

El Mundo de la Electrónica

Reparación
de Equipos
Electrónicos

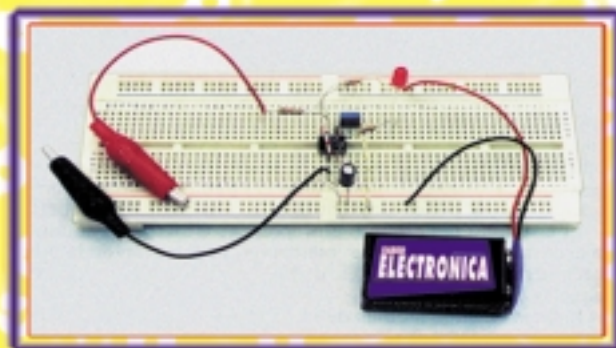


SABER
ELECTRONICA
EDICION ARGENTINA

Identificación de Componentes

Medidor de Transistores

TV
AUDIO
VIDEO
MICROPROCESADORES



Bricolage

Enciclopedia Visual de la Electrónica

INDICE DEL CAPITULO 11

IDENTIFICACION DE COMPONENTES

Resistores.....	163
Capacitores.....	163
Diodos.....	163
Transistores.....	164
Circuitos Integrados.....	165

COMO ENCARAR LA REPARACION DE EQUIPOS ELECTRONICOS

Camino lógico.....	167
Conocer la operación de un circuito.....	168
Conclusión.....	170

EL LASER Y LOS CONCEPTOS DE LA LUZ

La luz en la época de las luces.....	170
Los planteamientos de Huygens.....	171
Los planteamientos de Newton.....	171
Einstein y el efecto fotoeléctrico.....	171
Partículas elementales de la materia.....	172
Absorción y emisión.....	172
Fuentes convencionales de luz.....	173
Emisión inducida o estimulada.....	173
Estructura básica del láser.....	173
Consideraciones Finales.....	174

MEDIDOR DE TRANSISTORES

El circuito.....	175
------------------	-----

Cupón N° 11

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 11

Identificación de Componentes Electrónicos

Los componentes más comunes de los montajes son los resistores, capacitores y diodos, que presentan sólo dos terminales o "patitas" como también se las denomina.

Los resistores se identifican fácilmente por sus bandas de colores que indican el valor. Eso quiere decir que podemos separar con facilidad los resistores de otros componentes del montaje.

Los resistores no son polarizados, lo que significa que tanto da unir este componente con todas las bandas para un lado como para el otro, como muestra la figura 1. Lo mismo ocurre con los llamados capacitores de bajo valor.

Estos capacitores son de cerámica, poliéster, poliestireno, aceite, etc., que se identifican por la marcación. La marcación tiene el valor del componente según códigos especificados en la lista de materiales.

Estos capacitores tampoco tienen polaridad, lo

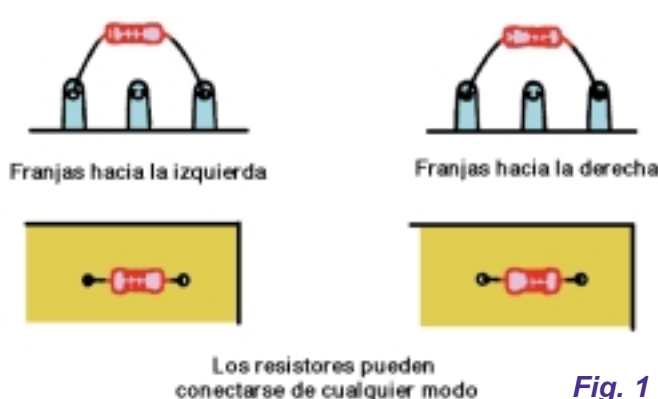


Fig. 1

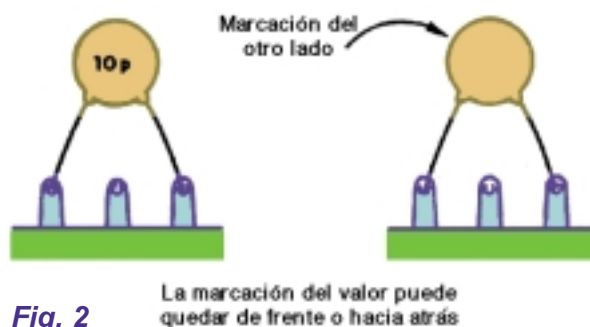


Fig. 2

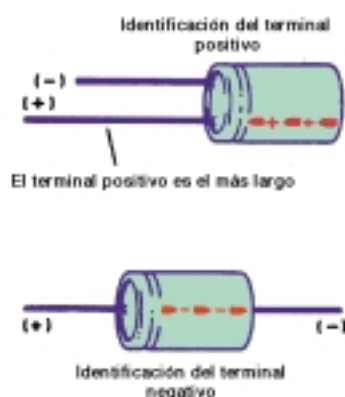


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

que significa que da lo mismo unir el componente con el lado marcado para un lado o para el otro (figura 2).

En compensación, los diodos y los capacitores electrolíticos son componentes polarizados.

Los capacitores electrolíticos tienen una marca para la polaridad que puede ser del polo positivo (+) o del negativo (-) como se muestra en la figura 3.

La posición del componente debe ser tal que coincida con la polaridad. Si hubiera un diagrama, para un capacitor electrolítico el trazo blanco representa el polo positivo y el trazo negro el polo negativo.

Los diodos se presentan con distintos tipos de cubiertas, algunos de los cuales exigen la atención del armador para no hacer inversión o conexión equivocada.

El tipo más común está dotado de una banda que identifica el cátodo o K, que está siempre marcado en los diagramas o en las vistas de puentes y placas (figura 4). Otros tipos, como el que muestra la figura 5 tienen el símbolo marcado en lugar de la banda. En este caso la flecha corresponde al ánodo (A) y la barra al cátodo (K). En algunos casos puede faltar la marcación de la banda o el símbolo. Para los diodos de señal (diodos de pequeñas corrientes) podemos hacer la identificación mirando el interior de la cubierta

de vidrio transparente. En este caso, según muestra la figura 6 tenemos un alambre fino llamado "bigote de gato" que corresponde

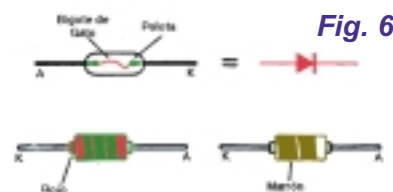


Fig. 6

Fig. 7

(E), el colector (C) y la base (B). Eso significa que todos los transistores deben tener un mínimo de tres terminales. Decimos un mínimo porque existen algunos con un terminal más para la conexión a la carcasa, que sirve de blindaje, como muestra la figura 7.

Existen muchos tipos de cubiertas para los transistores según sugiere la misma figura. *Y como muchos lectores ya deben haber pensado, el orden de colocación de los terminales de emisor, colector y base no es siempre el mismo!*

Para los de poca potencia, como los "BC" que tanto usamos en nuestros proyectos, el orden es colector, base, emisor, mirados desde abajo, con la parte achatada hacia arriba. Y existen los "BF" en que el orden es distinto como el BF494, BF454 y BF495, como se ven en la figura 8.

Entre éstos, tenemos el colector, el emisor y la base en la punta. *¡Hasta en los BC puede aparecer este tipo de disposición!* Y por ese motivo y en caso de duda, cuando no tenemos un transistor conocido, debemos tener las tablas de identificación o los manuales.

También existen los transistores de potencia grande y mediana.

Para los BD más comunes, como por ejemplo los 135, 136, 137, etc., la disposición de los terminales está dada en la figura 9, junto con los "TIP" (29, 30, 31, 32, 41, 42, etc.).

Recordamos que en estos transistores existe un contacto eléctrico entre la parte metálica (que debe quedar para abajo en la identificación de los terminales) y el colector. Por este motivo se recomienda en los montajes que usan disipadores, que éstos estén aislados. *El disipador en contacto con el transistor también hace contacto con su colector!*

El aislamiento se efectúa con una hoja de plástico o mica entre el transistor y el disipador. Puede colocarse en ese punto un poco de pasta térmica para facilitar la transferencia de calor (figura 10).

También en este caso están los transistores con cubiertas metálicas del tipo TO-3, como el 2N3055. Esos transistores tienen

Fig. 8

al ánodo y una pequeña "bolita" de material semiconductor que corresponde al cátodo.

En la misma figura tenemos diodos con bandas cuyos tipos se identifican por los colores.

El mismo tipo de identificación vale para los diodos zéner, recordemos que funcionan "al contrario", o sea que están polarizados en el sentido opuesto. El ánodo de los diodos zéner en una fuente está normalmente conectado a

tierra (negativo).

Para los transistores y otros componentes de tres patitas, las confusiones pueden ser peores.

Existen distintos tipos de transistores: el más común es el llamado transistor "bipolar" que puede ser NPN o PNP. Además de éstos, tenemos los transistores unijunturas, los transistores de efecto de campo, etc.

