



**ELECTRONICA
DIGITAL**

RESONANCIA

La palabra radio se utiliza en muchas cosas, en electrónica es una abreviatura para radiocomunicación y se refiere a la técnica, tanto teórica como práctica de la comunicación y de los aparatos que la tratan.

La radiocomunicación es la transmisión por medio de un proceso radioeléctrico o de ondas electromagnéticas, de sonido, imagen o texto de un lugar a otro.

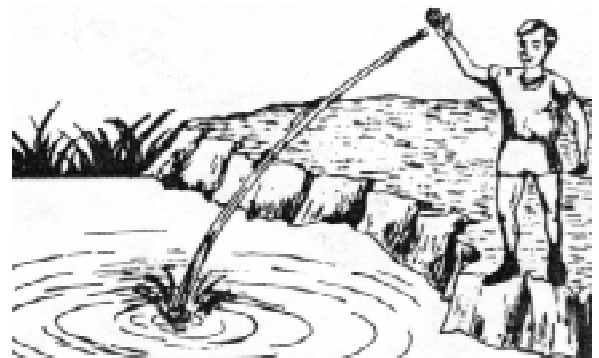
Cuando estamos cerca de una llama, no solo la vemos sino que sentimos el calor que la misma produce, el calor es la energía que se genera en la combustión y se llama energía calorífica.

La propagación o transmisión del sonido se efectúa en forma de una energía invisible pero que se puede sentir.

Estos fenómenos y otros muchos corresponden a formas de radiación de energía que se realiza por medio de ondas. Esta palabra se refiere a algo que sube y baja alternamente y está relacionada con el movimiento.

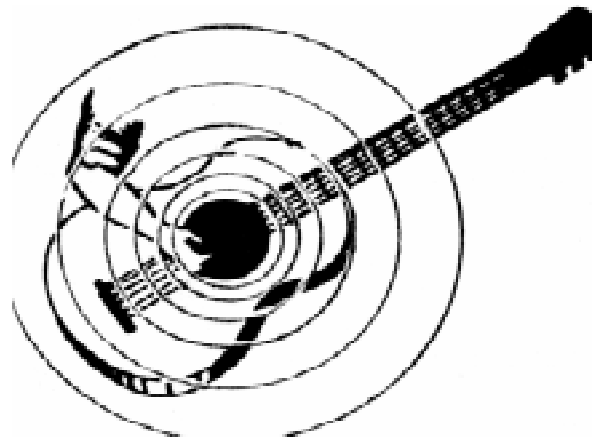
Tomamos como ejemplo el de las ondas u ondulaciones que se producen cuando lanzamos una piedra al agua. Notamos que desde el punto en que cayó la misma y sobre la superficie comienza a formarse una gran cantidad de ondas concéntricas que, aparentemente, se van alejando del punto en que cayó la piedra y terminan por desvanecerse a la distancia, una vez extinguida la energía que las originó. Pareciera que el agua se traslada y al hacerlo se lleva consigo las ondas, más en realidad no es así. Vemos si que el agua asciende y desciende con respecto a su valor normal, por lo tanto podemos deducir que lo que se traslada no es otra cosa que energía. Lo mismo sucede con las ondas sonoras, con la diferencia que éstas se trasladan a través del aire. Al pulsar una cuerda de guitarra, ella vibra con rapidez y se desplaza hacia uno y otro lado, al hacerlo comprime o empuja el aire. Estas variaciones de la presión del aire le llegan al tímpano el cual se las envía al cerebro que es quien en realidad escucha, por lo tanto las ondas sonoras no las podemos ver, sino sentir u oír.

Ondas en el agua



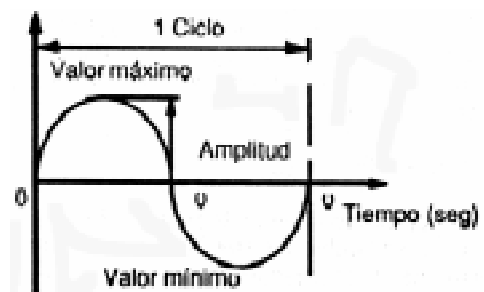
La piedra al caer forma ondas en el agua.

Onda de sonido



La cuerda al vibrar forma ondas en el aire.

Ciclo de una onda



Características de las ondas

El sonido, la luz, el calor y las ondas de radio, son todas ondas, pero algunas las vemos y no las sentimos y otras las sentimos pero no las vemos. Esto depende de las características de cada una de ellas.

