

## 8. FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ELECTRÓNICA Y COMPONENTES

### 8.1 INTRODUCCIÓN

La mayoría de equipos de refrigeración, tanto domésticos como industriales, suelen ir equipados cada vez más, con elementos electrónicos para controlar así su funcionamiento, bien sea a través de sondas de temperatura, reguladores de velocidad, variadores de frecuencia, controles de humedad, etc., que tienen como finalidad automatizar y aumentar cada vez más las prestaciones de los aparatos.

La diferencia que a grandes rasgos existe entre electricidad y electrónica estriba en que trabajando con la electricidad se controla el "chorro" de electrones, y con la electrónica se controlan los electrones uno a uno.

Dado que el estudio de la electrónica engloba un sinfín de conocimientos tanto teóricos, como prácticos que escapan de la finalidad de este libro, y siempre partiendo de la base de que la mayoría de los técnicos de servicio en refrigeración han trabajado más con la electricidad que con la electrónica, creemos que les será importante conocer en principio cual es desde un punto de vista muy básico pero práctico, el funcionamiento en bloques de la parte electrónica de los aparatos de aire acondicionado, ya que es uno de los sectores donde más campo de aplicación tiene.

La gran incógnita con la que se acostumbra a encontrar el técnico de servicio ante el diagnóstico de numerosas averías, es asegurar si la avería se encuentra en el componente en cuestión, o bien en la placa electrónica. La solución, siempre en el caso de no disponer de la suficiente información técnica del fabricante, sobre el autodiagnóstico de la avería a través de los leds de funcionamiento, sólo tiene dos caminos, o se tienen los suficientes conocimientos de electrónica en cuanto al seguimiento de esquemas, información técnica del fabricante y los aparatos de comprobación necesarios, o bien tendremos que saber comprobar los diferentes componentes que lo permitan directamente de la corriente (compresor, ventiladores, etc.), y por otro lado en la placa electrónica comprobar el valor de las sondas, entrada y salida de la fuente de alimentación, y elementos de potencia (como resistencias, triacs, tiristores, diodos, relés, etc) de forma estática, o sea, sin conectar la instalación a la red eléctrica, ya que su comprobación individual de forma estática es común para todos los circuitos.

Una vez la placa es alimentada eléctricamente, un mismo componente puede trabajar con diferentes tensiones y cumplir diferentes objetivos, por lo que será inevitable tener unos conocimientos de electrónica lo más amplios posible, como para poder llevar a cabo dicha reparación de una forma fiable y contundente.

En caso de cercar el diagnóstico de la avería en la placa electrónica, sólo nos quedará la opción de sustituirla por una nueva, o bien reemplazar el componente defectuoso.

En cuanto al seguimiento del circuito electrónico, la mayoría de pistas nos llevarán al circuito o circuitos integrados, donde su comprobación aparte de tener que disponer de la suficiente información técnica del fabricante, sólo es posible llevarla a cabo a través de instrumentos muy sofisticados como generadores de señal, osciloscopios, etc. por lo que la sustitución de la placa entera es inevitable.

En próximas publicaciones está previsto desarrollar los conocimientos de electrónica necesarios, que den a conocer de una forma clara, sencilla, y sobretodo práctica, para el técnico de servicio, sobre como es aplicada la electrónica a estos tipos de instalaciones, y por supuesto siempre será tratada con la profundidad y seriedad que se merece.

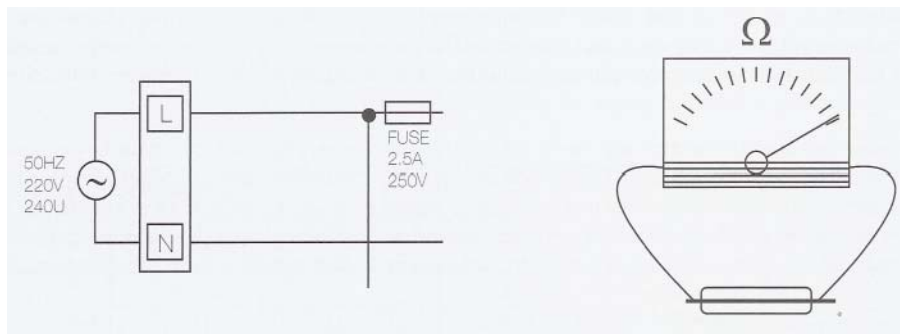
### 8.2 CIRCUITO IMPRESO

La placa de circuito impreso se ha convertido en el método más popular de cableado en la construcción de circuitos electrónicos. La tarjeta en sí consiste en una placa normalmente de fibra de vidrio reforzada con resinas epoxi, y cubierta en uno o en los dos lados, por una capa de cobre que será removido en un proceso fotoquímico para dejar tan solo las pistas deseadas sobre el circuito.

Una vez soldados los componentes en su lugar correspondiente el circuito estará terminado, y tan solo hace falta la alimentación de corriente para que se complete el circuito eléctrico. Los puntos donde se forma o se rompe el circuito, se conocen como contactos.

### 8.3 FUSIBLE

Los fusibles de precisión para proteger circuitos electrónicos se utilizan con intensidades nominales de 1 mA a 15 A aproximadamente. La intensidad nominal está siempre indicada en el casquete de contacto. En los fusibles rápidos (sin ningún distintivo de reconocimiento) se funde más rápidamente el fusible, para la misma intensidad, que en los lentos (distintivos T o bien TT).



#### Comprobación

Para comprobar su estado de forma estática, desconectaremos el aparato de la red eléctrica, y sólo tendremos que levantar del zócalo a uno de los casquetes de contacto. A continuación seleccionaremos en el tester la medición de Ohms, y comprobaremos la continuidad entre sus extremos.

### 8.4 VARISTOR

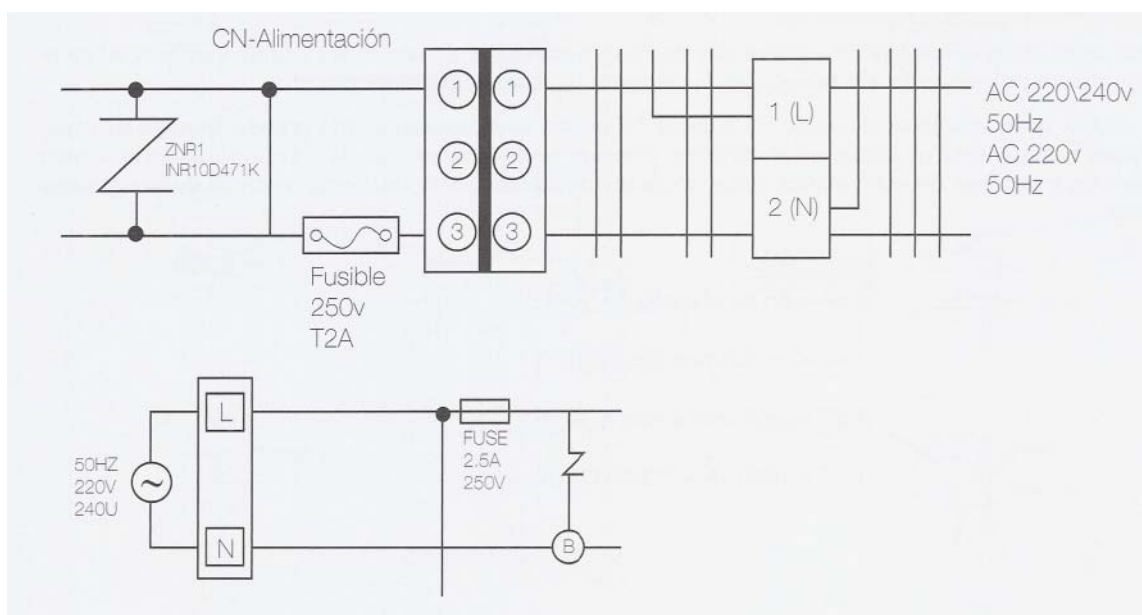
Los varistores tienen la característica de que su resistencia disminuye cuando la tensión aumenta.

Están constituidos de un polvo de carburo de silicio que se prensa con aglutinantes en formas adecuadas y que se sintetiza a altas temperaturas. El material utilizado es un polvo fino, poroso y muy duro.



Los varistores también denominados VDR, se fabrican con o sin agujero central, las superficies planas llevan una capa metálica que sirve de contacto.

Las propiedades de un varistor es que al aumentar la intensidad de la corriente aumenta la tensión, primero muy rápidamente y luego más despacio. El que la resistencia dependa de la tensión es debido a la variación de la resistencia de contacto de los distintos granos del carburo de silicio, o sea, cuanto mayor sea la tensión más rápidamente aumentará la intensidad, y la resistencia disminuirá.



Los varistores se emplean para evitar grandes sobretensiones en componentes amenazados, por ejemplo bobinas e interruptores. Para ello se debe conectar el varistor en paralelo con el componente a proteger. Los varistores se emplean además para estabilizar las tensiones.

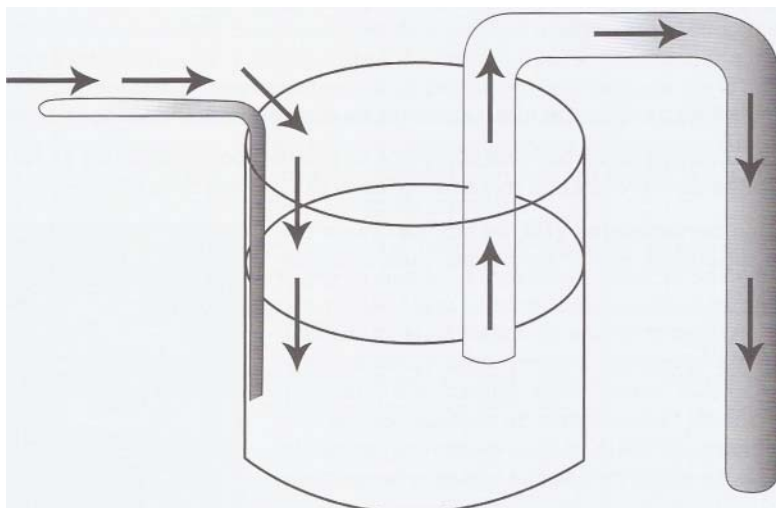
### Comprobación

Para su localización, solo tendremos que seguir una de las pistas del fusible ya que va instalado en paralelo con la entrada de corriente alterna. Entre sus extremos tendremos que encontrar cierta resistencia según sean sus características. En el caso de estar cruzado, se comportaría como un cortocircuito entre las dos líneas de alimentación, haciendo que el fusible actuara abriendo el circuito de alimentación eléctrica al aparato.

Hay que tener presente que la electrónica de la tarjeta puede verse afectada por una baja tensión de alimentación o por defecto de conexión a tierra, además podría presentar un funcionamiento anómalo y completamente aleatorio si se ve afectado por las causas antes citadas, corriéndose el riesgo de que se dañe de forma irreparable, por lo que la alimentación eléctrica al sistema debe hacerse necesariamente a una base de enchufe con toma de tierra. Las cargas de electricidad estática también pueden dañar la tarjeta.

## 8.5 CONDENSADOR

Los condensadores son elementos de almacenamiento temporal, y pueden ser "llenados" con un corriente, más bien dicho, cargados con una corriente que será extraída de ellos más tarde.



Estos componentes son bastante diferentes de los que conocemos hasta ahora y como veremos, su comportamiento con respecto a la tensión y a la corriente también es bastante distinto.