Los terminales fundamentales de los transistores son el emisor



Fig. 9

Fig. 10

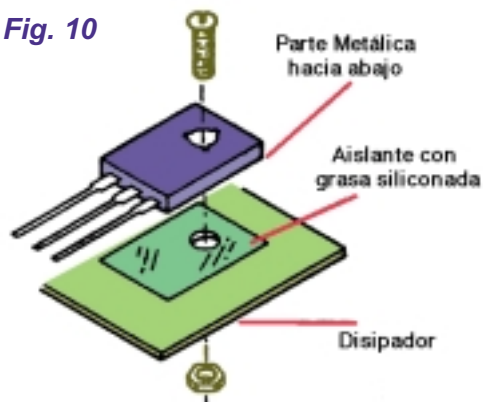


Fig. 11

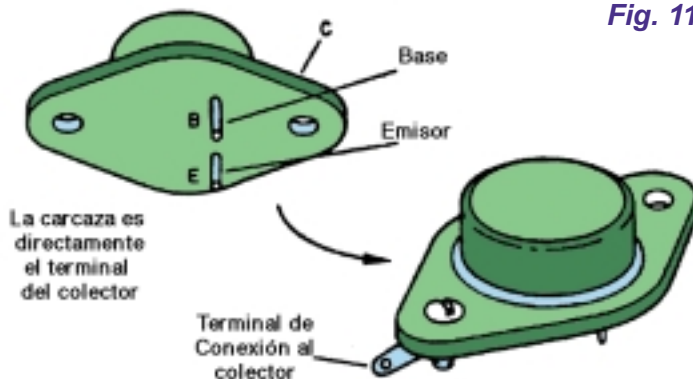


Fig. 12

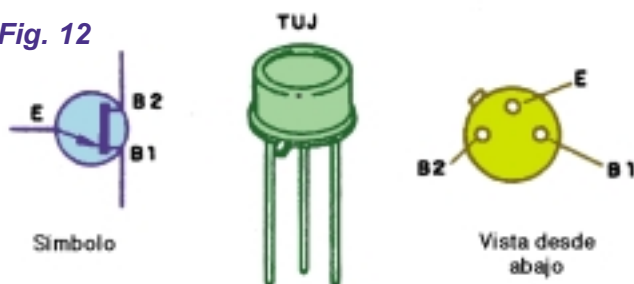


Fig. 13

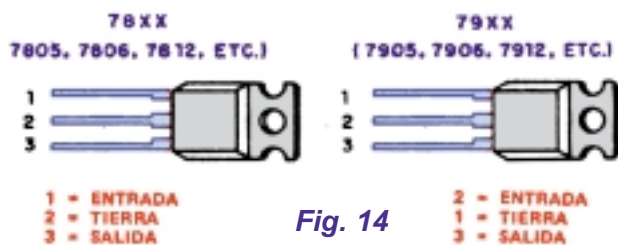
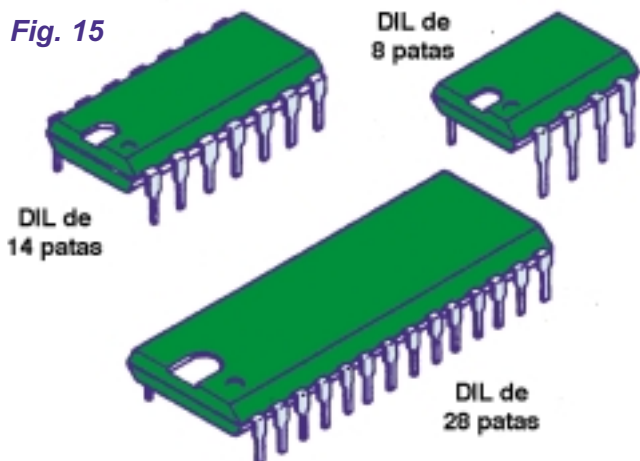


Fig. 14

Fig. 15



nada más que dos terminales (emisor y base) identificados por E y B, el colector es la propia cubierta, como muestra la figura 11.

La conexión del colector se efectúa entonces en el montaje del componente conductor (chasis) o con la ayuda de un terminal atornillado en los orificios de fijación de los componentes.

Además de estos transistores bipolares, vimos que tenemos otros. Hay uno que puede producir cierta confusión a los principiantes: es el unijuntura (TUJ), como el muy popular 2N2646.

Como muestra la figura 12, este transistor posee dos bases (B1 y B2) y un emisor (E). Las bases no son intercambiables, es decir, no podemos cambiar una por otra, de modo que la posición del transistor es muy importante. Mirando el transistor por abajo, dejamos el pequeño resalto a la izquierda. Tenemos entonces, en orden, B2, E y B1.

En la figura 13 tenemos un transistor de efecto de campo MPF102. Vea que los nombres dados a los terminales también son diferentes de los de los transistores comunes.

Finalmente tenemos los circuitos integrados. Los tipos más simples son los que muestra la figura 14, que tienen cubiertas semejantes a las de los transistores, como los reguladores de tensión de la serie 78XX y 79XX.

En realidad, esos componentes no tienen una estructura simple. No son como un transistor, que posee nada más que un cristal con dos junturas. En verdad, los otros forman circuitos complejos con muchos componentes, como ser resistores, diodos y transistores, interconectados internamente para la función deseada, como en el caso de un regulador de tensión.

Por eso no tiene sentido hablar de emisor, colector y base en esos casos. Lo que poseen, en realidad, es una entrada (E), una salida (S) y un terminal a tierra (T).

Saber si un componente de este tipo es o no un transistor, sólo es posible mediante la identificación. Evidentemente, un circuito integrado de ese aspecto no puede sustituirse por un transistor

Fig. 16

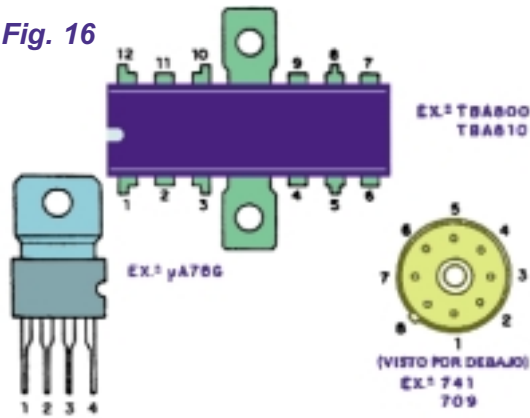
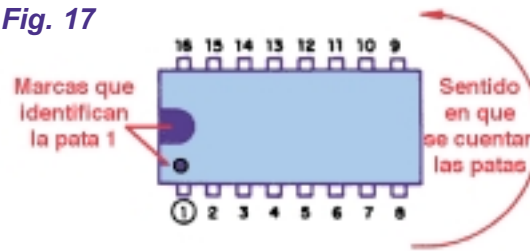


Fig. 17



común.

Pero los tipos más populares de cubiertas para integrados son los llamados DIL (Dual in Live o con dos filas paralelas de terminales) como se ve en la figura 15.

Tenemos, entonces, las cubiertas de 8 pines, 14 pines, 16 pines y hasta con más de 40 pines.

Es importante en este tipo de cubiertas, saber cómo se numeran los terminales.

El terminal 1 normalmente va junto a la media luna o al

rededor de un punto, como muestra la figura 16.

Después se hace el conteo en sentido contrario a las agujas del reloj (antihorario), si se ve el integrado desde arriba.

De cualquier modo, siempre existe una marca que permite saber cuál es el pin 1 y desde ahí el procedimiento es simple.

Existen también los integrados con cubiertas diferentes, como muestra la figura 17.

Algunos de estos integrados pueden aparecer en montajes importantes, pero el lector no tiene la obligación de memorizar la disposición de los terminales de todos.

Para eso es que existen los folletos informativos, los manuales y el artículo que describe el proyecto.

Cómo Encarar la Reparación de Equipos Electrónicos

El grado de complejidad de un circuito va aumentando a medida que se usan más componentes. Veamos un ejemplo bien simple de entender: el circuito de iluminación representado en la figura 1, compuesto por la lámpara LA-1, el interruptor CH-1, el cableado F y finalmente la entrada de la red, R. En este circuito, los componentes involucrados son mínimos y cualquier anomalía puede ser analizada fácilmente.

Por ejemplo, si accionamos el interruptor CH-1 para la posición CONECTAR, y la lámpara no se enciende, *¿nde buscamos el problema?*

Obviamente, cualquier electricista juzgará elemental esta pregunta.

En primer lugar, es preciso verificar si EXISTE la corriente de la red R, enseguida obedeciendo

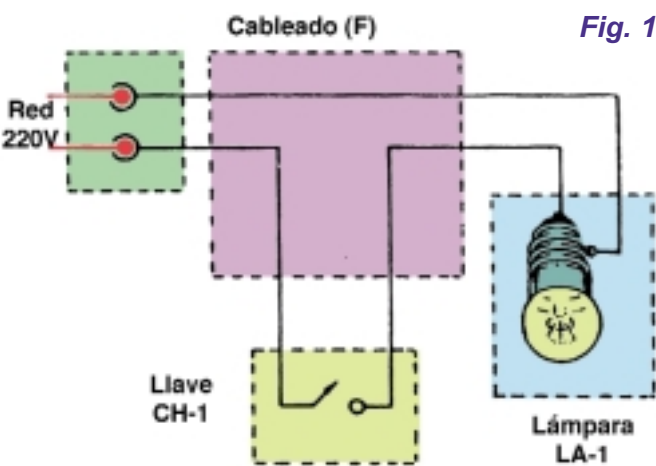


Fig. 1

cia trazarnos un camino lógico en la búsqueda del problema, para no perder tiempo. Cualquiera que sea el circuito y su complejidad, siempre existen componentes que presentan mayor probabilidad de incidencia de problemas. Así, en el circuito de la figura 1, podemos afirmar con un buen margen de aciertos que, si hay energía eléctrica y la lámpara no se enciende al accionar la llave de conexión, muy probablemente la lámpara está quemada, pues las lámparas poseen una vida limitada.