Las principales características de una onda son: su frecuencia, su amplitud y su forma.

Las frecuencias de 20 a 20.000 c/s se denominan ondas sonoras; de 20.000 c/s en adelante ya no podemos escucharlas y se las denomina ultrasonido.

Otro tipo de ondas son las luminosas o radiación visible, tienen una frecuencia muy alta y hay diferentes tipos o bandas según su frecuencia. La de menos frecuencia es la llamada luz infrarroja y la de más alta frecuencia ultravioleta, entre ambas tenemos la luz visible, formada por diferentes colores o frecuencias. Después tenemos los rayos X, los gamma y los cósmicos.

Entre las ondas sonoras y las luminosas, tenemos las llamadas ondas de radio desde aproximadamente 30 KHz/s hasta los 300.000 Mhz/s. Las ondas sonoras solo pueden viajar algunos metros debido a que el aire va absorbiendo su energía. Las ondas de radio pueden viajar a gran distancia pues, cuando por algún medio se hace vibrar los electrones de un átomo, dicha vibración es transmitida en cadena a otros átomos, produciéndose una transmisión de vibración de un lugar a otro, que se conoce con el nombre de onda electromagnética.

Longitud de onda: Cuando nos referimos a las ondas de radio, podemos hacerlo por su frecuencia o por su longitud de onda que se mide en metros o fracción según el caso.

La longitud de onda es el espacio recorrido durante la realización completa del ciclo de la onda electromagnética.

La longitud de onda se indica con la letra lambda (λ), y se obtiene de dividir la velocidad de propagación que es de 300.000.000 metros por segundo por la frecuencia en Hz o c/s de la señal.

$$\lambda = \frac{V.P}{F}$$

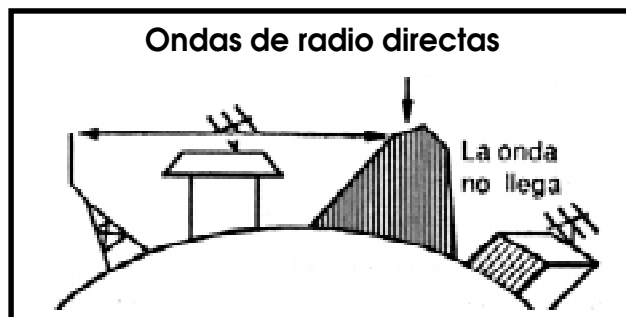
Según su frecuencia o longitud de onda, las señales de radio se comportan en forma diferente. En cuanto a su propagación o forma de viajar, los principales tipos son: onda, terrestres, directas y espaciales o reflejadas.

Ondas terrestres: Estas viajan alrededor de la superficie curva de la tierra sin penetrar en la atmósfera, el contacto con la superficie le crea flujos de corriente que la atenúa hasta desaparecerla.

Ondas directas (alcance-visible)

Son ondas que viajan en línea recta, si no existe ningún obstáculo entre el transmisor y el receptor, en este caso, la onda no toca el terreno ni la atmósfera.

Las ondas de frecuencia muy alta (VHF) y ultra alta (VHF) se transmiten en forma de ondas directas. Su alcance está limitado por la topografía



del terreno y por la altura de las 2 antenas (transmisora y receptora).

Ondas espaciales o reflejadas

En la atmósfera existe una capa ionizada compuesta por gases conocida como ionosfera, esta capa, refleja las ondas de radio de ciertas frecuencias. Como la antena transmisora irradia

ondas electromagnéticas en todas direcciones, algunas se elevan y chocan contra la ionosfera siendo reflejas de nuevo a la tierra.

Esto permite que las ondas de radio puedan lograr mayor alcance, como en las horas de la noche la intensidad de la capa es mayor, refleja en una mayor intensidad las ondas. Por este motivo podemos escuchar de noche emisoras muy lejanas. Pero esta capa no refleja todas las onda, solo lo hace con las llamadas ondas cortas que se extiende de 3 hasta 30 Mhz, banda que se utiliza para emisiones internacionales y comunicación entre radioaficionados.

