ceros correspondientes a la información que va a ser almacenada. Ver figura 5.

Por esta capacidad de **programación**, a tales elementos se les conoce con el nombre de **PROM (Programmable Read Only Memory o memoria de sólo lectura programable)**. Y no obstante que ofrecen un cierto

grado de flexibilidad, una vez que estas memorias son **programadas** su información ya es permanente, quedando como una ROM convencional, lo cual es una desventaja cuando llega a cometerse algún error en el programa o llega a requerirse determinado cambio funcional, puesto que el circuito ya no puede reutilizarse.

Memorias EEPROM

El siguiente paso en el desarrollo de las memorias digitales, fue un elemento capaz de ser programado por el usuario, pero con la posibilidad de modificaciones posteriores en la información almacenada. A dicho elemento se le llamó **EEPROM, por las siglas de Electrically Erasable PROM, o PROM borrable eléctricamente**. Como su nombre lo indica, este tipo de memorias están constituidas por celdas cuya información digital puede ser grabada o borrada por el usuario mediante un pulso de tensión de características adecuadas, lo cual es una gran ventaja en actividades diversas donde se requiere hacer

cambios en los datos o en los programas de trabajo.

Memorias UV-EPROM

El desarrollo más reciente en el terreno de las memorias digitales de la familia ROM, es un circuito capaz de ser programado y posteriormente borrado con extrema facilidad, pero no mediante un pulso eléctrico (lo cual en ocasiones llega a destruir algunas celdas, dejando inutilizado por completo al **chip**), sino mediante una radiación intensa de luz ultravioleta, de ahí precisamente el nombre de **UV-EPROM (Ultra-Violet Erasable PROM o PROM borrable por ultravioleta)**.

Este tipo de memorias son las más empleadas actualmente en aplicaciones donde se requiere un dispositivo de sólo lectura, pero lo suficientemente flexible como para poder ser modificado el programa o los datos contenidos. Usted las puede identificar por una **ventana** en la parte superior, justamente por donde se expone al **chip** a las emisiones ultravioleta cuando va a ser borrada.

MEMORIAS DE LA FAMILIA RAM

Las memorias ROM satisfacen una buena parte de las necesidades de tipo informático y electrónico, pero no todas, especialmente aquéllas en las que se requiere almacenar datos o un programa de manera temporal. Precisamente, las memorias que cubren esta necesidad son las **RAM (Random Access Memory o memoria de acceso aleatorio)**, de las cuales existen diversas categorías, a saber: **SRAM, DRAM, VRAM y NOVRAM**.

En una memoria RAM es posible escribir, leer, modificar y borrar información cuantas veces se requiera, sin necesidad de recurrir a técnicas especiales y en **tiempo real**, o sea, sin tener que retirar el circuito para volverlo a programar, como sucede con las ROM. La única desventaja derivada de su propia flexibilidad, es que sólo puede servir de almacén de datos binarios si se encuentra energizada (con su ten-

sión de alimentación convenientemente aplicado), de tal manera que si se produce un fallo de energía la información se pierde irremediablemente, lo que no pasa con las ROM.

Memorias SRAM

SRAM corresponde a las siglas de **Static RAM o RAM estática**. Este es un tipo de memoria que almacena la información suministrada durante todo el tiempo de operación del sistema, sin necesidad de confirmación o refrescamiento de ella. Este tipo de memorias se utiliza en muy diversas aplicaciones, sobre todo aquellas en las que la falta de energía o la rapidez de respuesta sean factores críticos (las memorias tipo SRAM son significativamente más rápidas que las DRAM).

Memorias DRAM

DRAM corresponde a las siglas de **Dinamic RAM o RAM dinámica**. Es un tipo de memoria que comparte muchas características con la SRAM, aunque en este caso sí se requieren pulsos de **refresco** para confirmar constantemente la información almacenada en sus celdas.

La característica principal de estas memorias es, además de su necesidad de pulsos de **refresco**, su baja necesidad de transistores para construirlas; sólo como referencia, para almacenar un solo bit con una memoria tipo SRAM es necesario utilizar seis transistores, mientras que para guardar el mismo bit en una memoria tipo DRAM sólo se necesita un transistor; por tal razón, este tipo de memoria RAM es la más empleada en aplicaciones donde se requieran cantidades significativas de memoria.