La unidad de capacidad es el faradio (F), aunque 1 F es una cantidad demasiado grande, frente a las capacidades comúnmente utilizadas en electrónica, por este motivo los valores de los condensadores vienen dados en fracciones de esta unidad. Estas unidades de capacidad se relacionan entre sí de la siguiente forma:

$$1 \text{ pF} = \text{un picofaradio} = 10^{-12} \text{ F}$$

$$1 \text{ nF} = \text{un nanofaradio} = 10^{-9} \text{ F}$$

$$1 \text{ }\mu\text{F} = \text{un microfaradio} = 10^{-6} \text{ F}$$

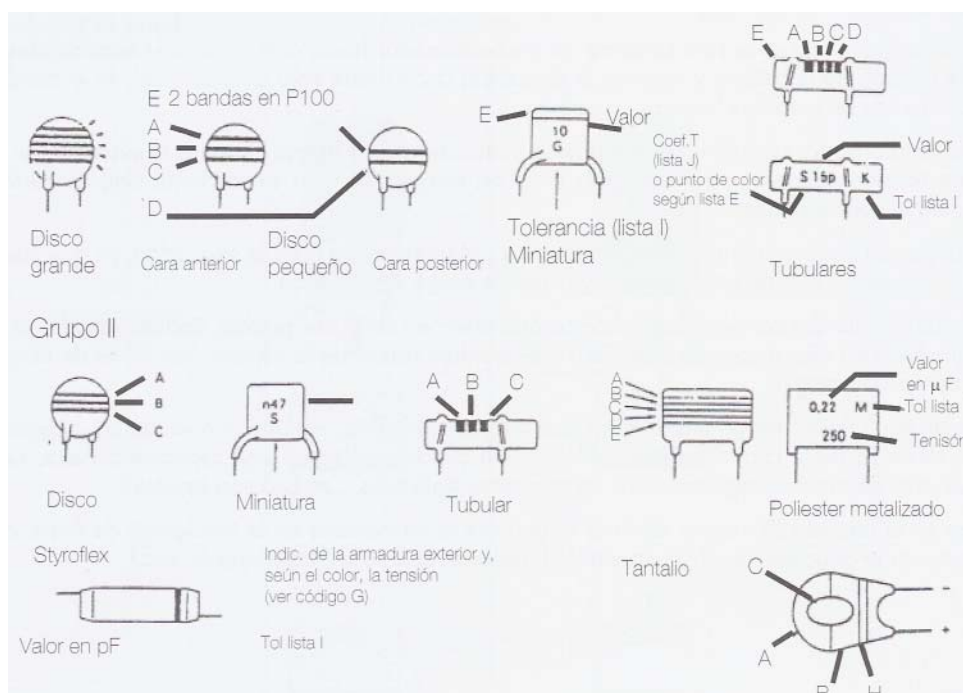
$$1 \text{ }\mu\text{F} = 1000 \text{ nF} = 1.000.000 \text{ pF}$$

Un segundo y muy importante parámetro de los condensadores es su "tensión nominal", ya que se trata de la máxima tensión a la que puede funcionar en un circuito y que no debe ser sobrepasada bajo ninguna circunstancia. La tensión nominal normalmente viene impresa sobre el cuerpo del componente.

Existen en el mercado un muy amplio surtido de tipos diferentes de condensadores, de los que conviene conocer sus principales características con objeto de poder utilizarlos para la aplicación más idónea.

Los condensadores cerámicos están contruidos normalmente por una base tubular de este material (también existen otras formas), cuyas superficies interior y exterior están metalizadas con plata y sobre ellas dispuestos los terminales, mediante un casquillo soldado o arrollado al tubo. Sobre este conjunto hay una envoltura aislante que normalmente es poliéster. Su aspecto exterior puede ser tubular, de disco, cuadrados o rectangulares.

Marcado de condensadores Código de colores para condensadores según EIA, RS198									
	A	B	C	D		E	F	G	H
	Valor en pF		(μF en electrol) Multiplicador	Tolerancia		Coeficiente de temperatura ppm x °C	Tensión MAX. V.C.C. POLIESTER STYROFLEX TANTALIO		
	1ª Cifra	2ª Cifra		C<10p ±pF	C<10p ±%				
Negro	0	0	-	2	20	NPO		630	10
Marrón	1	1	0	0,1	1	N033			
Rojo	2	2	00	-	2	N075	250	160	4
Naranja	3	3	000	-	3	N150			40
Amarillo	4	4	0000	-	-	N220	400	63	6,3
Verde	5	5	00000	0,5	5	N330			16
Azul	6	6	-	-	-	N470	630	25	
Violeta	7	7	0,001	-	-	N750			
Gris	8	8	0,01	0,25	-	P150...N1500			25
Blanco	9	9	0,1	1	10	P100...N750			2,5
Rojo + Violeta	-	-	-	-	-	P100			
Azul oscuro									
(Naranja + naranja)	-	-	-	-	-	N1500			



## 8.6 CONDENSADORES ELECTROLÍTICOS

Los condensadores electrolíticos, que encontraremos en la fuente de alimentación, tienen polaridad, lo que quiere decir que deben instalarse en los circuitos de la forma correcta, el signo "+" o "—" marcado sobre la superficie del componente indicará la polaridad de cada terminal.

El dieléctrico de un condensador electrolítico está formado por una delgada película de óxido y esto permite fabricarlos con valores muy altos de capacitancia. Sin embargo, el condensador electrolítico es muy sensible a las sobretensiones y a las inversiones de polaridad. De hecho, conectando estos condensadores con la polaridad cambiada, se destruirá la capa de óxido y el componente.

Existe un tipo de condensador electrolítico bipolar (utilizado en el arranque de compresores de refrigeración, motores de ventilación, motores principales de lavadoras, lavavajillas, etc. etc.), en el que la polaridad es totalmente indiferente.



Durante la carga, la corriente sólo circulará en el condensador hasta que el nivel de tensión almacenada alcance la tensión de la batería y durante la descarga, la corriente solo circulará desde el condensador hasta alcanzar los cero voltios (descarga completa).

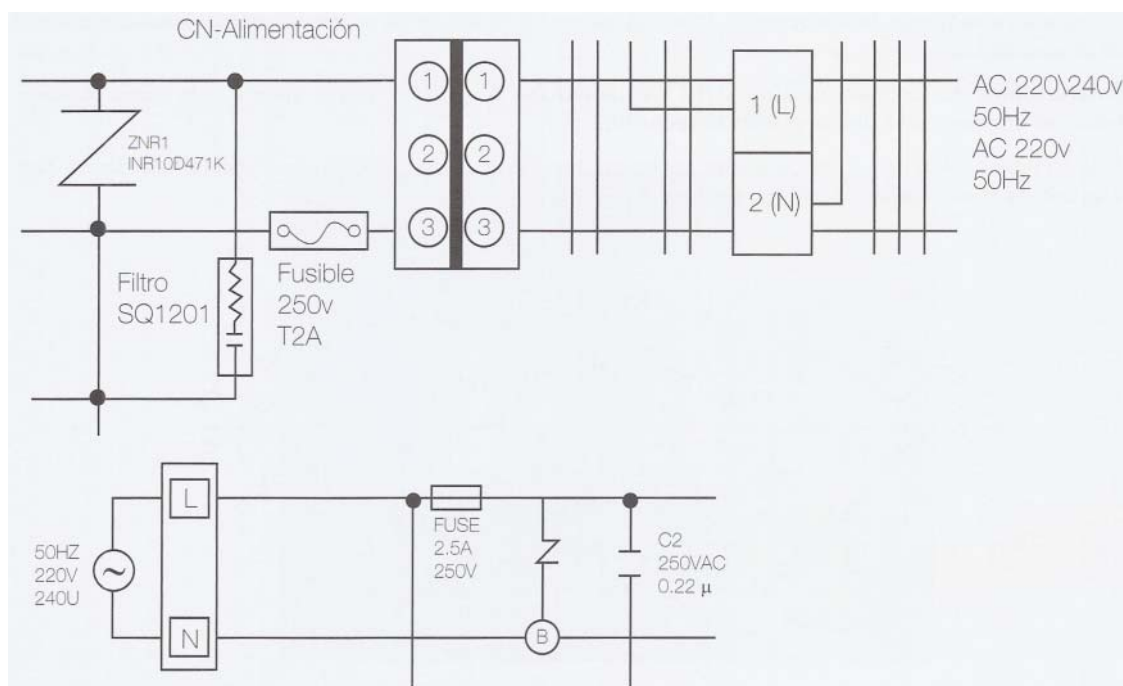
Por ello el condensador también puede tomarse como componente que conduce brevemente al cambiar el nivel de tensión aplicada, y para ser más exactos, diremos que no es corriente sino carga lo que se almacena en el condensador.

Su nivel depende de la corriente puesta en juego y del tiempo que dure la operación, ya que cuanto mayor sea la corriente y cuanto más dure, mayor será la carga almacenada.

El comportamiento del condensador puede compararse con el de una piscina, donde la cantidad de agua (carga) que haya en ella, dependerá del flujo del líquido a través de la válvula (corriente de carga), y del tiempo (tiempo de carga).

Cuanta más agua fluya, mayor será el nivel que alcance el líquido, aunque el nivel de agua depende por supuesto también de la capacidad de la piscina. Un condensador con una capacitancia alta, tiene más carga que otro de menor capacitancia, si las tensiones aplicadas a ambos son iguales.

Su misión en la entrada de red es eliminar la entrada de armónicos en la frecuencia de línea, debido a perturbaciones producidas en otros aparatos (batidoras, lavadoras, aspiradores, etc.)





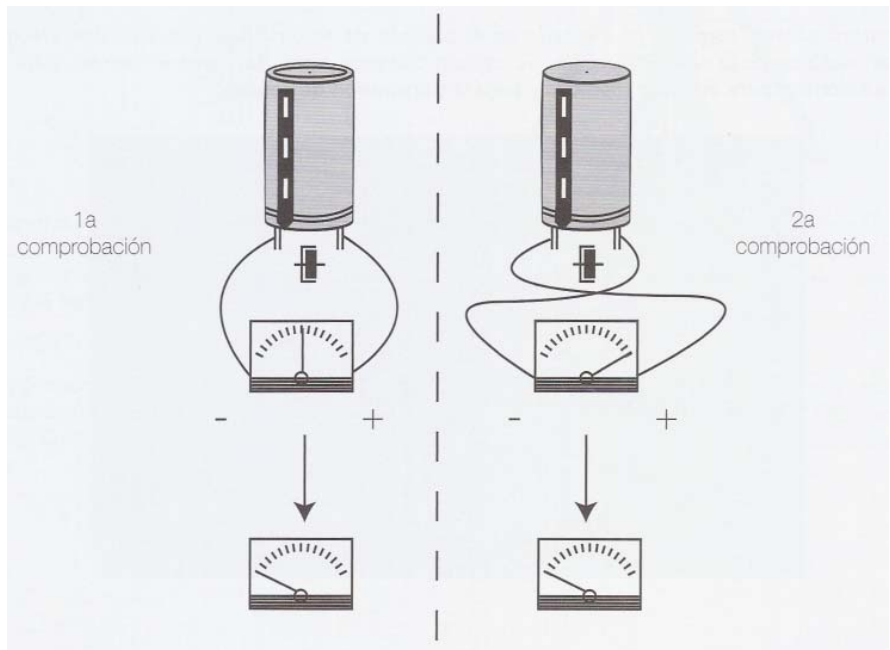
## Comprobación

Para la comprobación de un condensador electrolítico, en el caso de no disponer de un capacímetro, la realizaremos con un tester analógico. En primer lugar y desoldando uno de sus terminales de la placa, descargaremos el condensador cruzando sus terminales con un destornillador. A continuación situando el selector del tester en la posición de más resistencia, lo cargaremos con la pila interna del instrumento, cuidando que la polaridad de las puntas de prueba corresponda a las del componente. Veremos que la aguja del tester toma cierto valor de resistencia y vuelve a infinito.

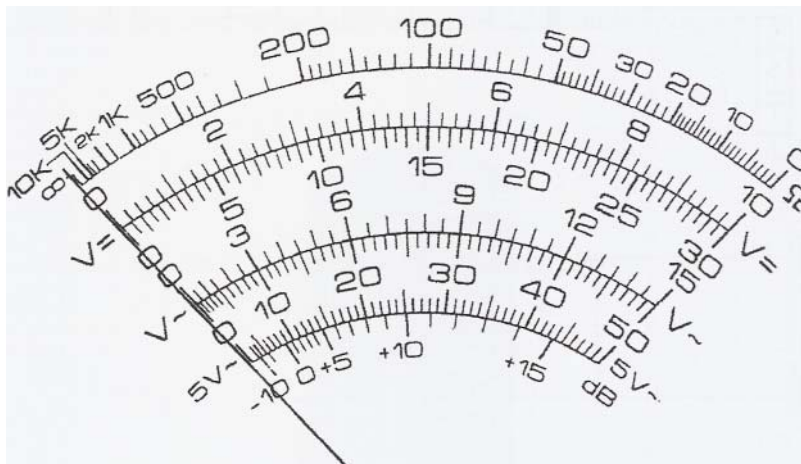
A continuación y sin descargar el condensador, invertiremos la polaridad de las puntas de prueba en los terminales del componente, comprobando que la aguja toma un valor superior (o sea, se desplaza más a la derecha de la escala), y seguidamente aumenta hasta infinito (parte izquierda de la escala), en este caso el condensador se puede dar en principio como bueno.

Si al realizar la segunda comprobación, la aguja no vuelve totalmente a infinito, el condensador estaría falto de capacidad.

Si en esta última comprobación, la aguja del instrumento se desplaza al mismo valor que la comprobación anterior, el condensador delata que es defectuoso.



Para la comprobación de un condensador cerámico, tendremos que disponer de un tester analógico, con una escala de medición en ohms, superior a 1 K.



En primer lugar lo descargaremos cruzando sus terminales, situaremos el selector del tester en la máxima escala. Al tocar sus terminales con las puntas de prueba (en este tipo de condensadores no importa la polaridad), observaremos en la pantalla una muy pequeña desviación de la aguja. A continuación y sin descargarlo invertiremos la instalación de las puntas de prueba, y de estar bien tendremos que observar que, aunque en muy pequeño porcentaje, la desviación de la aguja es mayor.

Si al realizar la comprobación del componente la aguja no se mueve, el condensador está abierto.