Obviamente que las demás hipótesis no pueden ser colocadas por orden decreciente de probabilidades. Observe la figura 2. Imagínese si el electricista fuera a buscar, como primera opción, algún defecto en la instalación

Fig. 2

1	Red
2	Lámpara
3	Interruptor
4	Cableado

eléctrica (cableado), que en la mayoría de los casos corre por dentro de conductos cerrados y... ¡por fin! comprueba que la lámpara no se enciende simplemente por ¡falta de energía eléctrica!

Presentamos una situación obvia que, creemos, nunca ocurrirá en la práctica; pero a través de este razonamiento, le mostramos que la búsqueda de un defecto debe obedecer a un camino lógico, evitando que el técnico vaya a buscar la causa de un defecto en el componente más improbable.

CAMINO LÓGICO

En el ejemplo que presentamos en la introducción, el trazado de un "camino lógico" para la investigación no presentó problemas mayores, pues todos conocemos en primer lugar los componentes de este circuito y en segundo, el funcionamiento del mismo. Conociendo los componentes y el funcionamiento de un circuito, el trazado de un camino lógico de investigación es bastante fácil.

Digamos también que la complejidad de un circuito va creciendo a medida que se utiliza un número mayor de componentes.

Llegamos a la conclusión, entonces, de que si no realizamos la investigación en busca del defecto siguiendo un camino lógico, el tiempo que gastemos (inútilmente) será tanto mayor cuanto mayor sea la complejidad del circuito.

Innegablemente, los receptores de televisión están constituidos por un gran número de componentes y, por lo tanto, pueden ser clasificados como COMPLEJOS. Repetimos nuevamente:

"complejos", no quiere decir difíciles de comprender.

Quedó claro que para llevar a cabo nuestro trabajo de búsqueda de un defecto, debemos trazarnos inicialmente un plan de trabajo, o sea, un camino lógico y que, para que esta tarea sea ejecutada de forma natural, es necesario que conozcamos primero los componentes del circuito y, segundo, el funcionamiento de éste.

Para trabajos en televisión, el técnico debe poseer conocimientos sólidos sobre el funcionamiento de cada uno de los componentes de un receptor, como por ejemplo, los transistores, las válvulas, diodos o capacitores, resistores, transformadores, el fly-back, el TRC (cinescopio), etc.

Además de conocer el funcionamiento aislado de cada uno de los componentes, el técnico que se propone realizar el mantenimiento de aparatos de TV tiene como requisito básico, que conocer el FUNCIONAMIENTO GLOBAL de un receptor. Muchos podrán alegar la enorme diversificación de los circuitos comerciales existentes, como justificación para no comprenderlos. Vamos, entonces a añadir que conocer el funcionamiento global de un receptor no implica tener que asimilar el circuito de todos los receptores comerciales existentes. La operación de un receptor de TV es básicamente idéntica para todos los modelos, siendo que el CIRCUITO utilizado es lo que puede sufrir variaciones de fabricante a fabricante.

Por lo tanto, para trazarnos un plan de trabajo, es suficiente que el técnico conozca el FUNCIONAMIENTO y no el CIRCUITO del receptor. Los circuitos utilizados presentan variaciones muchas veces significativas, pero su efecto final dentro del conjunto del receptor será siempre el mismo.

Para trazar el camino de búsqueda

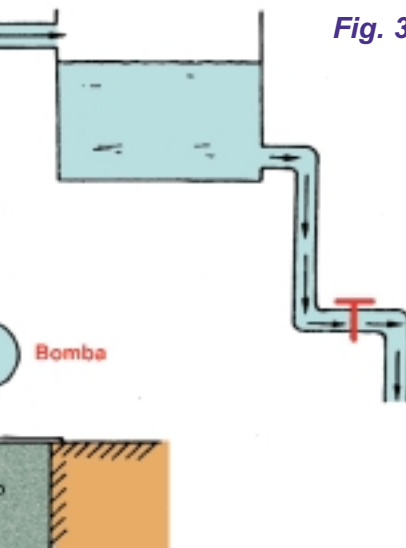


Fig. 3

queda de un defecto, debemos considerar como elemento fundamental el CAMINO POR DONDE PASA LA SEÑAL.

Todos los circuitos electrónicos presentan un camino bien definido por donde fluye la señal y esta situación abarca también a los receptores de TV. La teoría que estudió en su curso de televisión (cualquiera que haya sido) debe ser aplicada durante su trabajo de mantenimiento. Es a través de esta teoría que irá trazando su plan de trabajo, obedeciendo el flujo de la señal dentro del receptor.

Observe el ejemplo ilustrado por la figura 3 para dejar muy claro este concepto de flujo de una señal. En este ejemplo, presentamos un CIRCUITO HIDRAULICO, que en su efecto de flujo o camino seguido presenta muchas semejanzas con los circuitos eléctricos. Las partes integrantes de este circuito hidráulico son:

- Pozo artesiano
- Bomba hidráulica
- Tanque de agua (reserva)
- Canilla (llave de control)

El elemento que va a recorrer este circuito es el AGUA, que es retirada del pozo (fuente) por la bomba de agua y llevada hasta la reserva (tanque), donde queda acumulada hasta su posible salida (canilla).

Observe, entonces, que el camino a ser recorrido por el agua

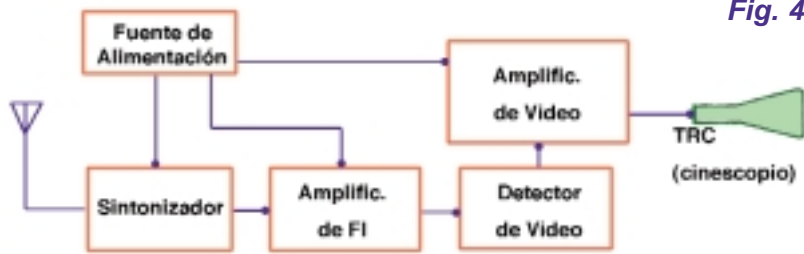


Fig. 4

está bien definido: del pozo (origen) hasta la canilla (destino). En una analogía con un circuito eléctrico de un receptor de TV, podemos decir que la señal captada por la antena (origen) tiene un camino bien definido hasta su reproducción final por el cinescopio y altoparlante (destino).

Considerando el ejemplo de la figura 3, vamos a analizar cómo haría una búsqueda de defecto, en el caso de que el agua no saliera por la canilla. Sería lógico que verificáramos inicialmente si la bomba de agua está funcionando. **Y si no hubiera agua en el pozo? O si alguna tubería estuviera tapada? Por dónde comenzar?** En este caso, debemos también considerar el camino lógico e iniciar nuestro trabajo analizando los componentes del circuito de mayor probabilidad de incidencia de problemas y, naturalmente, por los elementos que presenten mayor facilidad de inspección. Basados en este raciocinio, siga las siguientes consideraciones:

Para verificar las cañerías, si constatamos que no existe en el pozo ni una gota de agua.

Si constatamos que la canilla está atascada, de nada nos valdrá observar si hay agua en el tanque.

Si no existe agua en el tanque (reserva), de nada valdrá buscar el problema en la canilla.

Si la bomba de agua no funciona, de nada servir constatar si hay agua en el pozo.

Estas conclusiones son obvias porque conocemos bien el camino del agua en este circuito.

En los receptores de TV podremos también llegar a conclusiones obvias, si conocemos bien el camino de la señal por el circuito.

Vamos a analizar ahora un ejemplo de circuito eléctrico atravesado por una señal.

La figura 4 muestra, en bloques, la disposición de algunas etapas de un receptor de TV. Observe que no nos estamos refiriendo a **CIRCUITOS**, sino etapas que son, por lo tanto, idénticas en todos los receptores. En este ejemplo (real) la señal captada por la antena es seleccionada por el selector de canales y luego, entregada al amplificador de FI (frecuencia intermedia) que la amplificará lo suficiente para accionar el detector de video, cuando sea entregada al amplificador de video para excitar el cinescopio.

En caso de que el selector de canales, que representa el primer eslabón de este camino, no esté funcionando, la señal captada por la antena no tendrá secuencia y, en este caso no aparecerá imagen alguna en el cinescopio.

Obviamente, en el caso de circuitos eléctricos la constatación de la señal no es tan simple como la constatación de la presencia de agua en el circuito hidráulico. La presencia de una señal eléctrica debe ser buscada mediante INSTRUMENTOS adecuados. Es muy importante también saber cuál señal es la que debe ser encontrada en un punto determinado del circuito, para que podamos comprobar su existencia y utilicemos el instrumento adecuado.

Las señales eléctricas pueden asumir diversas características. Así, por ejemplo, las señales continuas (D.C.) o alternadas de baja frecuencia (A.C.) pueden ser verificados en el multitéster, a medida que las señales de frecuencia son mayores, exigen otro tipo de instrumentos.