Memorias VRAM

VRAM corresponde a las siglas de **Video RAM o RAM de video**. Es un tipo de memoria que trabaja de manera idéntica a las memorias DRAM, con la diferencia de que en lugar de utilizar un solo bus para la escritura y lectura de datos (a fin de ahorrar costos de encapsulado) disponen de un bus exclusivo para los datos de entra-

da y otro para los de salida, permitiendo así que una porción de la memoria realice la función de lectura al tiempo que otra lleva a cabo la función de escritura.

Este tipo de memorias se utilizan especialmente en computadoras y otros sistemas donde es necesario el manejo de video digitalizado, ya que en dichas funciones se requiere una alta velocidad en la transmisión de datos; y como es muy costosa la fabricación de memorias convencionales capaces de trabajar a tales velocidades, los diseñadores prefieren aprovechar el recurso de doble bus.

Memorias NOVRAM

NOVRAM corresponde a las siglas de **No-Volatile RAM o RAM no volátil**. Su principal característica es que combinan el comportamiento dinámico de una RAM con la rigidez eléctrica de una ROM; esto es, ofrecen la función de escritura con la posibilidad de retener la información almacenada una vez que es suspendido el suministro de energía eléctrica, con la opción posterior de modificar los datos una y otra vez. Este tipo de memorias se utilizan en muchos aparatos electrónicos de consumo, tal es el caso de algunas marcas y modelos de televisores, que a pesar de permanecer apagados y desconectados por un tiempo prolongado, al conectarlos y encenderlos nuevamente **recuerdan** el canal en que estaban sintonizados y el volumen final al que se apagó el aparato. Esto se logra guardando toda esta información precisamente en una memoria NOVRAM.

MEMORIAS EN EQUIPOS DE AUDIO Y VIDEO

Todos los equipos modernos de audio y video incluyen sistemas digitales, ya sea para el control de funciones, la activación de bloques de circuitos o para el movimiento de mecanismos complejos, etc. A su vez, como base de los microcontroladores, están los circuitos de memoria, que pueden estar interconstruidos en

el propio microcontrolador o alojados de manera externa.

En audio y video, el uso de memorias tanto del tipo ROM como del tipo RAM es intensivo. Las primeras almacenan información que nunca varía, mientras que en las del segundo tipo se almacenan datos que, por su naturaleza, deben variar; por ejemplo, **¿cómo es que un radio digital recuerda la última estación en que estaba sintonizada al momento de apagar el aparato?**

Esto se logra precisamente por el uso de memorias RAM que graban los datos de la estación sintonizada, para lo cual una batería o condensador de respaldo la mantiene alimentada mientras el equipo esté apagado. Por lo tanto, cuando nos enfrentemos a un radio, un televisor o cualquier otro aparato que cada vez que es apagado **olvida** la información previa, lo más probable es que se trate de algún problema en el dispositivo de respaldo a la alimentación de la memoria RAM.

Pero existen casos especiales que deben mencionarse, debido a que se han convertido en un problema para muchos técnicos en electrónica.

Quien se dedica a esta actividad, seguramente ya está familiarizado con la nueva generación de televisores, videograbadoras y equipos modulares, en los que se les han eliminado por completo los tradicionales ajustes por potenciómetros, reemplazándolos por ajustes digitales realizados ya sea con el control remoto o con el teclado del panel frontal.

Pues bien, todos estos ajustes suelen almacenarse en una memoria del tipo **EEPROM**, en la que se graba un nuevo valor que cada vez que se modifica un ajuste, información que permanece aun si se apaga el equipo o es desconectado de la línea de alimentación. Sin embargo, en el caso de los televisores, como se manejan altas tensiones, este tipo de memorias con frecuencia resultan dañadas, perdiendo su información o modificando algún parámetro fuera de sus límites de operación normal.

MEMORIAS EN COMPUTADORAS PC

Por su función en una computadora PC, los tipos de memoria que podemos encontrar son:

RAM

Siempre que se habla genéricamente de la memoria RAM de un sistema, se está hablando específicamente de aquella memoria que será utilizada como medio de almacenamiento temporal principal para el microprocesador. Es decir, el lugar donde las aplicaciones y los archivos de trabajo se cargan desde disco duro y quedan a disposición del CPU para su utilización inmediata. A este tipo de memoria también se le llama DRAM o RAM dinámica, debido a que para mantener su información por períodos prolongados de tiempo, es necesario aplicar unos pulsos de **refresco** periódicamente, ya que de lo contrario los bits se desvanecerían.