Si al realizar la comprobación del componente, la aguja marca un valor de resistencia de cero ohms., es señal de que el condensador está en cortocircuito.

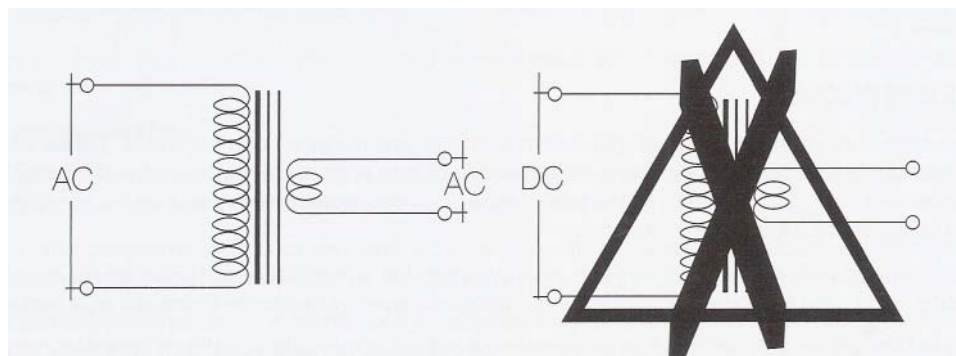
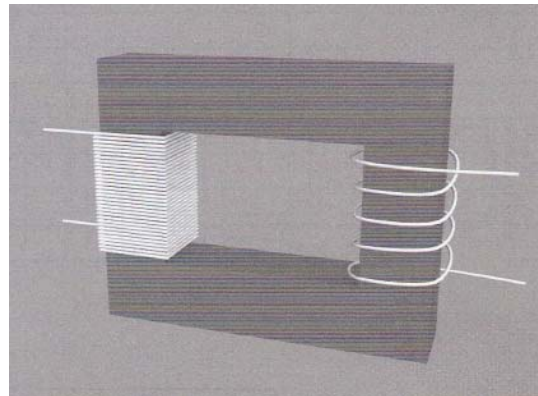
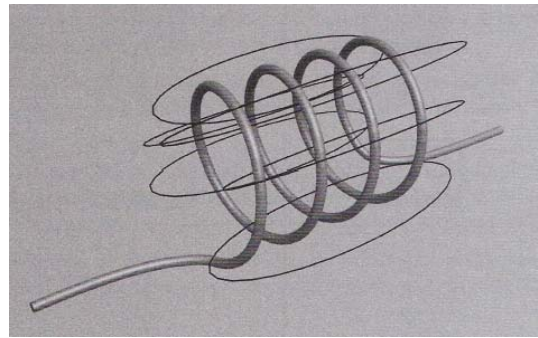
## 8.7 TRANSFORMADORES

Los transformadores, como se ha indicado en el capítulo de electricidad, son aparatos eléctricos cuyo funcionamiento se basa en la inducción. Se utilizan distintos tipos de transformadores para transmitir potencia eléctrica, para efectuar medidas y para la transmisión de señales.

Dos bobinas montadas sobre un núcleo de hierro común constituyen un transformador. El primario (bobinado de entrada) consume energía eléctrica. Esta energía se transmite al núcleo en forma de campo magnético alterno. La energía del campo alterno es transformada nuevamente en energía eléctrica por el secundario (bobinado de salida), y suministrada a la carga conectada.

En el transformador sin carga las tensiones son aproximadamente proporcionales a los números de espiras. Cuando se conecta una carga al secundario aparece una caída de tensión en la resistencia interna del transformador. La tensión de salida cuando el transformador se carga con resistencias óhmicas o con resistencias inductivas, es menor que la tensión de salida en circuito abierto.

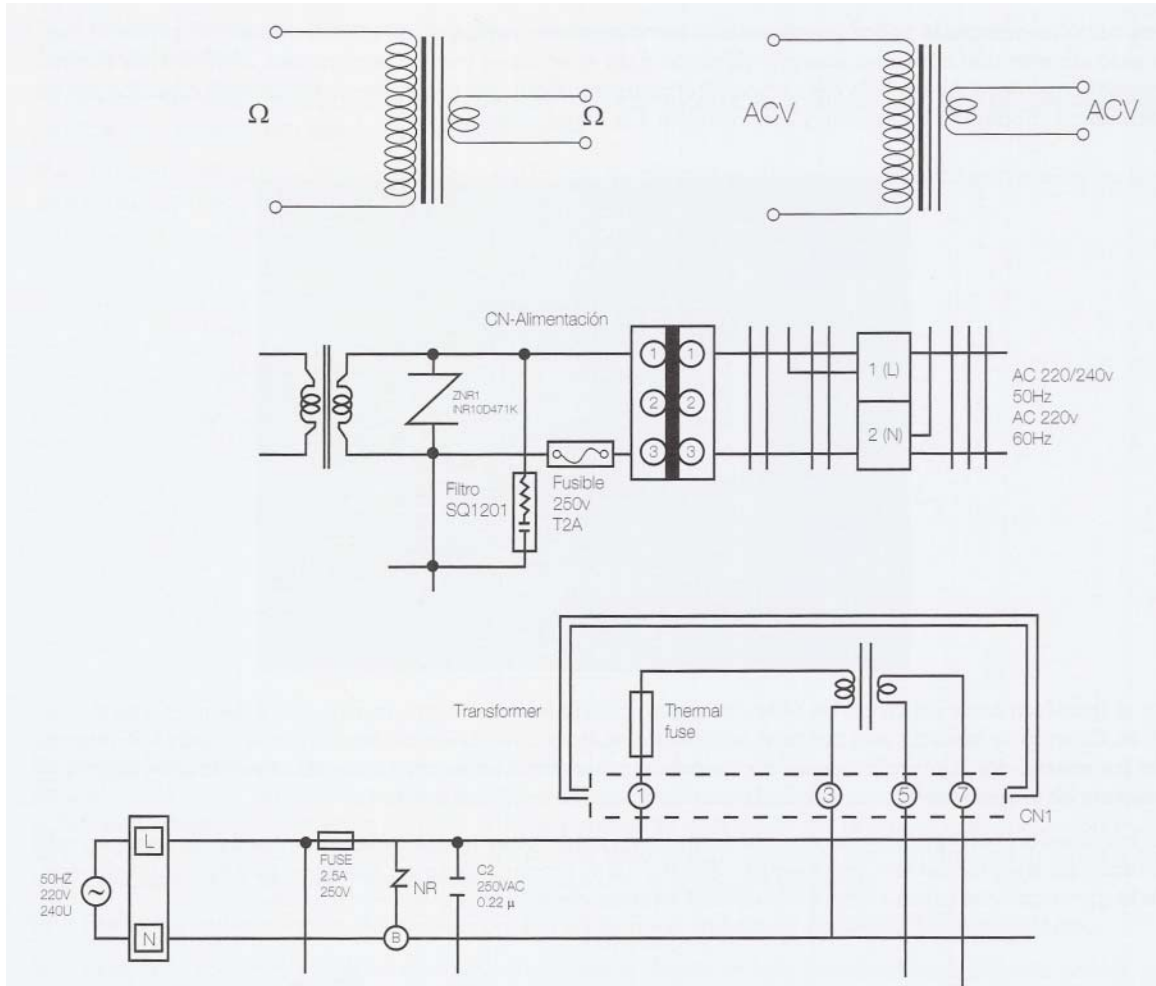
En los transformadores de potencia, por ejemplo en los transformadores de alimentación se conocen por la razón de transformación, por ejemplo 220 V / 12 V. Normalmente en aparatos de aire acondicionado de la gama doméstica, se alojan en la unidad interior, detrás de la placa electrónica.



Conectar un transformador a una tensión continua no solo es inútil (ya que no hay alternancia de polaridad) sino que también resulta peligroso, ya que conectamos una tensión constante a una bobina (lo cual es poco más o menos un cortocircuito que dependerá de la resistencia del bobinado) y sólo conseguiremos calentar o incluso quemar el primario del transformador.

## Comprobación

Para la comprobación del estado de las bobinas con el tester en ohmios, tendremos que encontrar cierta resistencia entre los dos hilos de entrada (primario), y cierta resistencia entre los dos hilos de salida (secundario). Si se le aplica tensión alterna al primario, se podrá medir la tensión alterna de salida en el secundario.





## 8.8 RESISTENCIA

Podemos ver a la resistencia por analogía, como un corte por obras en una carretera. Todos estamos familiarizados con la resistencia que ofrece un embotellamiento al paso de los vehículos. El estrechamiento y ensanchamiento de la carretera, y el pequeño espacio comprendido entre ambos, hacen que el tráfico pase más lentamente a través del obstáculo.

Esto mismo puede aplicarse a los materiales resistivos con los que están construidas las resistencias (carbón, grafito, etc.) cuya misión en el circuito será obligar a que los electrones circulen más lentamente.

Debido a la falta de espacio en muchos esquemas eléctricos, a menudo se utilizan abreviaturas para indicar los valores de las resistencias, por ejemplo:

3K9	=	3.900 Ohms
1 M5	=	1.500.000 Ohms
18K	=	18.000 Ohms

### Código de colores

Las resistencias están marcadas con bandas coloreadas, donde las tres primeras bandas indican el valor y la tolerancia viene indicada por la cuarta banda.

Color	Primero valor	Segundo valor	Multiplicador	Tolerancia
Negro	—	0	—	+/- 20 %
Marrón	1	1	10	+/- 1 %
Rojo	2	2	100	—
Naranja	3	3	1.000	—
Amarillo	4	4	10.000	—
Verde	5	5	100.000	+/- 5%
Azul	6	6	1.000.000	—
Violeta	7	7	—	—
Gris	8	8	—	—
Blanco	9	9	—	—
Oro	—	—	0,1	+/- 5%
Plata	—	—	0,01	+/- 10%

### **EJEMPLOS:**

100 W = marrón, negro, marrón, plata.

220 W = rojo, rojo, marrón, plata.

470 W = amarillo, violeta, marrón, plata.

### Potenciómetros

La mayoría de potenciómetros poseen una característica de resistencia lineal. Esto quiere decir que la resistencia de la pista cambia en proporción al ángulo de rotación, aunque para aplicaciones especiales (tales como el control de volumen en aparatos de audio), se utilizan potenciómetros con características logarítmicas de resistencia.

Los potenciómetros estándar son divisores ajustables de tensión, donde el cursor (a) se mueve a lo largo de la pista de material resistivo (b). Las dos secciones de la pista entre el contacto del cursor y los extremos de la misma (c y d) son las dos resistencias.

La sección más larga es en términos físicos la mayor resistencia que se alcanzará. Sin embargo, la resistencia total de la pista permanece igual.

## Tipos de potenciómetros

- Los potenciómetros ajustables son muy pequeños y sólo se utilizan en ajustes ocasionales (mientras se calibra un aparato, por ejemplo).
- Los potenciómetros rotatorios en la mayoría de los casos se ajustan girando un eje. El máximo giro disponible suele ser de unos  $270^\circ$  ( $3/4$  de vuelta).
- Los potenciómetros de diez vueltas son rotatorios, muy precisos y con  $3.600^\circ$  de giro (10 vueltas).
- Los potenciómetros deslizantes se ajustan deslizando un botón, y se instalan a menudo en mesas de mezclas.
- Los potenciómetros acoplados o en estéreo, están formados por dos potenciómetros normales conectados juntos con el mismo eje.
- Los potenciómetros bobinados contienen una pista hecha con hilo resistivo, y se destinan a usos que requieren márgenes de potencias grandes.
- Los potenciómetros logarítmicos se utilizan para el control de volumen en equipos de audio.

Un potenciómetro ajustable es un tipo de resistencia variable, y puede utilizarse como divisor de tensión ajustable ya que los valores de la resistencia en las dos secciones de la pista cambian (y así cambia también la relación entre ellas), manteniéndose igual la resistencia total del potenciómetro.