Las ondas de radio (todas las frecuencias) por sí solas no tienen ninguna utilidad práctica. Como es necesario enviar señales de baja frecuencia, que tienen corto alcance se recurre a montar en una señal de alta frecuencia (portadora) otra de baja frecuencia (moduladora); este proceso de unión de ambas se denomina modulación; para lo cual hay 2 métodos: A.M. y F.M. temas que serán tratados ampliamente más adelante.



RESONANCIA

Sintonizar un canal de TV, una estación de radio o generar una C.A. de determinada frecuencia son operaciones electrónicas logradas mediante circuitos resonantes.

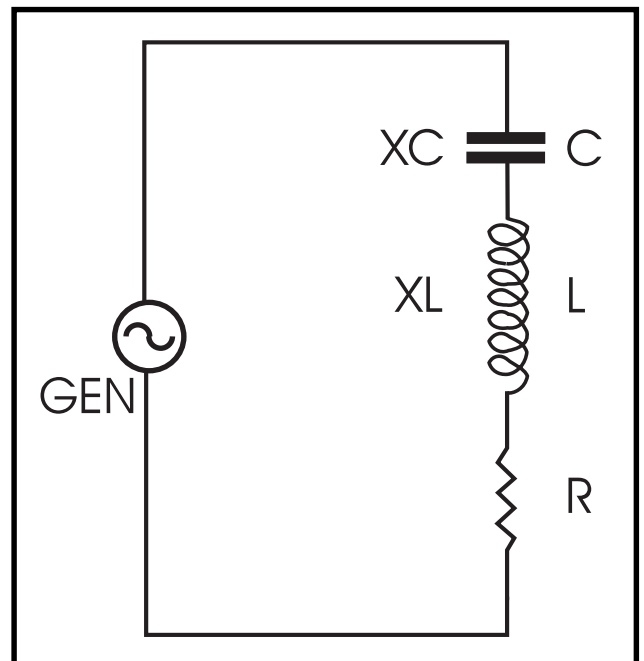
RESONANCIA SERIE

Si disponemos una L en serie con un C, al conectar un generador de frecuencia variable observamos lo siguiente:

1º) Para cada una de las frecuencias entregadas por el generador, se establecen en L y C determinados valores de reactancia.

2º) Para un aumento de frecuencia la XL aumenta y la XC disminuye.

3º) A una determinada frecuencia entregada por el generador las reactancias igualan su valor, o sea, que se cumple la condición de resonancia.



Partiendo de la situación anterior podemos decir que las reactancias se neutralizan, en efecto, la L atrasa 90° la I y el C la adelanta en igual valor.

Además en la práctica no podemos despreciar la R óhmica de la L, por lo tanto la I del circuito queda limitada por la R únicamente.

En todo circuito resonante serie la I es máxima y sólo limitada por el valor de la R. El valor de la ZT es mínimo e igual al valor de la R, en cambio el factor de potencia es unitario y la potencia máxima.

FACTOR DE MÉRITO

Las características de un circuito resonante dependen fundamentalmente de la relación entre la energía almacenada en la L y la energía disipada en la R durante un ciclo, podemos representarlo con la siguiente ecuación:

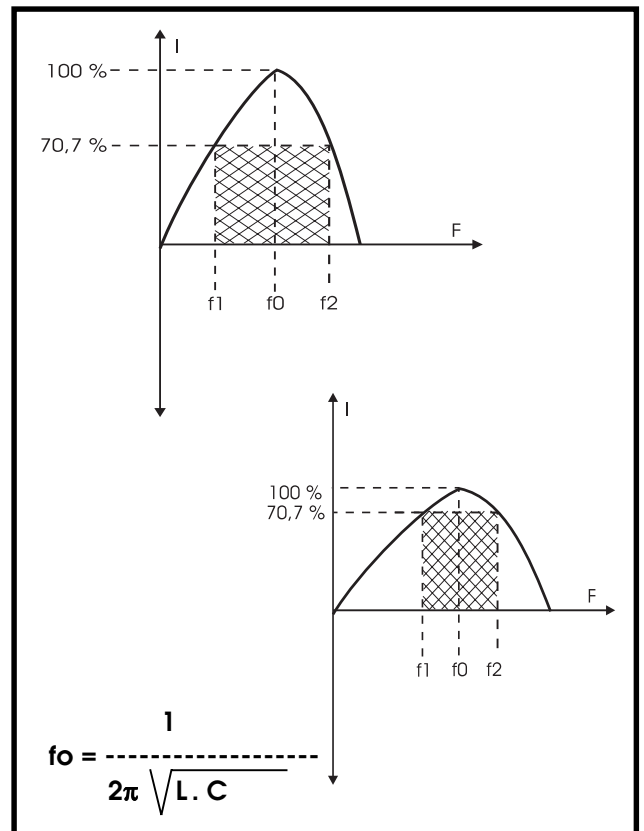
$$Q = XL/R$$

Ancho de banda

Si suponemos un circuito resonante con baja R, al apartarnos de la frecuencia de resonancia (FR) la I cae rápidamente porque su valor depende fundamentalmente de la reactancia resultante, se obtiene así una curva que representa máxima preferencia para unas pocas frecuencias laterales a la central.

Si la R es de elevado valor, al apartarnos de la frecuencia central la I no cae rápidamente porque depende no solamente de la reactancia sino también de la R, la curva de respuesta es más achatada que la anterior.

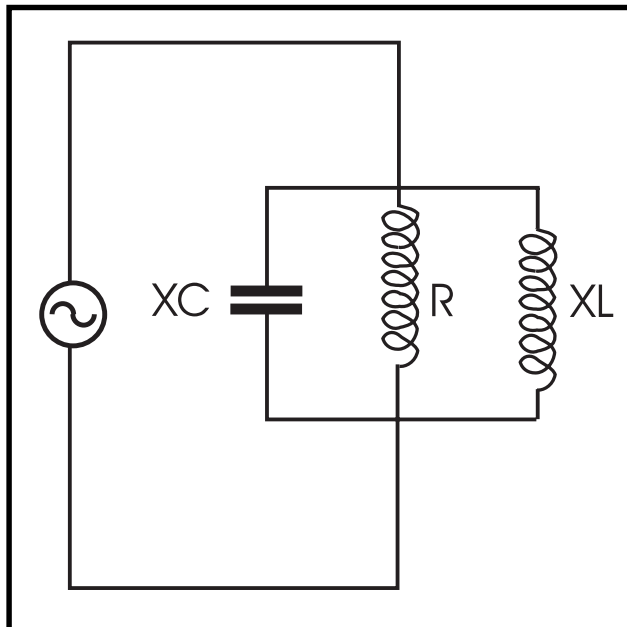
Es evidente que la R del circuito resonante condiciona en parte su comportamiento, en efecto, una baja R produce una curva más afilada, o sea, con pocas frecuencias que determinan I de elevado valor. Lo anterior permite deducir que dada una gama de frecuencias, el circuito puede seleccionar mayor o menor parte de las mismas si R aumenta o disminuye.



RESONANCIA PARALELO

Al disponer una L en paralelo con una C se presentan distintas reactancias para cada una de las frecuencias entregadas por el generador. Teniendo en cuenta que las E son iguales en todas las ramas, cuando a una determinada frecuencia las reactancias igualan su valor, las I son idénticas. La ZT vista desde el generador resulta máxima, y debido a la carga y descarga del C sobre la L la energía prácticamente no vuelve al generador.

El ancho de banda (BW) para el circuito paralelo es igual que para el caso serie, o sea, la cantidad de frecuencias que el circuito deja pasar con una amplitud del 70,7 % de la frecuencia central.



ATOMO

Los electrones del átomo se distribuyen en niveles definidos de energía que se denominan desde el núcleo hacia afuera con las letras: K-L-M-N-O-P.

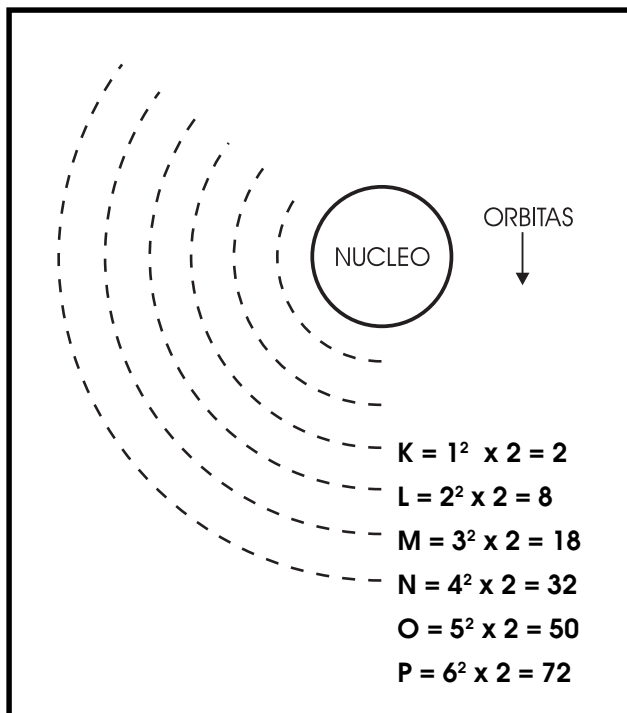
Cada una de estas capas puede tener como máximo cierto número de electrones, por ejemplo: K = 2, L = 8, M = 18, N = 32, O = 50, P = 72.