Cach

Se llama así a un pequeño bloque de memoria de rápido acceso, que sirve como **punto** entre una memoria RAM lenta y un microprocesador rápido. Esta memoria es muy costosa, y de forma

típica un sistema tiene tan sólo entre 256 y 512kB de caché. A este tipo de memoria también se le denomina SRAM, siglas de **Static RAM** o RAM estática; y su diferencia principal con la RAM común es que esta memoria no necesita de pulsos de refresco periódicos para mantener su información.

ROM

Memoria de sólo lectura, donde se almacenan las rutinas básicas de entrada y salida (el BIOS), además de las pruebas y códigos POST. La característica principal de este tipo de memoria es que pueden mantener por tiempo indefinido una información, incluso después de que se ha retirado la alimentación al sistema; lo cual la hace idónea para guardar información que por su naturaleza no precise cambios.

Memoria Flash

Este es un nuevo desarrollo que ha permitido la producción de una memoria que para fines prácticos se comporta como una RAM y una ROM al mismo tiempo; esto es, puede variarse la información que contiene, pero es capaz de mantenerla incluso cuando se ha retirado la alimentación al sistema.

CMOS-RAM

Se trata de un tipo de memoria RAM construida con una tecnología especial, típica por su bajísimo consumo de potencia. Este bloque se añadió a la plataforma PC a partir del estándar AT, donde se introdujo un reloj de tiempo real, además de la utilidad de **Setup** o configuración, la cual también debe mantenerse al cortar la alimentación. Esta memoria se mantiene con energía de forma permanente gracias a una pequeña batería recargable o a una pila de litio, que le envía energía mientras la computadora está apagada.

Memoria de video

Desde la aparición del estándar VGA, fue necesario incorporar a la tarjeta encargada del despliegue una cierta cantidad de RAM, para facilitar el manejo de los gráficos en el monitor, al tiempo que se descarga a la memoria principal del trabajo de manejar los datos de video. Esta memoria se encuentra adosada en la tarjeta respectiva, y de forma típica encontramos desde 256kB hasta las modernas tarjetas con 2,4MB o más de RAM de video.

Scorpion 2: Microtransmisor de FM de Gran Alcance

Son muy conocidos los circuitos transmisores de FM de reducido tamaño, utilizados como elementos de vigilancia (espía), los cuales deben tener un alcance considerable y estabilidad en frecuencia aceptable. Sin embargo, estos dispositivos suelen emplear circuitos integrados que a veces no son fáciles de conseguir. Presentamos un transmisor que combina las características del Scorpion, publicado en la revista Saber Electrónica N° 1, con las del Tx de FM de Saber Electrónica N° 102, lo que da como resultado un aparato confiable y de bastante buena estabilidad, con un alcance promedio de 70 metros.

En la revista Saber Electrónica

N° 1 se publicó el microtransmisor **Scorpion**, un circuito que puede armarse dentro de una caja

de fósforos y que tiene un alcance de unos 50 metros. Luego, en Saber N° 102 dimos el circuito de

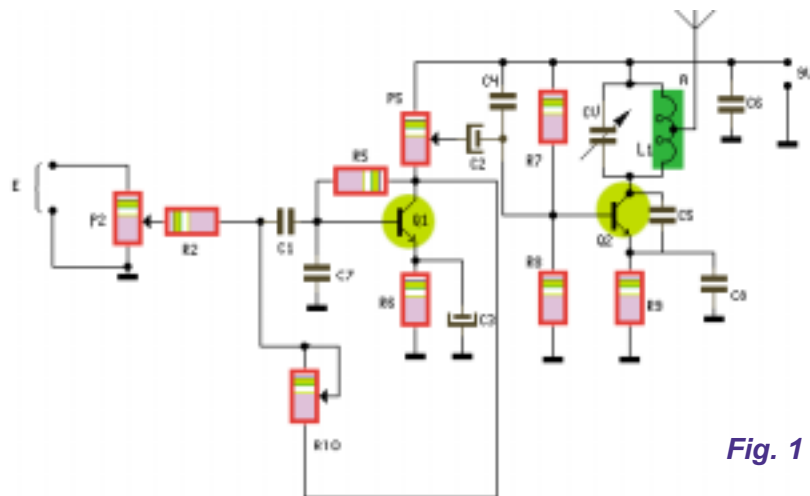


Fig. 1

un transmisor que puede ser empleado en conferencias, como micrófono sin cables con etapa mezcladora.

En este tomo brindamos el esquemático de un micrófono de FM que pueda transmitir a distancia diferentes fuentes de señal, como si fueran varios micrófonos direccionales, cercanos a nuestro microtransmisor, que apuntan a diferentes ángulos con el objeto de cubrir los **360° de una habitación**.