## 8.9 SEMICONDUCTORES

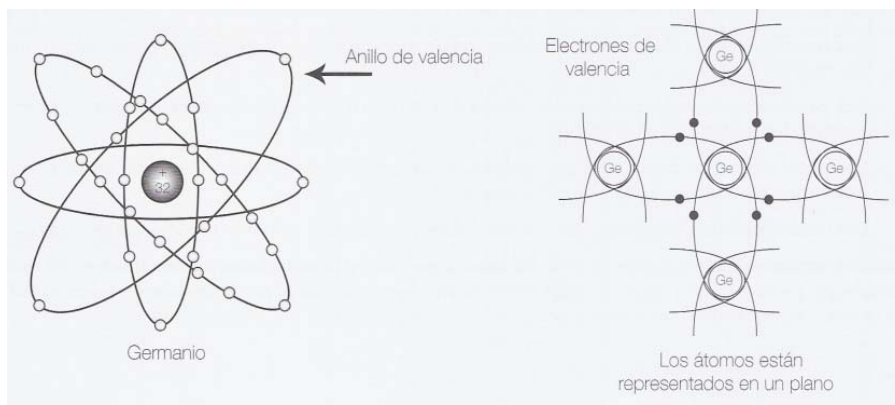
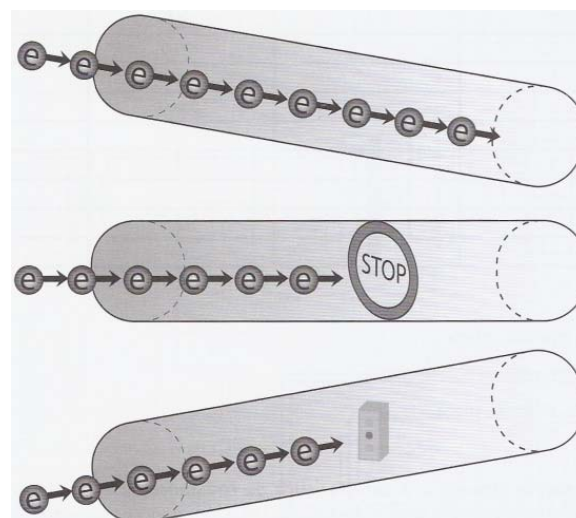
Las sustancias semiconductoras tienen una estructura cristalina. Su conductividad es menor que la de los metales, pero mayor que la de los aislantes. De las sustancias semiconductoras, las que poseen mayor importancia son el germanio y el silicio.

Las sustancias semiconductoras deben fabricarse siempre con una pureza extraordinaria, ya que una pequeñísima adición de sustancias extrañas hace variar considerablemente las propiedades del material semiconductor.

El germanio debe ser fabricado tan puro que en 100 millones de átomos de germanio haya como máximo un átomo extraño. Comparativamente esto es lo mismo que impurificar el agua de un depósito de 25 metros de largo, 12 metros de ancho y dos metros de hondo con un dedal lleno de tinta.

El funcionamiento de los componentes semiconductores se puede explicar tomando el germanio como ejemplo, pues en él los fenómenos atómicos son muy claros.

El átomo de germanio se compone de un núcleo atómico y de 32 electrones. El comportamiento químico de una sustancia viene determinado por los electrones que se mueven en la capa exterior. Estos electrones como ya sabemos, son los que determinan la valencia química de una sustancia, por lo que se les llama electrones de valencia.



En el cristal de germanio cada electrón de valencia gira alrededor de su propio núcleo y del de un átomo vecino. Al tener cuatro electrones de valencia podrá enlazar con cuatro átomos vecinos. Para la construcción del cristal de germanio, son necesarios todos los electrones de valencia. Por tanto a temperaturas muy bajas no podrá moverse libremente por el cristal ningún electrón.

## Conducción de la corriente en los semiconductores

### **Conducción intrínseca.**

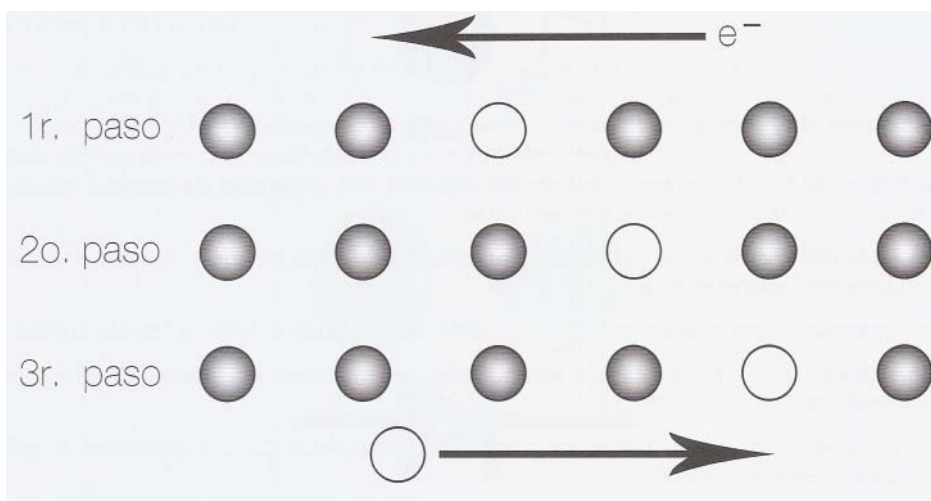
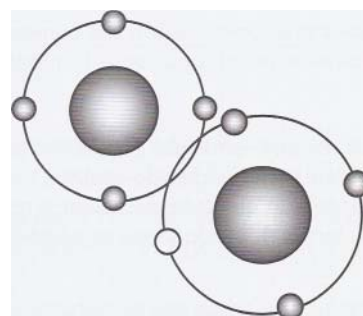
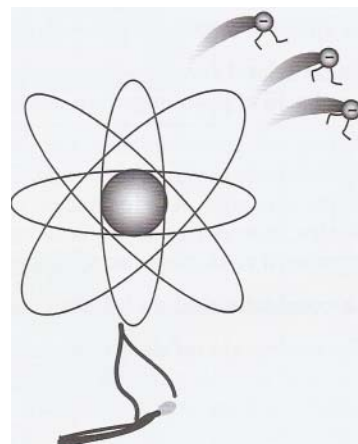
Cuando se calientan las sustancias semiconductoras, sus átomos describen movimientos vibratorios alrededor de su composición de reposo, movimientos que se hacen más enérgicos al crecer la temperatura, debido a ello algunos pares de electrones son arrancados de la red cristalina.

Los electrones de valencia de estos enlaces destruidos se alejan de sus átomos y se convierten en electrones de conducción que pueden moverse libremente por la red cristalina, por tanto, a la temperatura ambiente los semiconductores ya poseen una reducida conductividad.

Si un electrón de valencia se aleja de su enlace en la red, queda en ésta un átomo al que le falta una carga negativa. Este átomo está cargado por tanto positivamente. Este agujero en la red cristalina se denomina **hueco**.

Al someter un semiconductor a una tensión, los electrones de conducción se moverán como portadores negativos de carga, hacia el polo positivo del generador. Un electrón liberado puede volver a ser capturado por un hueco.

El propio electrón deja también un hueco tras sí, que tiene tendencia por su parte a capturar igualmente un electrón. Por tanto cuando se aplica una tensión los electrones se mueven del polo negativo al positivo. Los nuevos huecos aparecidos avanzan en este proceso forzosamente en sentido contrario, o sea del polo positivo al negativo. Se dice entonces que los huecos se desplazan.



**En los semiconductores hay que distinguir entre la conducción por electrones y la conducción por huecos.**

**Comparación:** Alguien llega tarde al cine, y en el centro de una fila queda aún un sitio libre. Todas las personas de esta fila se corren cada una un sitio hacia el centro. Al mismo tiempo el sitio libre también se corre del centro hacia el extremo de la fila. El sitio libre se desplaza por tanto en sentido contrario al sentido en que se corren las personas.

Los huecos, también llamados "electrones en defecto", se comportan como partículas positivas cuando se aplica una tensión, y son atraídos por el polo negativo del generador.

**En un cristal semiconductor los electrones de conducción se mueven hacia el polo positivo y los huecos hacia el polo negativo del generador.**

Al destruir un enlace formado por un par de electrones aparece un electrón de conducción, pero simultáneamente también un hueco. En un cristal semiconductor se forman por tanto siempre pares de portadores de carga. A la formación de pares de portadores se debe la conductividad intrínseca del semiconductor, que depende de la temperatura y del material semiconductor. En el germanio la conductividad intrínseca se duplica cada 9 K de aumento de temperatura, y en el silicio se triplica cada 10 K.

**La conductividad de los semiconductores crece con la temperatura.**

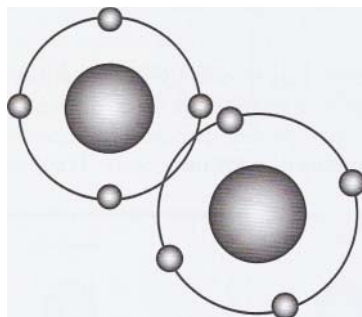
Por encima de un determinado límite de temperatura se destruye la red cristalina de un semiconductor, por ello al soldar deben tomarse determinadas medidas de precaución. Los puntos de soldadura cuidadosa y previamente preparados, con un soldador lo suficientemente caliente, reducen el tiempo de soldadura.

Para mejor disipación del calor, es conveniente agarrar las patas de conexión del componente con unos alicates de boca plana, entre el punto de soldadura y la cápsula del componente semiconductor.

### **Conducción extrínseca**

La conductividad de las sustancias semiconductoras puras es muy reducida. El número de portadores de carga móviles en el cristal se puede aumentar considerablemente añadiendo átomos extraños, también llamados impurezas. Estas impurezas son átomos que poseen un electrón de valencia más o menos que los átomos del cristal semiconductor. El germanio tiene valencia 4, por lo tanto se añadirán impurezas de valencia 3 o 5 en la red cristalina del germanio.

Los átomos de impurezas, que ceden electrones en la estructura cristalina, se denominan donantes (de electrones), ya que aquí el transporte de cargas tiene lugar como en los metales mediante portadores de carga negativos (electrones), se dice que estos semiconductores son del tipo N.



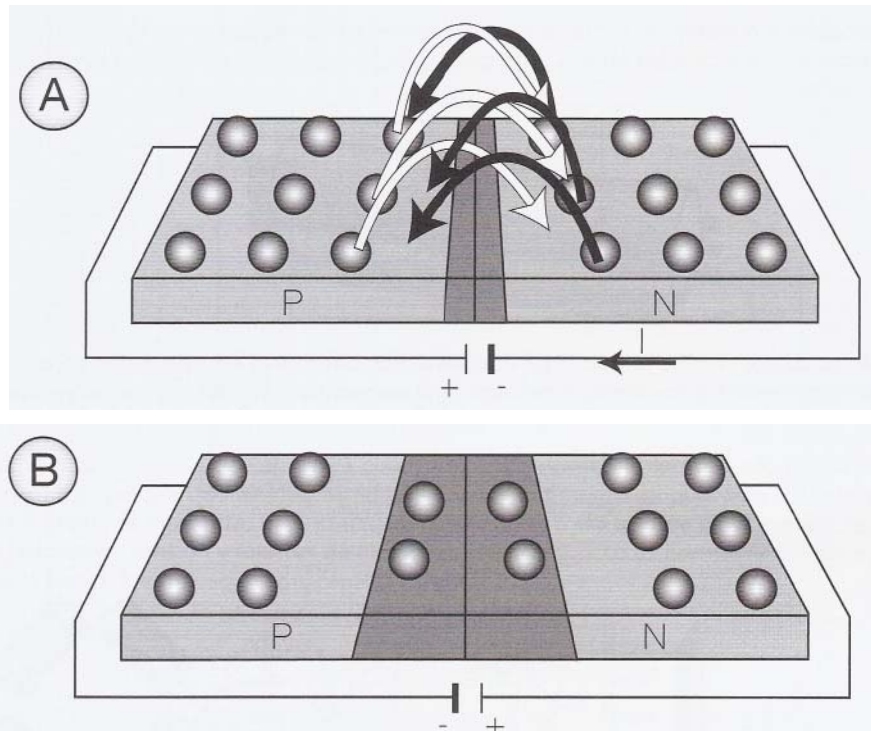
Los semiconductores del tipo N son semiconductores dopados con impurezas de valencia mayor, y que al aplicar una tensión circula una corriente de electrones.

Si se introduce en la red cristalina del germanio impurezas de valencia menor, por ejemplo átomos de indio (símbolo químico In) aparecen huecos en exceso.

Las impurezas que toman electrones en la estructura cristalina se llaman aceptoras (de electrones).

Aquí el transporte de cargas se lleva a cabo fundamentalmente mediante portadores positivos, por ello se dice que este semiconductor es de tipo P.

Los semiconductores tipo P son semiconductores dopados con impurezas de valencia menor. Al aplicarles una tensión circula una corriente de huecos.



Los semiconductores tipo N y tipo P obtienen su conductividad de las impurezas en la red cristalina, y por ello esta forma de conducción se llama extrínseca.

La conductividad de la conducción extrínseca depende del grado de dopado, aunque para poder verlo mejor en los semiconductores tipo P sólo se representan los huecos y en los de tipo N, sólo los electrones de conducción.

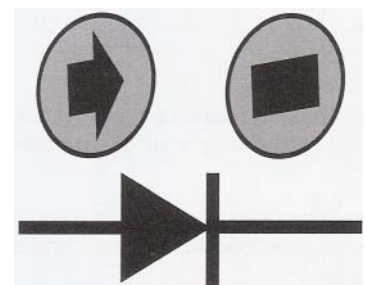
La conducción extrínseca es independiente de la temperatura.

## 8.10 DIODOS SEMICONDUCTORES

La materia prima del diodo suele ser silicio, y éste no es ni conductor ni aislante sino algo "intermedio", aunque por medio de un proceso químico denominado "dopado" se proporciona al material un alto número de "electrones libres", de esta manera se consigue el silicio tipo "N".