En el estudio de los transistores es muy importante el comportamiento químico del átomo. Debe recordarse que todos los átomos que poseen ocho electrones en su última capa son estables.

Estos átomos no tienden a combinarse con otros, mientras que los elementos restantes tienden a combinarse con otros para formar su última capa de electrones y esto se produce en la siguiente forma:

1º) Si el átomo posee en su última capa menos de cuatro electrones, tiende a expulsarlos.

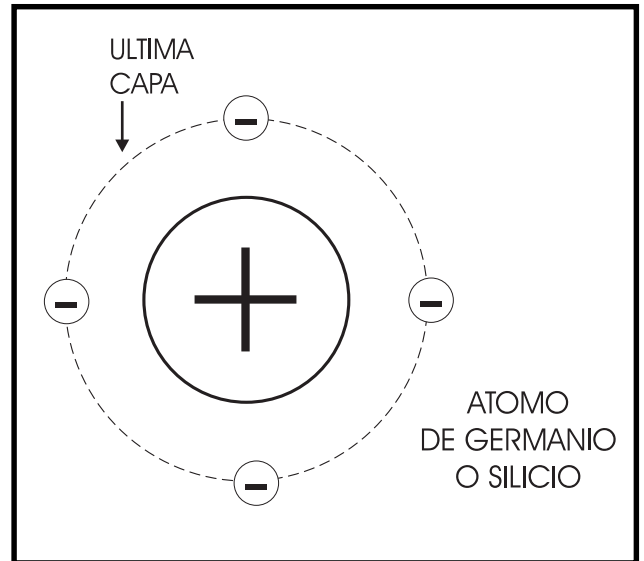
2º) Si el átomo posee en su última capa más de cuatro electrones, tiende a incorporar el número necesario para completar ocho electrones.



Uniones covalentes

Cuando un átomo posee cuatro electrones en su última capa, busca unirse a otro átomo por medio de un mecanismo llamado de ligaduras covalentes. Esto consiste en ligarse cada átomo a otros cuatro vecinos de manera que todos los átomos poseen ocho electrones en su última capa. Cuando esta estructura se repite la masa atómica constituye lo que se llama un cristal.

Como la órbita que participa en los enlaces covalentes es la última, podemos representar a un átomo de germanio o silicio con sus cuatro electrones de valencia únicamente.



CONDUCCION INTRINSECA

Es importante destacar que los efectos de la temperatura incorporan una energía adicional a los electrones, de forma que en un determinado instante, uno o varios electrones podrán verse liberados de sus ligaduras desplazándose en forma errática por el cristal.

Este desplazamiento de cargas eléctricas, producidas por quebramiento térmico, de las ligaduras covalentes, reciben el nombre de conducción intrínseca, siendo en la práctica muy débil como para que el cristal pueda ser aprovechado como semiconductor en estas condiciones.

Se considera semiconductor intrínseco al cristal electrónicamente puro.

Para obtener una utilidad práctica del cristal, deberá aumentarse su conductibilidad, ésto se logra mediante el agregado de elementos ajenos denominados impurezas.

TABLA DE IMPUREZAS

	ARSENICO	ANTIMONIO	GALIO	INDIO
Grupo	5	5	3	3
Símbolo	AS	Sb	Ga	In
Nº Atómico	33	51	31	49
Peso Atómico	74,9	121,8	69,7	114,8
Función	Donador	Donador	Aceptor/	Aceptor/
Portad/en May	Elect/	Elect/	Lagunas	Lagunas
Tipo de Espec.	N	N	P	P

SEMI CONDUCTORES

A estos elementos no se los debe interpretar como que conducen más que los aisladores y menos que los conductores. Su estructura covalente determina en ellos las siguientes propiedades:

1º) A 273º C bajo cero son aisladores, no tienen electrones libres.