Muchas veces podemos com-

probar la presencia de estas señales no a través de instrumentos de medición, sino valiéndonos de circuitos auxiliares que son sensibilizados por estas señales. Por ejemplo, los amplificadores de audio pueden utilizarse como sensores para detectar la presencia de señales en esta gama de frecuencia.

CONOCER LA OPERACIÓN DE UN CIRCUITO

Así como ya dijimos, el técnico que se propone hacer el mantenimiento de aparatos de televisión, no necesita buscar fórmulas mágicas ni recetas instantáneas, porque no existen, sino conocer básicamente el funcionamiento de un circuito. Sabemos que la primera alternativa es mucho más fácil y desgraciadamente muchos de nuestros técnicos buscan realizar su trabajo a través de ese sistema de **"almacenamiento"** de soluciones listas para cada síntoma, que algunas veces hasta podrá funcionar. En la segunda alternativa el técnico actúa conscientemente y dentro de este procedimiento, su bagaje técnico se va enriqueciendo. Habiéndose a utilizar su raciocinio, el técnico estará construyendo su futuro y mejorando su capacidad técnica.

Para ilustrar mejor estos conceptos, vamos a analizar un circuito práctico bien simple, pero que todavía genera dudas en algunos técnicos y estudiantes. La figura 5 representa una etapa transistorizada que podrá formar parte de cualquier circuito de un receptor de TV.

En esta figura están represen-

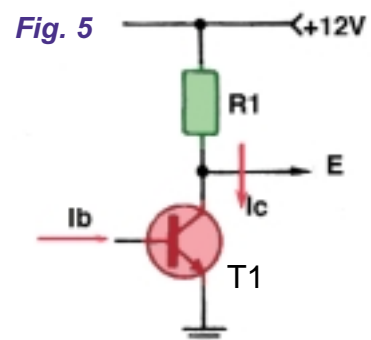


Fig. 5

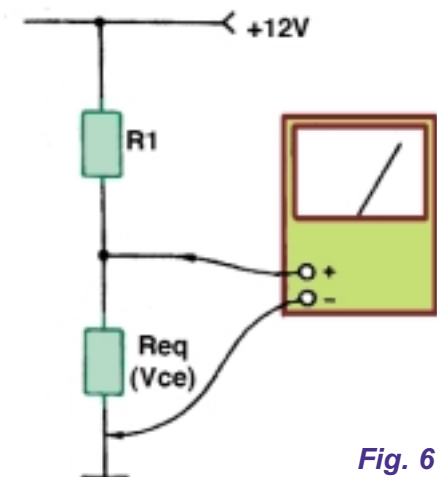


Fig. 6

tados solamente el transistor T1 y su resistor de carga de colector R1, elementos básicos que servirán para los efectos de este análisis. Vamos entonces a presuponer algunas situaciones irregulares y analizar cuál sería la conducta correcta para su verificación.

Los transistores operan como **AMPLIFICADORES DE CORRIENTE**; esto es, la corriente inyectada en su base es la que controla la corriente del colector. De este hecho básico tomamos la relación que determina la **GANANCIA DE CORRIENTE** de un transistor: $b = I_c/I_b$, o sea la relación entre la corriente de colector I_c por la corriente de base nos da la ganancia de corriente de este transistor. Cuando mayor sea esta "**ganancia**", tendremos una pequeña corriente de base que podrá controlar una corriente grande de colector.

La configuración en que se encuentra el transistor T1 de la figura 5 se denomina **EMISOR COMUN**, pues el terminal emisor (tierra) es considerado elemento común a la señal de entrada y a la señal de salida, la señal de entrada es aplicada entre la base y la tierra (emisor) y la señal de salida es recogida entre el colector y tierra (emisor). Ahora observe que la corriente que circula por el resistor de carga R1 es determinada por el transistor T1; obviamente este control de corriente no es infinito, pues posee límites que son impuestos por el propio circuito. Vea: la máxima corriente que

podrá circular por R1 está determinada por el valor óhmico de este resistor, y esta situación ocurrirá cuando el transistor T1 esté saturado, o sea en su condición de máxima corriente. Por otro lado, la mínima corriente que podrá circular por R1 es obviamente una corriente nula o igual a cero, esta situación ocurrirá cuando el transistor T1 esté cortado, o sea, en su condición de mínima corriente. Así, percibimos que esta variación (rango) de corriente de colector está relacionada al valor del resistor de carga R1 y que posee límites bien definidos que son producidos por el transistor R1 en el corte y en la saturación.

La corriente que circula por R1 provoca sobre este transistor una caída de tensión de acuerdo con la ley de Ohm: $V = R/I$, que determinará la tensión de salida "E". Observe, entonces, que este circuito de salida puede ser considerado como un divisor de tensión formado por los terminales colector-emisor de T1. Dentro de este concepto, tenemos que este divisor de tensión está constituido por un elemento fijo: el resistor R1 (pues su valor óhmico no se modifica) y por un elemento variable, los terminales colector-emisor de T1, que llamaremos **Vce**. Con esto, observamos que el transistor T1 se comporta como un resistor variable elemento activo, que puede asumir dos extremos de valores: cero ohm en la condición de saturado e infinito ohm en la condición de cortado.

Los transistores en la práctica no alcanzan estos límites; así, en la saturación presentan un valor óhmico bien pequeño, pero no igual a "0" y en el corte presentan un valor óhmico bastante alto, aunque no sea igual a "infinito".

Observe la figura 6 donde sustituimos los terminales colector-emisor de T1 por un resistor equivalente en las situaciones de corte y saturación.

En el corte (conducción de corriente mínima) el resistor equivalente entre colector-emisor es suficientemente elevado, impidiendo la circulación de corriente

sobre R1 (o una corriente despreciable). Por lo tanto, si medimos con un voltímetro la tensión entre el emisor (tierra del circuito) y el colector, encontraremos una tensión idéntica (o bastante próxima) a la tensión entre la tierra y la fuente de alimentación (12V), pues no hay caída de tensión apreciable sobre R1. Por lo tanto, en el corte, la tensión de salida "E" es igual a la de alimentación. En la "**saturación**" (máxima conducción de corriente) la situación es inversa, pues el resistor equivalente entre el colector-emisor es suficientemente pequeño y prácticamente pone a tierra el terminal de R1, o sea, en esta condición el resistor R1 queda prácticamente conectado entre los dos polos de la fuente, así produce la máxima circulación de corriente.

Si medimos ahora con un voltímetro la tensión entre el emisor (tierra del circuito) y el colector, encontraremos una tensión bien pequeña (típicamente 0,2V) indicando el estado de saturación del transistor.

En las situaciones intermedias, entre el corte y la saturación, naturalmente que la tensión de salida se colocará entre estos dos límites (0,2V y 12V). Decimos que ésta es la región lineal o región de trabajo de los transistores de señal.

Vea, por lo tanto, que aplicando los conceptos aquí expuestos, con un simple multímetro es posible evaluar si un transistor está o no operando correctamente. Vamos a tomar un caso para analizarlo: en el circuito de la figura 7 se encontró una tensión DC bien pequeña en el colector de T1...

Qu conclusiones sacar ?

—Obviamente antes que nada, el técnico averiguará si la tensión de alimentación (12V) está presente, pues sin ésta de ninguna manera y bajo ninguna hipótesis, podremos tener tensión de colector.

—La siguiente sospecha recae sobre el estado del resistor R1 y del transistor T1. En este circuito de bajo consumo, podemos afirmar que es más probable un defecto en T1 que en R1 (T1 - ele-

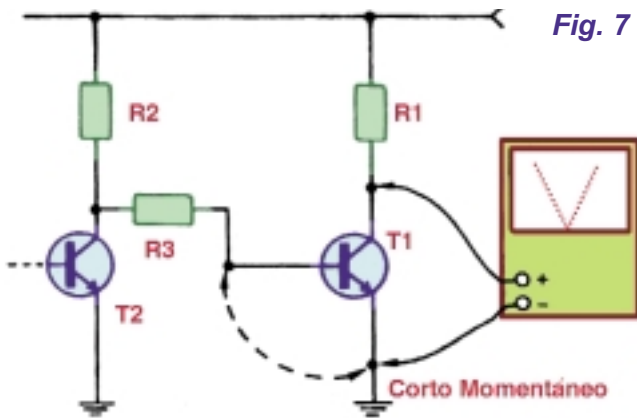


Fig. 7

minales base-emisor, el transistor T1 será llevado a corte (si estuviera en perfecto estado) y la tensión del colector presentará un valor idéntico (o próximo) al de la fuente

CONCLUSIÓN

Por el resumen expuesto y por los ejemplos considerados, se puede ver cuánto se simplifica una búsqueda de defectos cuando el técnico tiene buenos conocimientos del funcionamiento del circuito.

Basándose en estos conocimientos, su actuación debe ser racional y lógica, sacando conclusiones importantes de una simple lectura de tensión.

Otro consejo importante: debemos siempre basarnos en los valores de tensión impresos en los esquemas, pero nunca admitirlos como absolutos, ya que las tolerancias de los componentes y las variaciones normales de la fuente deben ser tomados en cuenta.

mento activo, R1 - elemento pasivo). Si la tensión de colector está baja, podemos admitir dos condiciones; o T1 está en corte (colector-emisor) o está en saturación.