El opuesto al silicio tipo "N" es el silicio tipo "P" y se consigue por procesos diferentes de dopado, o sea, en este caso el silicio queda con un exceso de los llamados "huecos", y los "huecos" se desplazan de átomo a átomo a través del silicio.

Es normal considerar los electrones libres en el silicio tipo N y los huecos en el tipo P, como portadores de corriente, ya que al situar juntas una pequeña sección de material tipo P y otra de material tipo N, se conoce como unión PN **y constituye lo que se conoce como diodo, teniendo la particularidad de conducir solo en una dirección, y bloquearse en dirección inversa.**

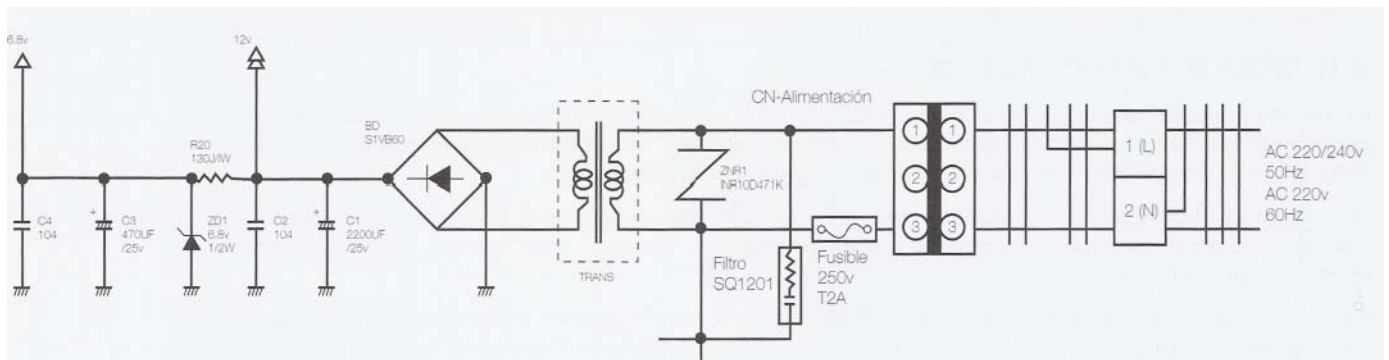
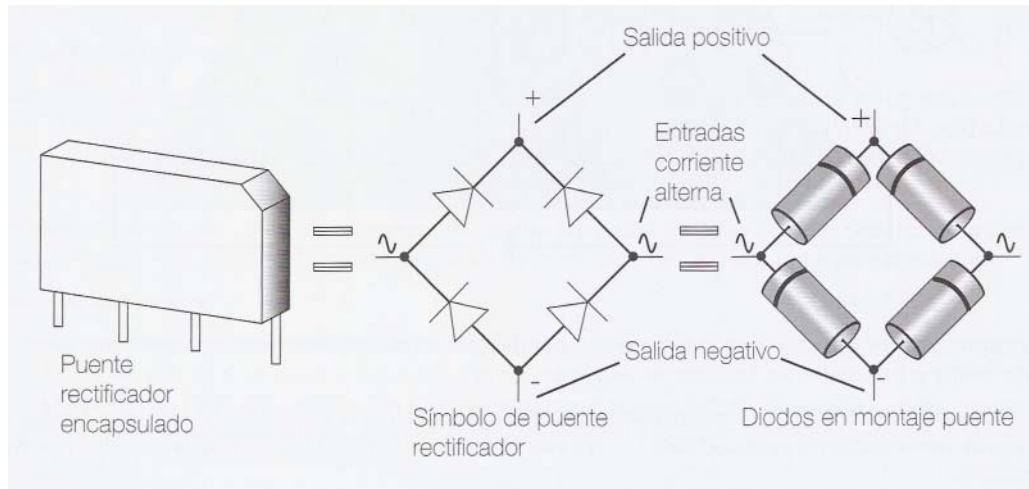


Utilizando el diodo como elemento rectificador de corriente, diremos que es un camino de baja resistencia para los electrones que circulan en una dirección y un camino de alta resistencia para los que circulan en dirección contraria.





Al conjunto de los cuatro diodos le podemos encontrar con diferentes encapsulados en montaje "puente", donde encontraremos debidamente señalizada la entrada de corriente alterna y la polaridad de salida de la corriente continua.

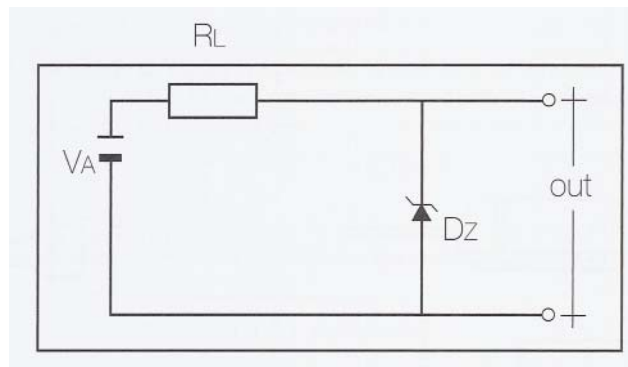


El conjunto de condensadores electrolíticos y resistencias asociadas a los diodos rectificadores tienen como misión eliminar al máximo los rizados provocados por la rectificación de la corriente alterna.

## 8.11 DIODOS ZENER

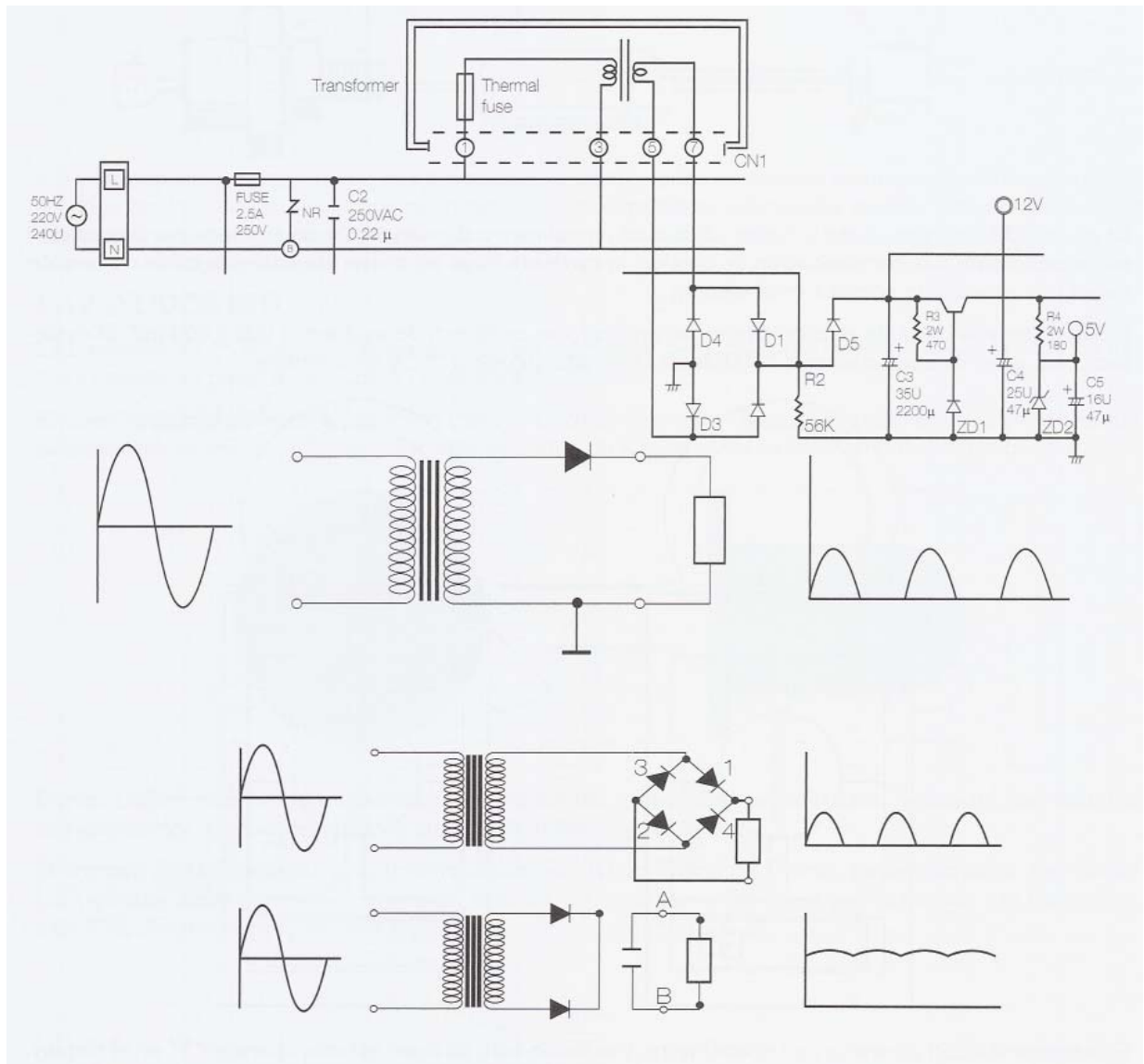
Si polarizamos inversamente un diodo estándar y aumentamos la tensión llega un momento en que se origina un fuerte paso de corriente que lleva al diodo a su destrucción. Este punto viene dado por la tensión de ruptura del diodo.

Pero podemos conseguir "controlar" este fenómeno y aprovecharnos de él, de forma que no se origine necesariamente la destrucción del diodo, ya que todo lo que tenemos que hacer es que este fenómeno se dé dentro de unos márgenes controlables.



El diodo zener es capaz de trabajar en la región en la que se da el efecto del mismo nombre cuando las condiciones de polarización así lo determinen, y volver a comportarse como un diodo estándar una vez que la polarización retorne a su zona de trabajo habitual.

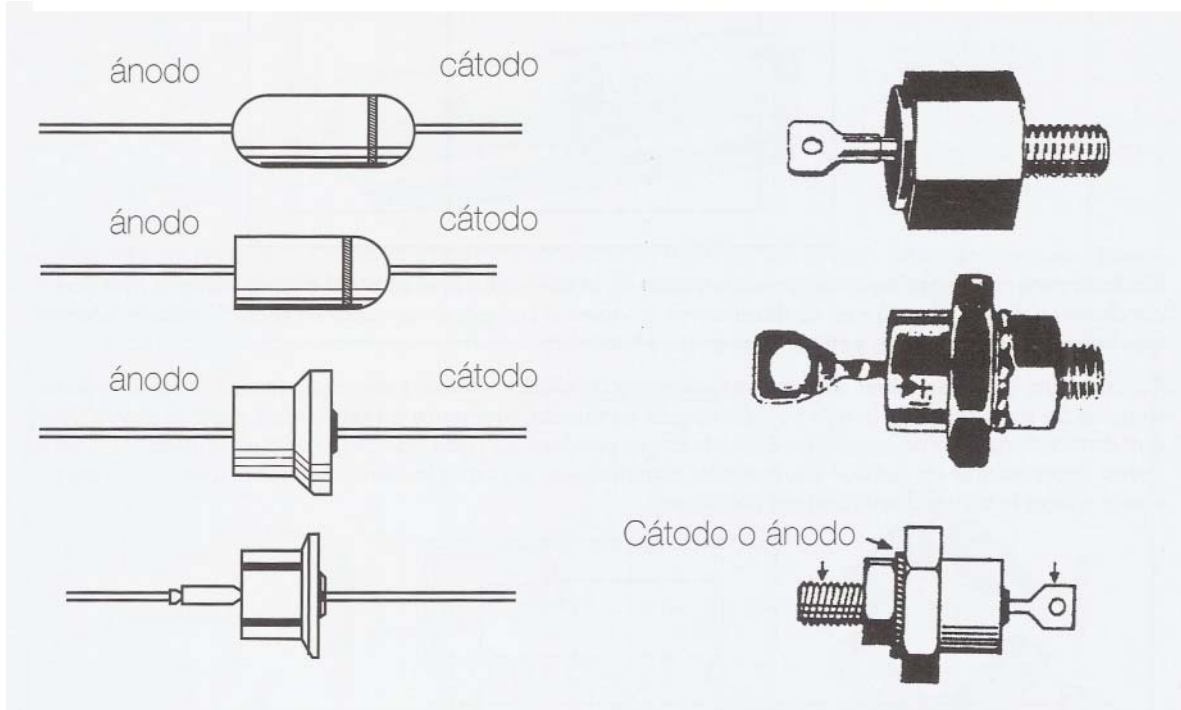
Resumiendo, el diodo zéner se comportará como un diodo normal, salvo que alcance la tensión zener (tensión de ruptura), para la que ha sido tarado en fábrica, momento en que dejará pasar a través de él una cantidad ingente de corriente. Este efecto se produce en todo tipo de circuitos reguladores, limita-dores, recortadores de tensión y fuentes de alimentación. Su aspecto es normalmente de cristal transparente, y lleva la banda identificadora del cátodo.