El circuito es muy sencillo y puede incluir más fuentes de señal. Sólo basta con ampliar el esquema de la figura 1, con el agregado de tantos conectores, potenciómetros y resistencias como sean necesarias (siempre respetando el esquema propuesto).

La bobina L1 consiste en 4 espiras de alambre esmaltado de 0,5 mm de diámetro, bobinadas sobre una forma de 1 cm sin núcleo.

El trimer Cv puede tener capacidades máximas comprendidas entre 30 y 80pF (trimer común).

El potenciómetro conectado en el colector de Q1 permite ajustar el nivel de modulación, en función de las fuentes de señal. Dicho componente debe ajustarse para que no existan distorsiones e interferencias que puedan perjudicar la calidad de la transmisión.

Por otra parte, el potenciómetro conectado entre colector de Q1 y la etapa mezcladora, permite regular el nivel de realimentación con el objeto de asegurar

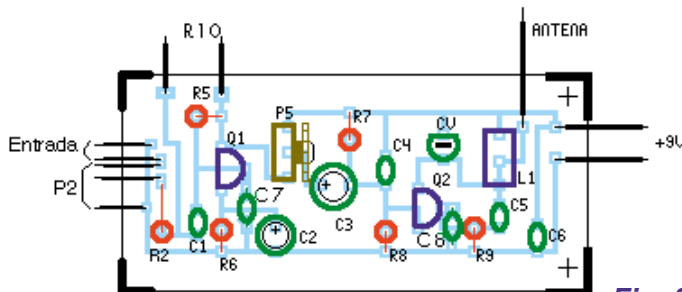
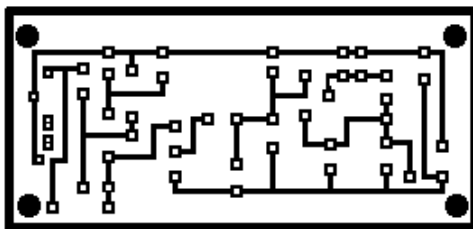


Fig. 2

una oscilación estable para la frecuencia con que se ajuste el transmisor.

Cabe aclarar que este circuito fue probado en toda la banda de FM comercial, para obtener el mejor desempeño en frecuencias cercanas a los 85MHz. Para frecuencias del orden de los 100MHz, la mejor estabilidad se consiguió cuando la bobina L1 tenía 3 vueltas y media bobinadas sobre una forma de cartón de 1 cm de diámetro (en realidad sin forma) con una longitud total de 7 mm.

Si la transmisión es **ruidosa**, conviene retocar el valor de C7, se colocará, en su lugar, otro componente de 22nF.

El funcionamiento del circuito es sencillo; las diferentes fuentes de señal se aplican a la base del transistor Q1 con un nivel que puede ajustarse por medio de cada potenciómetro de entrada.

Q1 cumple la función de amplificar y ecualizar las señales entrantes para ser aplicadas al transistor BF494B que cumple la función de generar la portadora que será modulada en FM por la infor-

mación. Dicho transistor cumple las funciones combinadas de modulador y amplificador de RF.

Si posee dificultades en conseguir una oscilación estable, puede bajar el valor de C8 e, incluso, retirarlo del circuito.

Construido el aparato, se debe colocar una antena formada por un cable de unos 10 cm de largo y se debe proceder al ajuste, se variará la posición de Cv hasta captar la señal en un sintonizador, en la frecuencia.

LISTA DE MATERIALES

- Q1 - BC548C - Transistor NPN.
- Q2 - BF494B - Transistor NPN de RF.
- P2 - Pot. logar tnicos de 100k%
- R2 - 100k%
- R5 - 1M5
- R6 - 1k%
- R7 - 33k%
- R8 - 18k%
- R9 47%
- R10 - Pot. de 2M2
- P5 Pot.de 10k%
- L1 - Ver texto
- C1 - 220nF
- C2 - 10 F x 12V
- C3 - 10 F x 12V
- C4 - 4,7nF - Poli ster.
- C5 - 4,7nF NPO
- C6 - 100nF - Cer mico
- C7 - 10nF - Poli ster
- C8 - 1nF - Poli ster (opcional)
- Cv - Trimer com n de 80pF

Varios

Placas de circuito impreso, gabinete para montaje, estaño, cables, etc. *****

**El Mundo de la
Electrónica**

Es una publicación de Editorial Quark, compuesta de 24 fascículos, 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 Horacio Vallejo y la colaboración de Leopoldo Parra Reynada.