Si anulamos la corriente de base de T1, aplicando momentáneamente un corto entre los ter-

te. Note que esta prueba sólo podrá realizarse cuando no se trate de circuitos con acoplamiento directo. La presencia del resistor de base RB aísla el "corto" que aplicamos a la base del transistor T1 de la etapa de salida anterior (T2).

El Láser y los Conceptos de la Luz

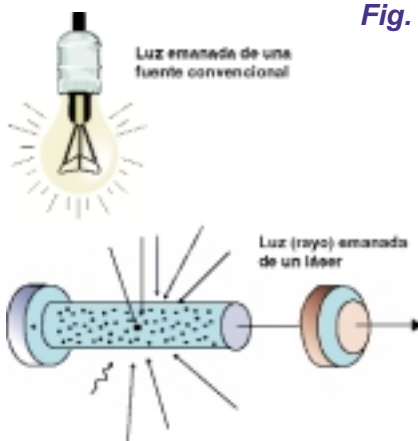
INTRODUCCIÓN

El láser es, hoy por hoy, uno de los tantos grandes inventos que el hombre moderno ha puesto a su servicio. Sus aplicaciones son muy variadas, y van desde el empleo del bisturí láser en la microcirugía, hasta su uso en el corte de planchas de acero, en las telecomunicaciones, la holografía, la fusión termonuclear, etc.

Entre estas aplicaciones, destaca la que tiene en el mundo del sonido y del video, con los discos compactos de audio digital, los CD-ROMs y el DVD, los cuales se basan en un sistema de lectura

de la información por medio de un rayo emitido por un dispositivo láser. **Laser** es una palabra compuesta por las siglas de **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**, que se puede traducir al castellano como "**Amplificación de la Luz por Emisión Estimulada de Radiación**". En pocas palabras, el láser es una fuente de radiación o haz luminoso (en forma de rayo o haz) constituido por tres partes fundamentales: un medio activo, un sistema de bombeo y una cavidad resonante. Su principio de operación, tal como su nombre lo indica, reside en un fenómeno de la física llamado "emisión estimulada".

Fig. 1



La primera proposición teórica de láser, ya en forma definitiva, fue hecha en 1960 cuando se perfeccionó la técnica del láser. Y este invento debe mucho a uno de los científicos prominentes del siglo XX: Albert Einstein, cuya aportación principal fue justamente el descubrimiento de la emisión estimulada.

Es importante dejar bien claro que la luz concentrada que emiten los láseres -que son muy

variados- es en forma de rayo, lo cual posibilita que pueda ser dirigido hacia un determinado objetivo, a diferencia de la luz emitida por las llamadas fuentes convencionales, por ejemplo un foco, que se dispersa o difunde en distintas direcciones (figura 1).

Antes de explicar con más detalle qué es el láser, hablaremos de algunos antecedentes teóricos.

LA LUZ EN LA POCA DE LAS LUCES

La Europa que había salido de un largo periodo que modernamente hemos llamado "**Edad Media**", descubrió la luz y sus propiedades, y puso sus esperanzas en la reflexión y en la observación como método de acercamiento a la "**realidad**". En esa época no había las barreras entre disciplinas como las que ahora existen, de tal manera que los artistas, los escritores y los científicos podían compartir sus intereses y pasiones. Lo mismo se interesaban por las matemáticas y los fósiles que por la mecánica y la botánica; por la metalurgia y la estadística. La Eu-

ropa que despertaba tenía una gran vocación de saber y de ampliar sus conocimientos sobre la naturaleza. En Holanda, a mediados del siglo XVII uno de estos espíritus provocadores, Christiaan Huygens, se refería a la posibilidad de que existieran más tierras habitadas, y hablaba del enorme salto que implicaría para el pensamiento humano el que pudiésemos vislumbrar aunque fuera por un momento otros mundos y otras civilizaciones, contrastando semejanzas y diferencias. En otro extremo, en Inglaterra, Isaac Newton se ganaba el prestigio de la comunidad científica mundial al descubrir fenómenos tan conocidos (y poco comprendidos) como la gravedad o la ley de la acción y la reacción, trabajo que no le impidió desarrollar un método infalible para la resolución de las ecuaciones de segundo grado que hasta la fecha se sigue utilizando.

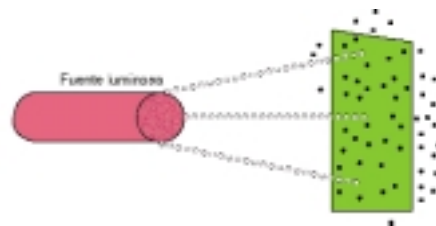
Era pues la época de los grandes descubrimientos científicos, de los viajes, de los primeros descubrimientos astronómicos serios; fue cuando el hombre por fin pudo reflexionar con mayor lucidez sobre muchos dogmas (el modelo geocéntrico, el poder de los reyes, el papel de la Iglesia) que habían mantenido estáticos a los pueblos por más de 10 siglos. Es por eso que al siglo XVII se le conoce como el de la Ilustración Europea. Precisamente en esos años de grandes avances científicos, Christiaan Huygens e Isaac Newton abordaron independientemente el estudio de un fenómeno cotidiano, pero al cual nadie había podido dar una explicación coherente hasta ese momento: el de la luz.

LOS PLANTEOS DE HUYGENS

Huygens fue uno de los científicos que en su época analizaron los fenómenos ópticos. Por entonces ya se conocían las propiedades de las lentes, con las cuales se fabricaban telescopios y microscopios. Pero a pesar de que los artesanos podían fabricar lentes de muy alta precisión (para los estándares de la época), prácticamente nadie trataba de explicarse por

Fig. 2

El efecto fotoeléctrico fue interpretado por Einstein en 1905. Cuando la luz cae sobre la placa de metal, ésta expulsa una lluvia de electrones. Este fenómeno no puede explicarse mediante la clásica teoría ondulatoria de la luz. Einstein dedujo que la luz no es una corriente continua de energía, sino que está compuesta de partículas individuales o haces de energía que llamó fotones. Cuando un fotón golpea un electrón, lo arranca resultante es análogo a la del choque de bolas de billar, como se muestra en la figura simplificada.



qué los rayos de luz se “torcían” al atravesar estos elementos.

Huygens realizó diversos experimentos y observaciones, y llegó a la sorprendente conclusión de que la luz está formada por ondas diminutas que se propagaban en todas direcciones. Esta naturaleza de los rayos luminicos explicarían su comportamiento al atravesar un prisma (fenómeno descubierto por Newton), y su desviación al atravesar medios de distinta densidad. Tan convincente y acertada fue la teoría de Huygens que permaneció prácticamente sin cambios por más de dos siglos.

LOS PLANTEOS DE NEWTON

Por su parte, y con base en sus observaciones empíricas, Newton descubrió que cuando se tiene una fuente puntual de luz y se interpone un objeto entre ésta y cualquier otra superficie (por ejemplo, el piso o una pared), la sombra del objeto tiene bordes perfectamente definidos y no difuminados, como se podría esperar si los rayos luminicos efectivamente fueran ondas como había propuesto Huygens.

Esto le llevó a pensar que la luz no estaba compuesta por ondas, sino por partículas tan pequeñas que no era posible verlas, pero que al chocar con los objetos, rebotar y llegar hasta nuestros ojos, nos permitían apreciar todo nuestro campo visual. Por supuesto que una teoría corpuscular de la luz no explicaba fenómenos como la difracción de los rayos luminicos con las lentes (ni siquiera explicaba el por qué de la descomposición de la luz descubierta por el mismo Newton), así que por muchos años la teoría corpuscular fue abandonada por la comunidad científica, la cual se inclinó favorablemente por la teoría ondulatoria de Huygens. Habrían de

pasar más de dos siglos para que se recuperaran los planteamientos teóricos de Newton.

EINSTEIN Y EL EFECTO FOTOELÉCTRICO

A principios de este siglo, Albert Einstein, científico alemán más conocido por la teoría de la relatividad, descubrió que cuando un rayo de luz golpea un cuerpo metálico, la conductividad de éste aumenta considerablemente. A este fenómeno se le llamó **efecto fotoeléctrico**, y la explicación que le dio Einstein lo remitió nuevamente a la naturaleza corpuscular de la luz propuesta por Newton dos siglos antes (figura 2).

Según el planteamiento de Einstein, la luz estaría compuesta por una gran cantidad de minúsculas partículas a los que llamó **fotones**, los cuales, cuando golpeaban a los átomos de la placa metálica del experimento, liberaban electrones, incrementando así la conductividad del material. Sin embargo, la teoría de Einstein contenía un elemento asombroso: planteaba que la luz efectivamente estaba compuesta por minúsculas partículas, pero que en ciertas condiciones también estaba formada por ondas. En otras palabras, Einstein le daba la razón tanto a Huygens como a Newton.

Esto podría parecer un desatino; sin embargo, los más recientes experimentos siguen comprobando una y otra vez que la luz puede comportarse en determinadas condiciones como ondas y en otras como partículas, y esta dualidad **onda-partícula** hace que los fenómenos ópticos sean tan interesantes (un detalle poco conocido es que el Premio Nobel que se le concedió a Einstein no fue por su teoría de la relatividad, sino por su descubrimiento del efecto fotoeléctrico). Figura 3.