## Comprobación

Los diodos llevan normalmente una banda plateada o negra grabada en uno de los laterales que nos identifica el terminal correspondiente al cátodo.

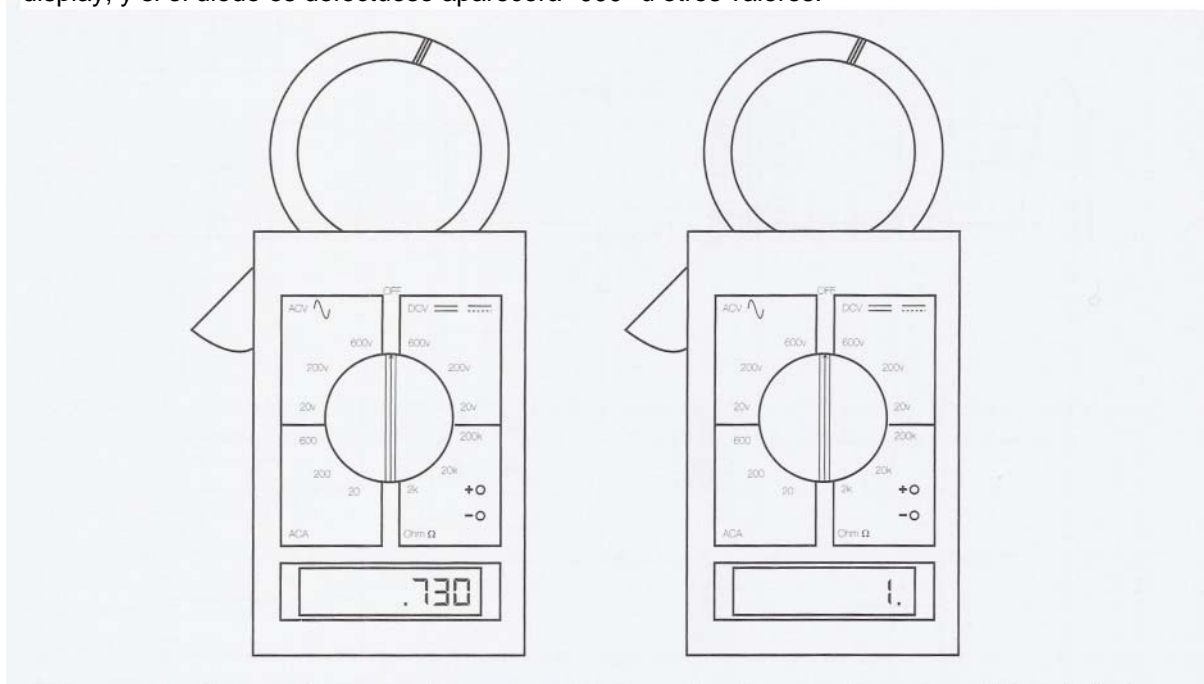
En el caso de conexión como la figura, utilizando un polímetro digital y situando el selector en la posición correspondiente a la comprobación de diodos, la corriente fluye en orden (directo) y la caída de



tensión directa de este diodo aparece en el display.

Normalmente la caída de tensión directa en un diodo en buen estado está entre 500 y 800 mV. Si es defectuoso, en el display aparecerá "000" si está en cortocircuito o "1" si no conduce.

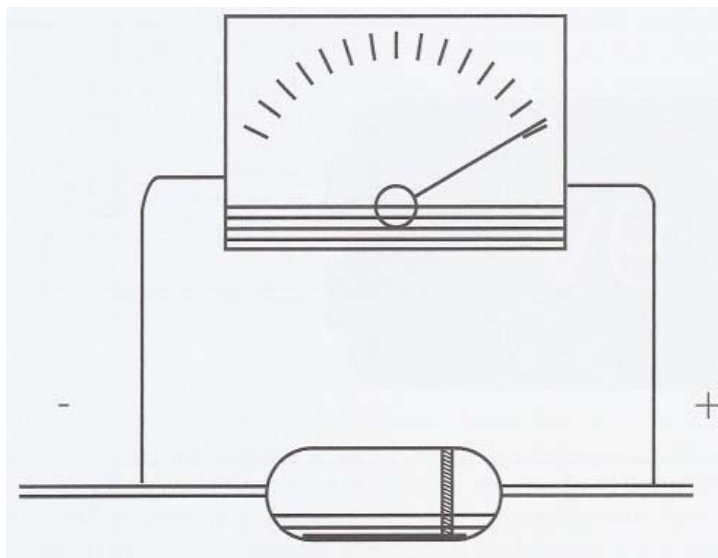
Si la comprobación se realiza con el ohmímetro, y el diodo está en buen estado, aparece "1" en el display, y si el diodo es defectuoso aparecerá "000" u otros valores.



La mayoría de polímetros analógicos, al ser utilizados como ohmímetro, suministran tensión positiva (procedente de las pilas internas) por la punta de prueba utilizada como negativo, al medir tensiones continuas.

Para la comprobación del estado de un diodo, situaremos el selector del tester para medir continuidad, y comprobaremos que el diodo solo conduzca en una dirección, en el caso de no conducir en ninguna de las posiciones de las puntas de prueba el diodo estaría abierto, y si conduce en las dos direcciones el diodo está cruzado.

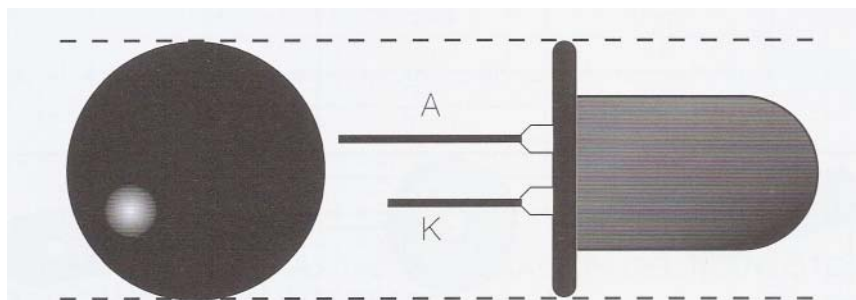
Es importante para realizar la comprobación estática de cualquier componente electrónico, desoldar y levantar del circuito, uno de sus dos terminales (diodos, resistencias, etc.), en el caso de transistores, triacs, tiristores, etc., que tienen tres terminales, es conveniente desoldar el componente del circuito para efectuar su comprobación, ya que de lo contrario las mediciones efectuadas podrían estar alteradas por otros componentes del propio circuito.



## 8.12 DIODOS LED

La operativa de un diodo LED se basa en la recombinación de portadores mayoritarios en la capa de barrera cuando se polariza una unión PN en sentido directo.

En cada recombinación de un electrón con un hueco se libera cierta energía, y esta energía en el caso de determinados semiconductores, se irradia en forma de luz, en otros se hace en forma térmica.



Dichas radiaciones son básicamente monocromáticas y mediante un adecuado "dopado" del material semiconductor, se puede afectar la energía de radiación del diodo.

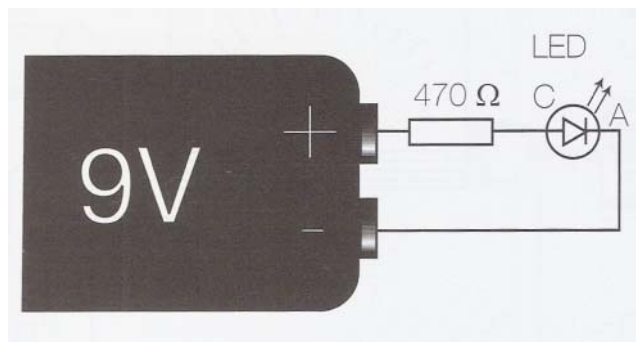
El nombre de LED se debe a su abreviatura inglesa (Light Emmiting Diode), pero además de los diodos LED, existen otros diodos con diferente emisión, en concreto infrarroja, y que responde a la denominación IRED (Diodo emisor de Infrarojos).

Si observamos el esquema adjunto veremos que los LEDS del panel de control visual reciben la alimentación directamente del microprocesador, por lo que en caso de avería sólo podremos comprobar su funcionamiento.

## Comprobación

Con este pequeño circuito podremos realizar la prueba de cualquier tipo de diodo luminiscente LED .

Como puede verse, solo necesitamos una pila de 9 V, una resistencia de 470 W (aunque también valdría un valor comprendido entre 470 W y 1 KW) y el diodo LED que ha de probarse, alimentándolo con la polaridad adecuada.



## 8.13 TERMISTOR

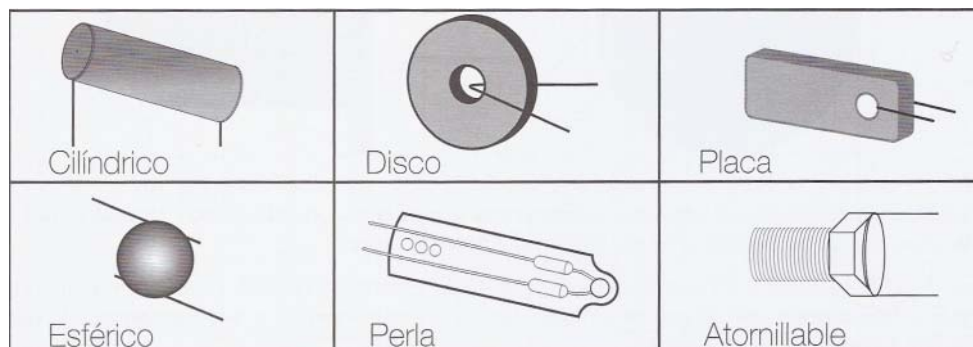
Hay ciertos materiales que presentan coeficientes de temperaturas negativos, que pueden ser de gran valor absoluto para algunos de ellos, cuya resistencia disminuye fuertemente cuando aumenta la temperatura. A estas resistencias se les denomina termistores (palabra formada del ingles Thermal Sensitive Resistor, traducido al castellano como, resistencia sensible a la temperatura), y también pueden recibir el nombre de resistencias NTC (resistencias de coeficiente térmico negativo).

### Estructura

Los termistores se componen de mezclas de óxidos metálicos y cristales mixtos oxidados, que se sintetizan con un agregado de aglutinantes. Se utilizan, por ejemplo, óxidos de magnesio y titanio o bien cobalto y óxidos de magnesio y níquel.

### Tipos

Según su aplicación se emplean termistores cilíndricos, en forma de disco, de placa, de perla, esféricos o atornillables.



Los termistores en forma de disco se fabrican prensando la masa del termistor en forma redonda. Los termistores esféricos y las perlas se realizan llevando una gota de la masa del óxido dos alambres paralelos tensados. Después de darles forma se sintetizan las resistencias a altas temperaturas. Las perlas de termistores se introducen a continuación en una ampolla de vidrio.

### Propiedades

Si se calienta un termistor disminuye su resistencia. El coeficiente de temperatura depende de la temperatura. Como resistencia en frío se da la resistencia a 20 °C o 25 °C. (en nuestro caso se toma como temperatura ambiente promedio + 25 °C). Cuando el calentamiento debido a la corriente es escaso, la resistencia no depende de la intensidad de la corriente y la tensión crece linealmente con aquella.

Una variación de la resistencia sólo puede deberse a una fuente calorífica externa, en el caso de aparatos de aire acondicionado, la variación de resistencia será debido a la temperatura a la que llegue el aire de retorno, o bien a la temperatura que se encuentren los serpentines evaporador o condensador.

Los termistores recorridos por corrientes débiles, funcionan como si se les calentara sólo exteriormente. Cuanto más intensa sea la corriente, tanto más disminuye la resistencia y con ella la tensión del termistor a causa del calentamiento propio.

Como resumen diremos que el calentamiento propio de los termistores lo origina la corriente que circula por ellos.



## Comprobación

Debido a que en las instalaciones de aire acondicionado podemos encontrarnos diferentes termistores o sondas, y que según el modelo y cometido en la regulación electrónica del aparato pueden tomar diferentes valores, diremos que tomando como temperatura ambiente el valor de + 25 °C , los valores más normales de las sondas utilizadas en instalaciones de aire acondicionado son las que se relacionan en la tabla adjunta (valores de resistencia en negrilla a + 25 °C. de temperatura ambiente).

Para su comprobación diremos que entre sus terminales a temperatura ambiente encontraremos cierto valor de resistencia. Si calentamos el termistor con cualquier fuente de calor, la resistencia debe descender, pero si introducimos el sensor del termistor en un vaso con agua y hielo, la temperatura del agua descenderá hasta + 1 o + 1,2 °C., en este momento deberemos comprobar con respecto a la medición efectuada a la temperatura ambiente, que su valor tiene que haber aumentado aproximadamente entre un 300 % y un 350 %. En caso contrario podemos desconfiar del correcto funcionamiento del termistor.