La doble "personalidad" de la luz

Los experimentos de dos rendijas han puesto de manifiesto la dualidad onda-partícula de la luz y otras formas de radiación electromagnética. Un fotón aislado incide sobre la pantalla en un cierto lugar, como si fuese una partícula (izquierda). Al aumentar el número de fotones, empieza a aparecer una figura de interferencia (centro). Tal figura exige que cada fotón haya pasado o bien por ambas rendijas, como si fuese una onda (derecha).

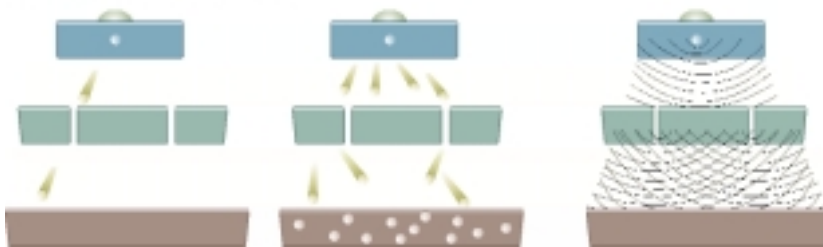


Fig. 3

ABSORCIÓN Y EMISIÓN

El átomo es un sistema que, además, posee un determinado nivel de energía. Si dicho sistema es sometido a una radiación —es decir, a la acción o golpeo de paquetes o cuantos de energía— se produce entonces un aumento en el estado energético que posee; en este caso, como los electrones son las partículas que poseen menos masa, saltan fácilmente de una órbita cercana al núcleo (de baja velocidad) a otra más alejada (de mayor velocidad); en ese momento podemos decir que el átomo ha pasado a un estado de **excitación**.

Y al contrario, cuando los electrones regresan a una órbita más cercana al núcleo es porque el átomo ha cedido una cierta cantidad de energía en forma de fotones, con lo que decimos que el átomo nuevamente está en su estado **base**. Para entender mejor esta idea recurramos a la figura 5.

En la parte A de la figura, partimos de una situación inicial en la que tenemos un átomo que posee cierta cantidad de energía; dicho átomo contiene un electrón que gira en una órbita intermedia cualquiera; si el átomo emite un fotón, se producirá un salto del electrón hacia una órbita más cercana al núcleo.

Ello sucede porque el fotón emitido representa una pequeña pérdida de energía del electrón, y esto, a su vez, significa que el núcleo lo puede atraer con más facilidad. (Recuerde que la energía del núcleo atrae al electrón, pero la velocidad de giro de éste le permite cierta posibilidad escapatoria; de ahí entonces que se desarrolle tanto una fuerza centrífuga como una centrípeta al interior del átomo. Esta combinación de fuerzas contrarias es lo que determina la distancia a la que gira el electrón en torno al núcleo.) A este fenómeno se le llama **emisión**, y es en principio el responsable del fenómeno de la luz, ya que cada fotón emitido es, de hecho, luz emitida.

En la parte B de la figura se presenta una situación inversa, en la que el átomo en lugar de ver dis-

un núcleo y por electrones que giran en torno a él, de manera parecida a como giran los planetas en el sistema solar (figura 4).

El núcleo tiene carga positiva y está formado por dos partículas más elementales, llamadas protón y neutrón. En tanto, los electrones son gránulos de electricidad negativa que, en conjunto, neutralizan la carga del núcleo; si ambas fuerzas se cancelan recíprocamente en su totalidad, se dice que el átomo que las contiene es neutro.

Los electrones son considerablemente más livianos que el protón o el neutrón, por lo que pueden desprenderse fácilmente de la fuerza que los une al núcleo, y con ello dar origen a fenómenos de flujos de carga eléctrica, más conocida como electricidad.

Cuando un átomo pierde electrones se convierte en ion positivo porque se ha descompensado, predominando una carga de esa clase (positiva); el átomo en cuestión queda así en disposición de atraer las partículas perdidas para mantenerse equilibrado. Por el

contrario, cuando gana electrones se convierte en ion negativo y queda en disposición de expeler los electrones sobrantes que le producen una carga de esa clase (negativa). De hecho, podemos decir que todo fenómeno eléctrico puede explicarse en última instancia como el **intento** de un grupo de átomos por conservar un equilibrio eléctrico entre sus protones y sus electrones.

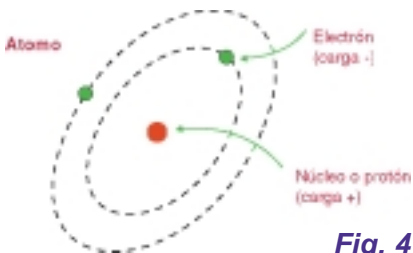


Fig. 4

PARTÍCULAS ELEMENTALES DE LA MATERIA

Seguramente ya hemos despertado su curiosidad sobre los fenómenos luminosos, pero antes de avanzar en el tema, tenemos que revisar algunos conceptos básicos que nos permitirán un mejor entendimiento de las explicaciones posteriores. Comenzaremos con una explicación breve sobre las partículas elementales que componen la materia.

Todo estudiante de electrónica sabe que la materia, en cualquiera de sus estados (sólido, líquido o gaseoso), se compone en un nivel muy elemental de partículas denominadas átomos. El átomo es, a su vez, un sistema constituido por

Fenómenos de emisión y absorción de fotones

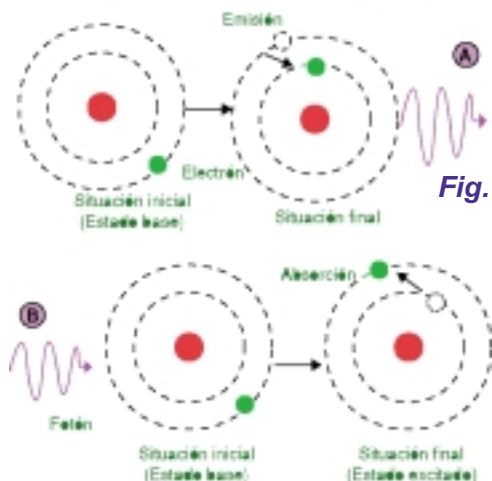


Fig. 5

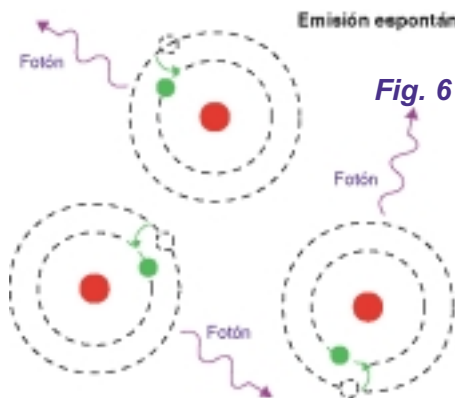


Fig. 6

minuida su energía por la emisión de luz (fotón), la ve aumentada por la llegada de un paquete o cuanto de energía. Cuando esto sucede, el fenómeno se conoce con el nombre de absorción, y a él se debe que disminuya la cantidad inicial de luz; en este caso, el átomo en cuestión pasa de su estado base a un estado excitado, en el que ha ganado energía, permitiendo que el electrón se traslade a una órbita más lejana del núcleo.

FUENTES CONVENCIONALES DE LUZ

Con todo lo anterior, podemos deducir fácilmente cómo funcionan las fuentes tradicionales de luz que todos conocemos, y por qué es necesaria una fuente de energía para mantenerlas funcionando. Las fuentes convencionales o clásicas de luz son, sencillamente, una vela, una lámpara incandescente, el sol etc. Producen luz porque los átomos en su interior han sido excitados más allá del límite estable, por lo que de forma espontánea sus electrones están brincando a órbitas de baja energía, liberando durante este proceso suficientes fotones para producir una luz apreciable.

Por ejemplo, la luz incandescente tiene como fuente energética la corriente eléctrica, que -como ya dijimos- no es más que una enorme cantidad de electrones fluyendo de un punto a otro. En este flujo, estas partículas chocan contra los electrones del material incandescente del foco, obligándolos a pasar a una órbita superior de alta energía. Como dicho estado no es muy estable,

los electrones tarde o temprano caen a su órbita normal, liberando en el proceso un fotón. Ya estando en su órbita normal, existe la posibilidad de que llegue nuevamente un electrón viajero y choque con él regresándolo a una órbita de alta energía, y el proceso se repite una y otra vez mientras haya flujo eléctrico a través del material del foco. Lo mismo podemos decir de una vela, pero en este caso la fuente de energía externa es la combustión del material. Ahora bien, la luz que emana de estas fuentes se denomina **luz incoherente** porque surge como un conjunto de ondas que se refuerzan o cancelan entre ellas, según su dirección. Ver la figura 6.

Se dice que la incoherencia de este tipo de luz es espacial porque se trata de luz emitida al azar por átomos alejados entre sí, y llega a un punto por trayectorias ópticas diferentes.

La incoherencia también es temporal porque la luz emitida es de diferentes frecuencias, lo que la hace ser policromática. En suma, la luz que emana de las fuentes convencionales es incoherente espacial y temporalmente; en cambio, la luz que surge del láser -según veremos más adelante- es coherente espacial y temporalmente, lo cual le brinda características cruciales que la diferencian completamente de la luz surgida de fuentes convencionales. En otras palabras: la luz del láser emana en forma de rayo y es de un solo color; la luz del otro tipo de fuentes se propaga en forma de radiaciones en diferentes direcciones y es policromática.