VALORES DE RESISTENCIA APROXIMADOS EN TERMISTORES (W) Ohms.		
TEMPERATURA + 40 °C	TEMPERATURA + 25 °C	TEMPERATURA 0 °C
1.100	2.000	6.500
2.700	5.000	16.500
5.500	10.000	32.500
7.600	15.000	54.500
10.000	20.000	67.000
12.800	25.000	83.000

## 8.14 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y COMPROBACIÓN DEL TRANSISTOR, DIAC, TIRISTOR, TRIAC Y CIRCUITO INTEGRADO

### El transistor

Como ya sabemos, si tenemos un material semiconductor tipo P y uno de tipo N, y los juntamos, esta unión da lugar al diodo, pieza básica de cualquier circuito electrónico.

Este tipo de unión P-N no es la única que se puede hacer con materiales semiconductores. La ampliación más sencilla que se puede hacer a unión P-N es simplemente añadir de nuevo otra capa de semiconductor tipo P o N. Es así como se obtiene lo que se conoce con el nombre de transistor de unión bipolar.

Un transistor bipolar es la unión de un material semiconductor tipo P, uno del tipo N y de nuevo otro del tipo P, este sería el caso de un transistor P-N-P .

Por el contrario, si uniésemos dos materiales tipo N más uno del tipo P, en medio de ellos obtendríamos un transistor tipo N-P-N.



Vemos pues que existen dos tipos de transistores según su estructura interna, aunque aparentemente, ambos son muy similares, sus características de funcionamiento van a ser opuestas.

## Transistores N-P-N y P-N-P

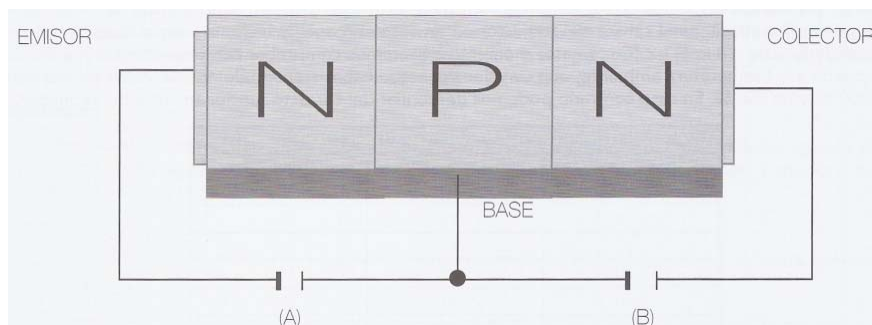
Cada una de las tres secciones que forman el transistor recibe un nombre:

**Colector.** El colector es la parte que recibe electrones o huecos según el tipo de transistor.

**Emisor.** El emisor es la parte que los emite "

**Base.** La base es la zona intermedia por donde van a pasar.

Como vimos en las uniones P-N, para que este tipo de dispositivos funcionen es necesario aplicarles una diferencia de potencial externa, y según como se conecte este potencial, vamos a obtener una polarización directa o inversa.

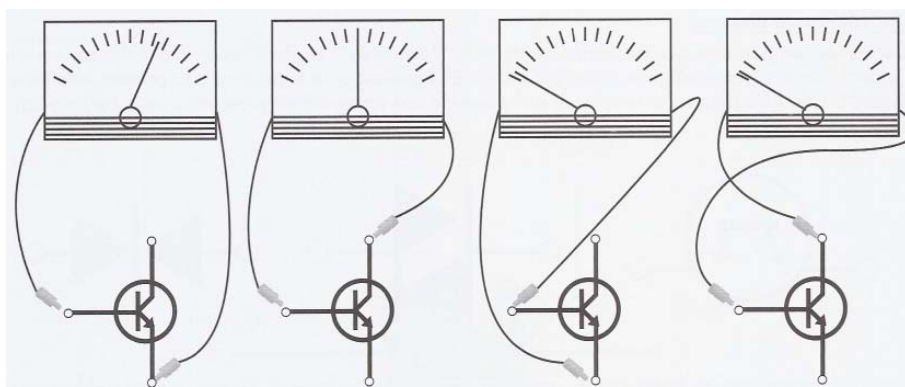
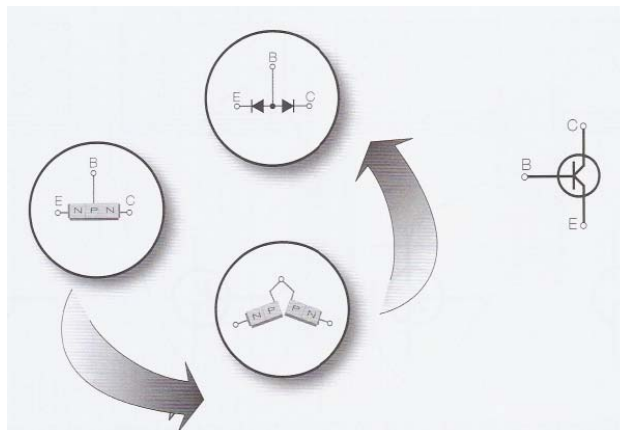


## Identificación y comprobación de un transistor

Si imaginamos un transistor como suma de dos diodos podemos utilizar esto como base para identificar sus patillas.

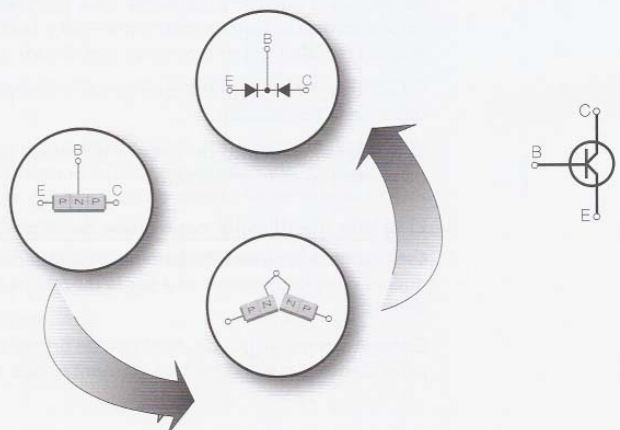
El transistor N-P-N tiene los diodos en serie, pero unidos por el ánodo, por lo que precisa polarización inversa. En el símbolo que lo representa la flecha señala la parte externa del transistor.

En los transistores N-P-N, al aplicar el terminal positivo del tester a la base y cerrar circuito sobre emisor o colector con la otra punta (negativo), se establece conducción y el instrumento facilita una lectura de baja resistencia.



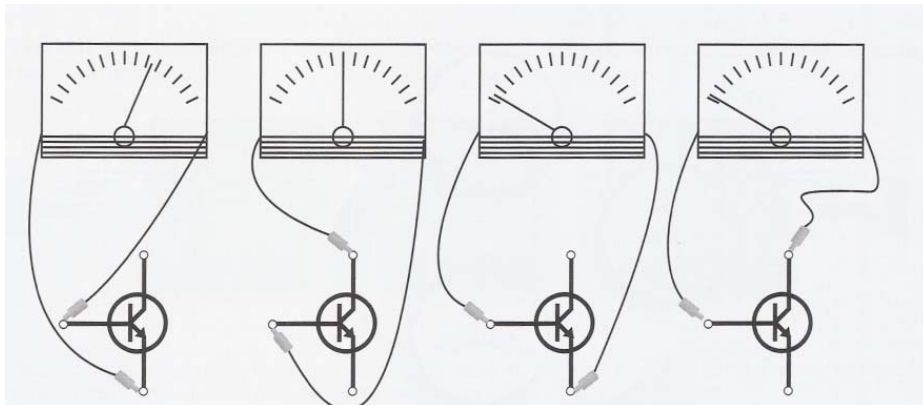
Si a este mismo transistor se aplica la punta de prueba con negativo sobre la base, cerrando circuito por emisor o colector con la otra punta de prueba (positiva), no puede existir conducción (ánodos negativos) y el instrumento indicará lecturas de alta resistencia.

El transistor P-N-P es comparable a dos diodos en serie unidos por el lado del cátodo. En el símbolo que lo representa la flecha señala la parte interna del transistor.



Cuando se trata de transistores del tipo P-N-P las condiciones de polarización se invierten con respecto al N-P-N. Existirá conducción y por lo tanto baja resistencia cuando sobre la base esté aplicada la punta de prueba portadora de polaridad negativa y se sitúe la otra punta (positivo) sobre emisor o colector.

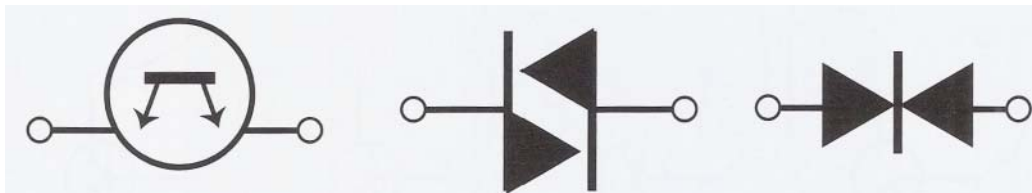
Si al realizar las diferentes comprobaciones, se encuentran alteradas las reacciones del instrumento, tendremos que desconfiar del componente y tendremos que proceder a su sustitución.



**Es normal que la resistencia base — emisor, sea ligeramente superior a la que se encuentra al medir la de la unión base — colector.**

### El diac (diodo de disparo)

El diac es un componente que podemos denominar "reversible", es decir, que no precisa conectarlo de una u otra forma, resumiendo, no posee polaridad. El significado de la palabra diac proviene de las siglas inglesas "Diode Alternative Current" y se compone de una doble difusión de impurezas de tipo opuesto al sustrato.



Dos diodos conectados en antiparalelo, conducen en ambas direcciones. Debido a sus tensiones umbrales, ambos diodos se bloquearán solo por encima de  $-0,7$  hasta  $+0,7$  V. Con diacs, este margen se ha ampliado desde aproximadamente  $-30$  V hasta  $+30$  V. Su símbolo en el circuito, dos diodos en antipara-lelo, en realidad debería mostrar dos diodos zener.

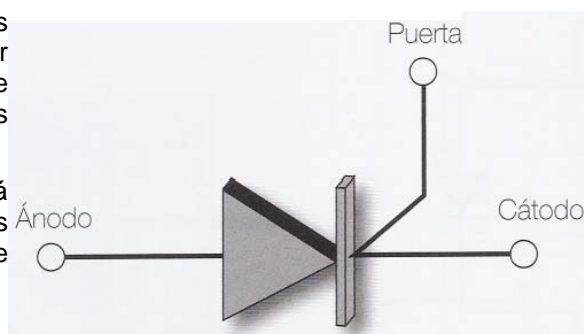
En contraste con los diodos zener sin embargo, la tensión del DIAC cae desde 30 V hasta 20 V en el instante de la conducción.

El diac es el elemento de disparo estándar, para circuitos controlados por triac y se utilizan en circuitos de control en corriente alterna.

### El tiristor (rectificador controlado de silicio SCR). Comprobación.

Este nombre proviene de la mezcla de dos palabras TIRatrón y transISTOR, por lo que se puede deducir que su comportamiento va a ser la mezcla de tiratrones y transistores, y sus propiedades aunarán las de ambos.

Concretamente se puede decir que un tiristor está constituido por una pareja de transistores con distintas polaridades y que, **de** los tres elementos que componen un transistor, tiene dos en común.

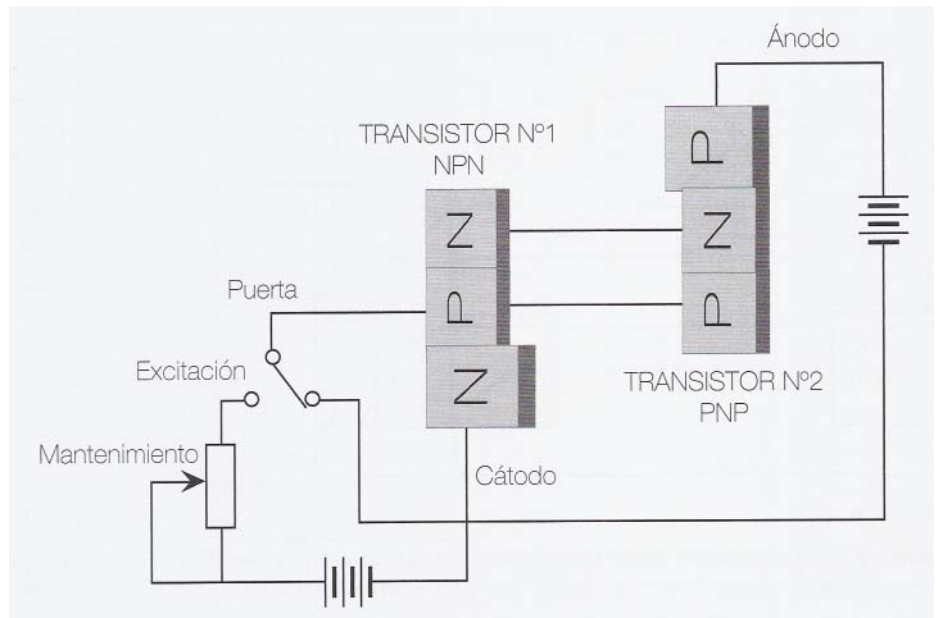


Los tiristores son elementos unidireccionales con tres terminales:

- ánodo.
- cátodo.
- puerta.