EMISIÓN INDUCIDA O ESTIMULADA

En este caso tenemos un átomo en estado excitado que es



Fig. 7

golpeado por un fotón; en consecuencia, el átomo puede emitir dos fotones, con lo que retorna al nivel energético correspondiente al estado base, saltando el electrón no a una órbita superior, sino a una inferior (figura 7). A este fenómeno se le llama **emisión inducida o estimulada**, y constituye el principio de operación del láser; fue descubierto por Einstein en 1917.

En esencia, como puede deducir el lector, la emisión estimulada consiste en provocar el retorno de un átomo excitado a su estado base, golpeándolo con un fotón incidente; ello produce la emisión de dos fotones con las mismas características y dirección de propagación, las cuales son determinadas por el fotón incidente. Según este fenómeno, la luz puede ser amplificada por medio de la emisión estimulada de radiaciones.

ESTRUCTURA BÁSICA DEL LÁSER

Consideremos ahora un sistema formado por un conjunto de átomos, algunos en su estado base y otros en estado excitado. Si golpeamos a este sistema con un fotón, se verificará en su interior tanto el fenómeno de emisión inducida como el de absorción de fotones.

El primero producirá la expulsión de paquetes de energía de algunos átomos, en tanto que el segundo tenderá a hacerlos desaparecer. Es decir, por un lado se amplifica el efecto del fotón incidente, pero por otro tiende a nulificarse; el resultado final dependerá del número de átomos que se encuentran en estado excitado y del número de ellos que se hallen en su estado base. Para que se produzca al final una amplificación del efecto, la cantidad de átomos en estado excitado

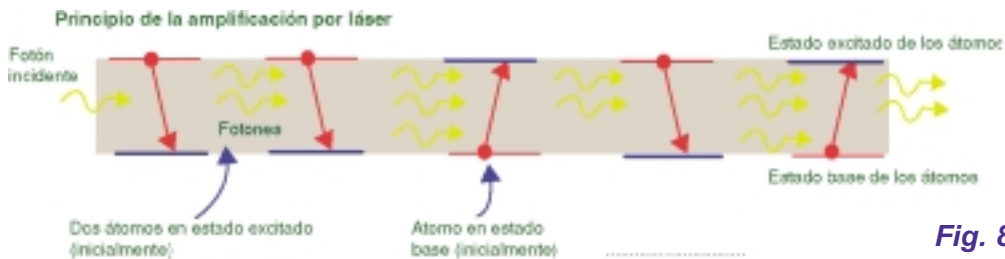


Fig. 8

de uno de los espejos de la cavidad resonante, es lo que viene a constituir el rayo de luz láser. Dicho haz de energía así emitido posee las características de coherencia espacial

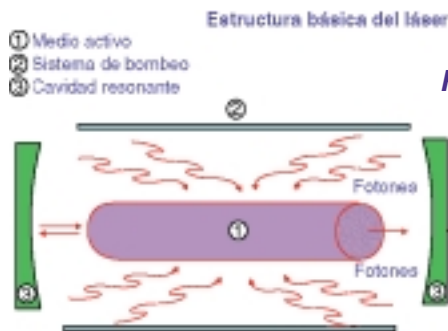


Fig. 9

deber ser mayor al número de ellos en su estado base. Ejemplifiquemos esto con la figura 8.

Las líneas horizontales superiores representan al estado excitado de los átomos que componen al sistema atómico en cuestión, y las líneas inferiores representan al estado base. Al golpear a un átomo excitado con un fotón emite, a su vez, dos fotones y decae su nivel de energía a su estado base; posteriormente, estos dos fotones resultantes golpean a otro átomo excitado, produciéndose el mismo fenómeno de amplificación. Estos tres paquetes de energía se proyectan ahora contra un átomo que se encuentra en su estado base, por lo que ahora se emiten solamente dos fotones y el último átomo golpeado absorbe energía, quedando al final en estado excitado.

Y así sucesivamente, tendremos un proceso de emisión-absorción de fotones. Para que al final prevalezca el efecto de amplificación propio de la emisión inducida, es necesario que el número de átomos en estado excitado sea constantemente mayor al número de ellos en su estado base, lo cual requiere de un sistema de bombeo que brinde selectivamente a los átomos la energía necesaria. Así pues, el sistema de bombeo es el encargado de proporcionar un elevado flujo de energía (fotones) a un cierto conjunto de átomos –en el que ocu-

rren los procesos de absorción y emisión inducida-, el cual recibe el nombre de **medio activo**. Este puede encontrarse en cualquiera de los estados de la materia: sólido, líquido o gaseoso; sin embargo, a pesar de que se ha logrado que persista el efecto amplificador de la emisión inducida, al aplicarse al medio activo un sistema de bombeo, debido a la duración de cada fotón en el citado medio activo es muy pequeña –ya que los fotones viajan a la velocidad de la luz-, el proceso de la emisión estimulada es incapaz de extraer toda la energía que el sistema de bombeo deposita en el medio activo.

Para resolver este problema debe hacerse uso de un elemento denominado **cavidad resonante**, que consiste en un par de espejos paralelos colocados en los extremos del medio activo, tal como podemos ver en la figura 9.

Cada fotón que se refleja en el espejo rebota y dirige nuevamente hacia el medio activo, permitiendo así una expansión mayor de la emisión de fotones.

Sin embargo, advierta que sólo uno de los espejos refleja todos los fotones incidentes en él y que el otro deja escapar una pequeña cantidad de ellos. Este número pequeño de fotones que escapan

y temporal; en otras palabras, la luz que emite el láser surge a partir de un cierto punto y es monocromática, a diferencia de la luz incoherente que emiten las fuentes de luz convencionales.

Ya sabemos entonces que el láser es una fuente de radiación integrada por un medio activo, un sistema de bombeo y una cavidad resonante; conviene ahora aclarar que la radiación se ubica en la región visible, infrarroja o ultravioleta del espectro electromagnético, aunque ya se habla de un láser que puede operar a las longitudes de onda de los rayos X. Recordemos que, desde el punto de vista de la física moderna, la única diferencia que existe entre la luz visible, los rayos X, infrarrojos y ultravioleta, las ondas de radio, de televisión, etc. estriba en las distintas longitudes de onda de esas radiaciones. El espectro electromagnético comprende una gran variedad de ondas electromagnéticas, que van desde rayos cuya longitud de onda es de una cienbillonésima fracción de centímetro —como los **cmicos**—, hasta ondas de radio con longitudes infinitas. El hombre percibe sólo una diminuta fracción de este espectro (figura 10).

CONSIDERACIONES FINALES

Para finalizar, insistimos en que

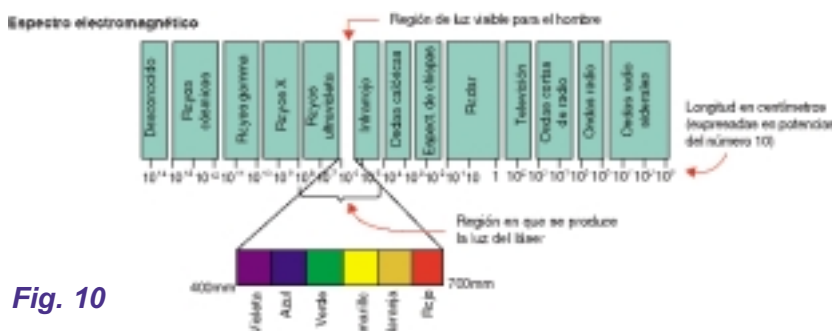


Fig. 10

el láser es una fuente de luz producida y sobre todo amplificada por la llamada emisión inducida o estimulada, la cual es diferente a la emisión espontánea en que se basan las fuentes de luz convencionales. Las propiedades más importantes del haz del láser son:

a) **Gran intensidad y posibilidad de ser concentrada en un objeto.**

b) **Gran coherencia espacial, lo que permite que la luz emane prácticamente de un punto bien definido.**

c) **Gran coherencia temporal, lo cual significa que la luz del láser es casi monocromática, o sea, tiene un solo color o longitud de onda.**

d) **Gran directividad, hecho que permite que el haz del láser tenga una divergencia inapreciable en su**

anchura a lo largo de grandes distancias.

Estas cuatro características, por supuesto, no las posee la luz emitida por fuentes convencionales; de ahí se deriva, entonces, la gran aplicación que tiene la luz del láser en la medicina, en la fusión termonuclear, en las telecomunicaciones, en la industria, etc.

Probador de Transistores

El téster mide tensiones, el valor de una resistencia, una corriente, etc. También puede ser que midan transistores pero, muchas veces, el resultado no es correcto. Si aplicamos a la Base de un transistor una corriente conocida y luego, medimos en el Colector la corriente proporcionada, obtendremos la medición de la ganancia, de la siguiente forma:

$$I \text{ (mA) Colector} = I \text{ (mA) Base} \times \text{Ganancia}$$

Como primera instancia, debemos conocer en forma exacta la corriente en μA que circulan por la Base. Para nuestro circuito, usaremos dos operacionales, uno para adquirir una tensión de referencia de 1V y el otro como generador de corriente constante. De esta forma se obtendrá una corriente constante y estable. Si tenemos una tensión de 1V, para lograr una corriente de 0,01mA debemos conectar en serie con la Base del transistor una resistencia que se calcula como:

$$\Omega = (V / \text{mA}) \times 1.000$$

Por lo tanto, la resistencia R5 será de 100.000 Ω . Para comprobar el valor de R5 (100.000 Ω) debemos observar el esquema electrónico de la figura 1.

Tomando en cuenta este valor, la corriente del operacional que transita en la unión Base-Emisor es igual a 0,01mA. De esta manera podemos determinar en forma exacta el valor de la ganancia, al ser estables la corriente

de base y la tensión Base-Emisor (Vbe). Haciendo uso de este circuito con ambos operacionales, ni la pila, ni la Vbe, ni la temperatura podrán afectar nuestra medición, cosa que sería diferente si para medir nuestro transistor bajo prueba utilizáramos un transistor con polarización fija.

Si cerramos el interruptor S1 en el circuito de la figura 1, se alimentará el circuito con una tensión de 9V. La tensión para el primer operacional, se adquiere mediante los extremos del diodo zéner de precisión DZ1, de 3,3V.

El diodo zéner posee dos preset (R2-R3) en los extremos, y el punto de unión conectado a la entrada no inversora del segundo amplificador operacional. De esta manera, la entrada tendrá una tensión de 4,5V, justamente la mitad de la tensión de alimen-

tación. Si desplazamos S2 hacia la posición NPN y giramos el preset R2 de un extremo a otro, podemos obtener una tensión variable en la pata 3 no inversora del primer operacional, que tendrá un mínimo de 4,5V y un máximo de 6V. Si desplazamos S2 a la posición PNP y la misma pata tiene una tensión variable, podremos obtener un máximo de 4,5V y un mínimo de 3V.

De esta manera, en la pata de salida de CI1A y en ambos terminales de **test point(ver TP1)**, contaremos con una tensión positiva en la posición NPN comprendida entre 0 y 1,4V, en cambio, en la posición PNP contaremos con tensión negativa, entre 0 y 1,4V.

Por lo tanto, ambos pre-set, R2 y R3, se regulan para obtener una tensión de 1V positivo en TP1

LISTA DE MATERIALES

CI1 - TL082 - Operacional con entrada FET.

DZ1 - Diodo zéner de 3,3V x 1W

D1 a D4 - 1N4148 - Diodos de uso general.

S1 - Interruptor simple

S2 - Llave doble inversora

R1= 1k Ω

R2, R3 - Pre-set de 10k Ω

R4 - 1k Ω

R5 - 100k Ω

C1 - 100 F x 16V - Electro lico

C2 - 0,1 F - Cerámico

C3, C4 - 10 F x 16V - Electro lico

Varios:

Gabinete para montaje, zcalos para el integrado, esta o, zcalos para los transistores a probar, etc.

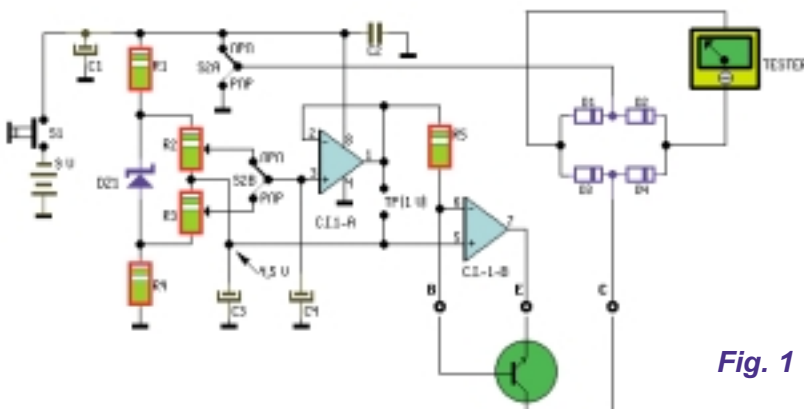


Fig. 1

cuando S2 se encuentra en NPN, y una tensión de 1V negativo cuando se encuentra en PNP.

Con esta tensión, podrá circular en la base del transistor puesto a prueba (por medio de R5 de 100.000 Ω), una corriente de 0,01mA.

Ahora, veremos cómo invertir la polaridad en ambos terminales **Emisor y Colector**.

La polaridad negativa deberá conectarse al Emisor de todos los transistores de NPN y la positiva sobre el Colector, mientras que en los PNP la polaridad debe ser inversa a la recién establecida.

La inversión de polaridad en el transistor puesto a prueba se realizará mediante el primer operacional.

Cuando una tensión positiva llega a la Base del transistor mediante la R5, ésta también ingresa a la pata inversora (6) de CIB1, teniendo un nivel lógico "0" (tensión a nivel masa) en la pata de salida 7. En cambio, cuando una tensión negativa ingresa a la base del transistor en la patita de salida 7, hallaremos un nivel lógico "1" (valor máximo de tensión positiva).

La llave inversora cumplirá la función de invertir la polaridad en Colector del transistor.

Al colocar la llave en posición NPN, el cursor del S2A tendrá tensión positiva de la pila de alimentación y la traslada a los cuatro diodos D1 a D4, que se encuentran conectados en puente.

De esta manera, del diodo D2 pasará la tensión positiva hacia el instrumento a colocar en nuestro medidor, y atravesando D3 alcan-

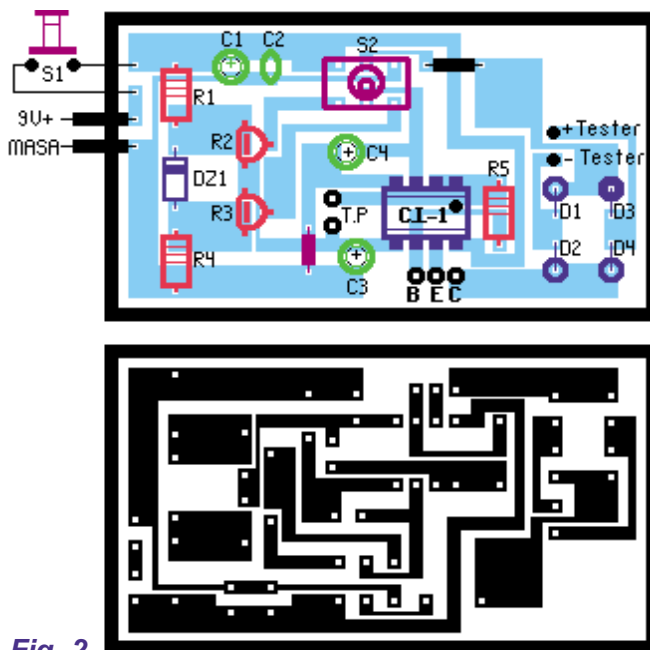


Fig. 2

zará el Colector del transistor. Al invertir la llave, el cursor tendrá ahora una tensión negativa, la cual se aplica a los cuatro diodos.

Pasará de esta forma, del diodo D1 al instrumento, una tensión negativa que alcanzará el Colector del transistor por medio del diodo D4.

En el caso que accionemos los interruptores, invertiremos la polaridad de la alimentación en los terminales **E-B-C** de un transistor, de hecho podremos medir cualquier transistor PNP o NPN.

Si conectamos el téster a los terminales de salida que se encuentran sobre el puente de diodos, obtendremos la ganancia del transistor.

El téster podemos utilizarlo para mediciones en corriente CC.

Recomendamos para la medición, comenzar de la ganancia máxima, o sea desde 5mA, y si deseamos obtener una mayor precisión, se pasa a 1mA o a 0,5 mA, es decir, 500 μ A, en el caso que el transistor tenga una ganancia menor a 50. Debemos

desplazar el interruptor S2 hacia la posición NPN, luego ubicaremos el téster en los terminales TP1, con el positivo hacia la salida de ICA.

El téster debe estar preparado para medir a fondo escala 3V o la tensión más próxima según su multímetro. En este momento existe tensión en el circuito, por lo tanto se debe girar R2 para obtener 1V. Finalizado este proceso, apagaremos el probador, se ubica S2 en PNP y se invierten las pinzas del téster en los terminales TP1, quedando el negativo hacia la salida de IC1A.

Nuevamente encendemos el aparato y giramos R3 hasta que alcance 1V. Debemos tener en cuenta, también que, comprobando la corriente de Base, podemos realizar el ajuste de ambos pre-sets, precisaremos de dos transistores de silicio de baja potencia, uno de tipo PNP y el otro de tipo NPN.

Cuando tenemos los transistores, se conecta el téster ajustado en medición CC, entre la salida B del probador y la base del transistor puesto en prueba. Teniendo en cuenta, además, un fondo escala de 30-50 μ A. Si conectamos un transistor NPN, giraremos R2 hasta alcanzar los 10 μ A y montando un transistor PNP, giramos R3 hasta llegar a la misma corriente del primero. Si ponemos en práctica estas mediciones, no será necesario que el colector esté conectado al conector C, de hecho se podrá sacar el téster del rectificador y usarlo para esta medición. Tenga en cuenta que si los transistores en prueba están en corto, se podría dañar el téster. *****

**El Mundo de la
Electrónica**

Es una publicación de Editorial Quark, compuesta de 24, 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, Felipe Orozco y Leopoldo Parra Reynada.