Los electrones en el interior del tiristor circulan del cátodo al ánodo y esta corriente de electrones está controlada por el otro terminal denominado puerta.

Con la puerta se puede mantener el suficiente control para que el tiristor esté en corte durante un tiempo. Si aplicamos una corriente en la puerta, el tiristor puede alcanzar el estado de conducción, pero una vez que esté conduciendo la puerta deja de ser el elemento de control y ya no puede hacer que el tiristor vuelva a estar en corte, ni que conduzca más.



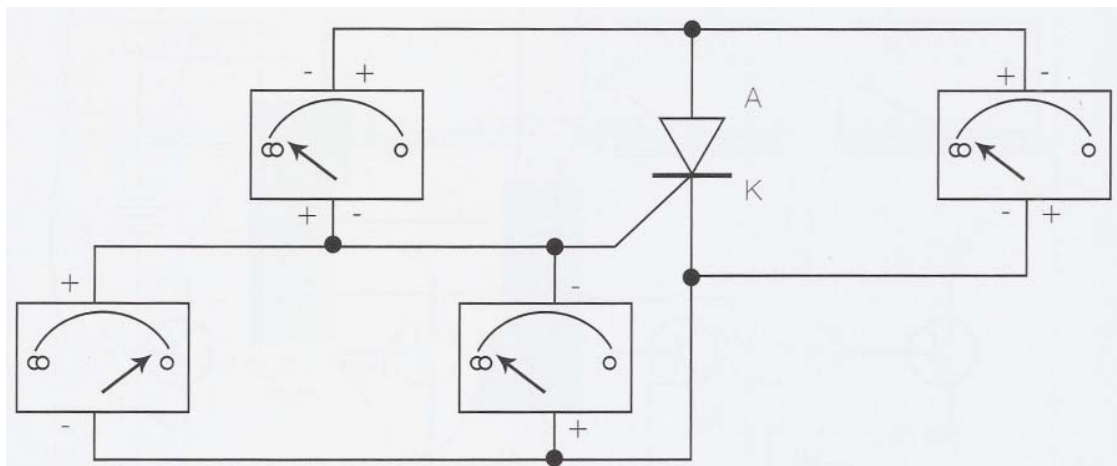
La única forma de hacer que la puerta vuelva a controlar al dispositivo es interrumpiendo el camino de la corriente.

Un tiristor tiene muchas utilidades, siendo las más destacables:

- o Como interruptor dentro de un circuito.
- o Como rectificador de corriente alterna.
- o Como convertidor de corriente continua a corriente alterna.
- o Como estabilizador de temperaturas y tensiones etc.

## Comprobación

Entre ánodo y cátodo siempre debe dar infinito, al igual que entre puerta (G) y ánodo. Entre puerta y cátodo en un sentido encontraremos resistencia, y en el otro infinito.



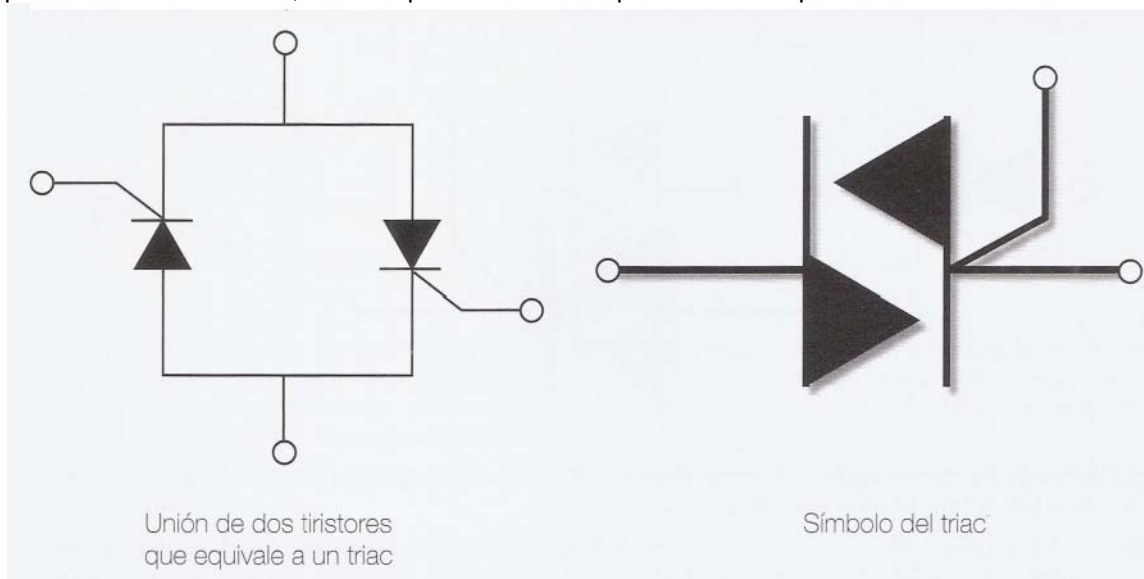
### El triac (Comprobación)

El triac es un elemento que pertenece a la familia de los tiristores, y su funcionamiento es muy parecido al tiristor, pero se diferencia en que el triac es bidireccional, es decir, una vez que le aplicamos la señal de mando a la puerta, la corriente que pasa puede circular en los dos sentidos, mientras que en el tiristor, al ser unidireccional, solo puede circular en un sentido.

Al igual que los tiristores, tiene tres electrodos, uno denominado puerta que es el electrodo de mando, y los otros dos son los principales de conducción.

Los triacs también pueden pasar de un estado de bloqueo a un estado de conducción pero en los dos sentidos de polarización y volver al estado de bloqueo por inversión de la tensión o por que la corriente disminuya por debajo de un cierto valor al que se le denomina valor de mantenimiento.

Con un circuito en el que coloquemos dos tiristores en antiparalelo podemos conseguir los mismos efectos que con un triac. Una de las ventajas del triac entre otras es el de poder pasar del estado bloqueado al de conducción, con independencia de las polaridades de puerta o de ánodo.

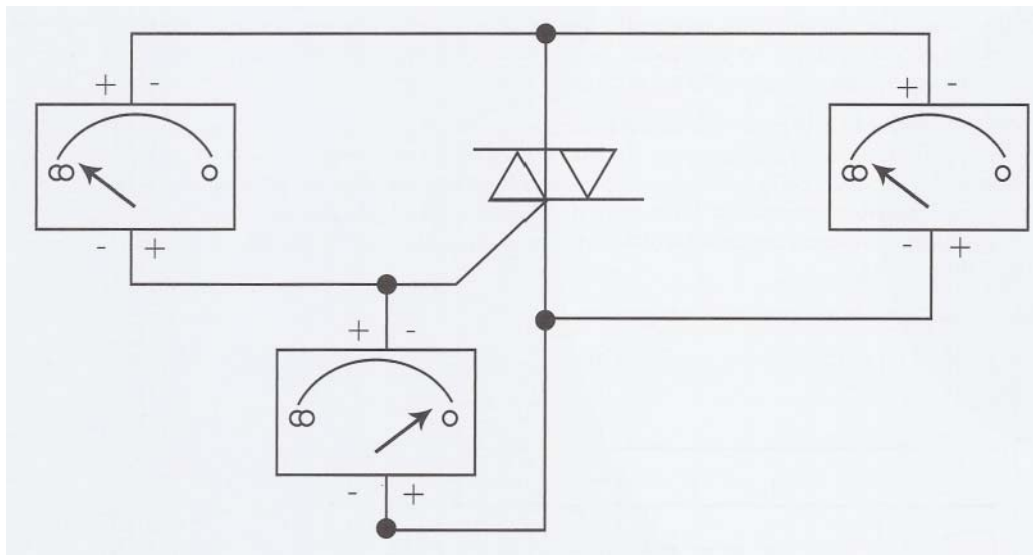


### Comprobación

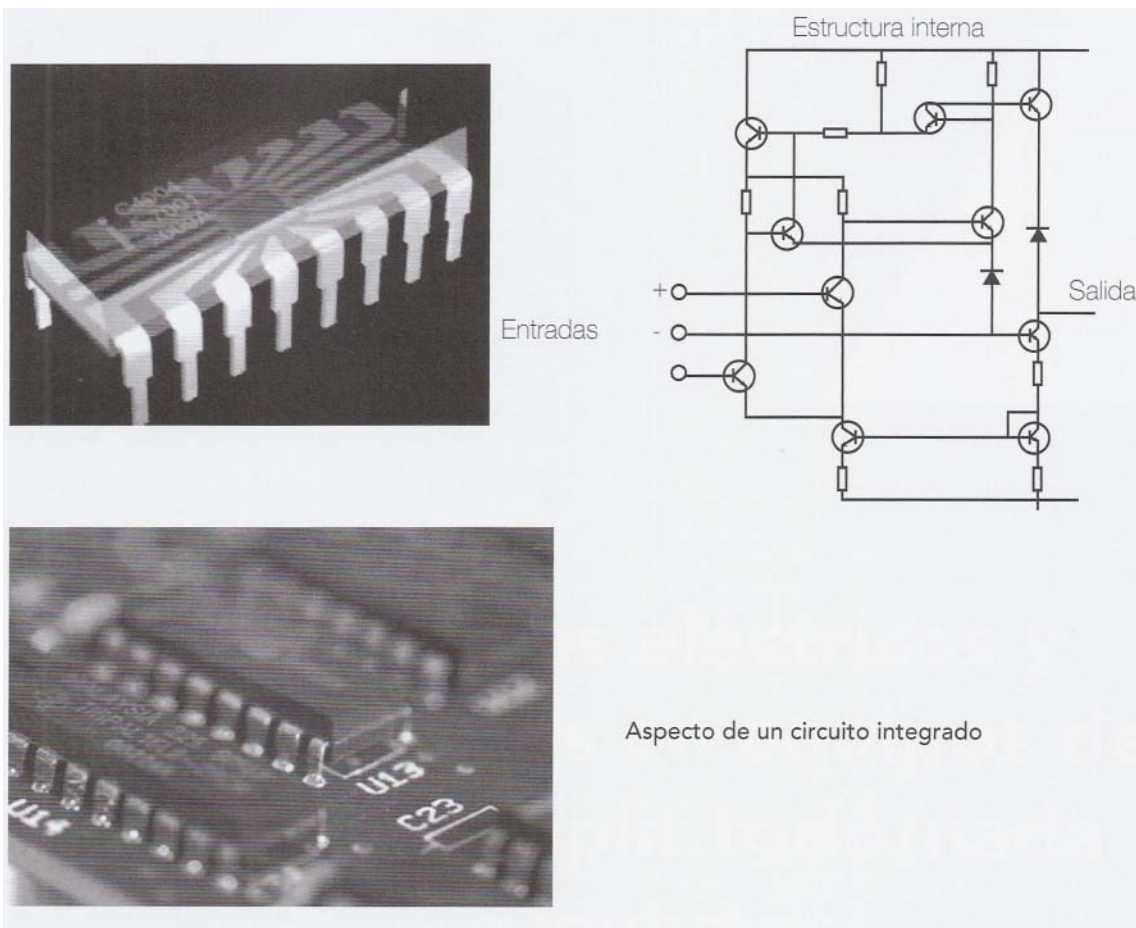
Entre T-2 y T1 siempre debe dar infinito, igual que entre la puerta (G) y T-2. Entre la puerta y T-1, en los dos sentidos tendremos que encontrar cierta resistencia.

### El circuito integrado (Distribución de patillas)

Los circuitos integrados son circuitos "comprimidos" en un chip, que realizan la misma función que un circuito compuesto de transistores, diodos, resistencias, etc., cuyo número puede llegar a superar el millón de componentes.







Lo importante es que cada circuito integrado puede desempeñar una función concreta sin interesarnos los componentes que contiene en su interior, sin embargo hay que saber manejar aparatos muy sofisticados, como osciloscopios, computadores, etc., para poder comprobar su correcto funcionamiento.

Por tal motivo y debido a la finalidad de este libro, nos limitaremos a conocer según el encapsulado, la numeración y posición de las patillas, para de esta forma poder comprobar las tensiones de alimentación y/o en el caso de disponer de la suficiente información técnica, los valores de tensión que deberemos encontrar en los diferentes terminales. En el caso de que una vez realizadas todas las mediciones posibles, se desconfía de su correcto funcionamiento tendríamos que sustituir el componente, o bien el conjunto de la placa electrónica.

### Distribución de patillas en circuitos integrados

Existen dos tipos de encapsulados, los DIL (*Dual In Line*) dos en línea, y los IL (*In Line*) en línea, que son metálicos.