2º) Si la temperatura aumenta algunas ligaduras covalentes se rompen.

3º) A temperaturas elevadas (85º C para el germanio y 200º C para el silicio) la ruptura de ligaduras es muy abundante, se liberan muchos electrones y el cristal se comporta como conductor.

4º) Lo anterior permite deducir que tienen coeficiente térmico negativo, su resistencia a la corriente disminuye a medida que la temperatura aumenta.

Portadores de corriente

Al romperse una ligadura, escapa un electrón que puede desplazarse por la estructura del cristal (cada uno de estos electrones puede formar una corriente eléctrica).

Cuando un electrón escapa, se altera la relación entre los átomos, esa zona del cristal presenta algo así como la necesidad de un electrón.

La falta de un electrón se llama Laguna y equivale a una carga positiva ya que el cristal tratará siempre de rehacer la ligadura atrapando un electrón.

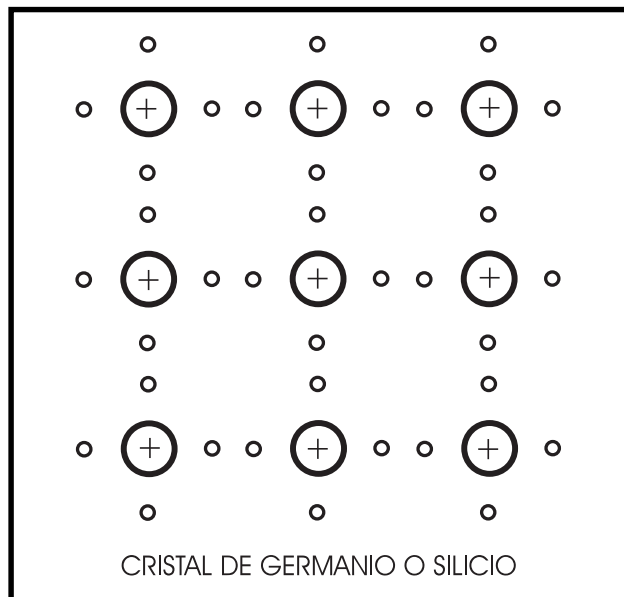
En resumen, en un semiconductor existen dos tipos de portadores de corriente que son:

Negativo: electrones libres.

Positivo: lagunas.

CRISTAL TIPO N

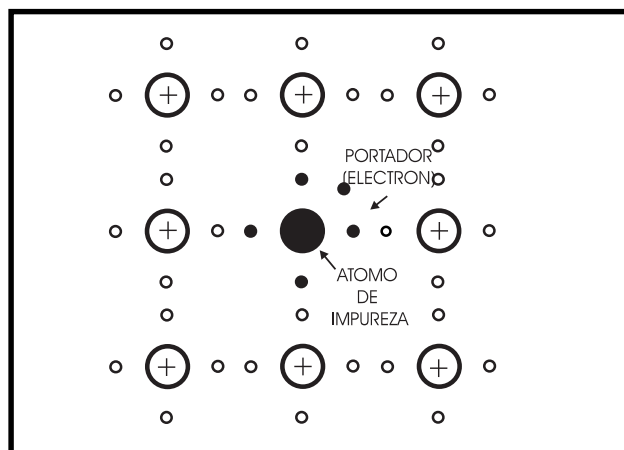
Si midiéramos la resistencia en un trozo de Ge puro de 1 cm. de largo y 1 mm² de sección, encontraríamos que es del orden de los cientos de miles de ohms. Agregando un trozo de As sumamente pequeño (del tamaño de la cabeza



de un alfiler) al Ge fundido y hacerlo recristalizar encontramos que el mismo trozo posee ahora una resistencia menor de 50 ohms. Este efecto sumamente importante se explica de la siguiente manera:

Cuando un cristal de Ge químicamente puro se le agregan en forma controlada impurezas del tipo pentavalente, es decir, con 5 electrones en su última órbita, tal como en el caso del Arsénico, el átomo entrará en la estructura cristalina, tomando el lugar de un átomo de Ge.

En este caso, el Arsénico efectuará su ligadura atómica con el Ge, utilizando únicamente 4 electrones de los 5 electrones que posee, de manera que existirá 1 electrón sobrante que es-



tará en condiciones de desplazarse libremente por la estructura atómica, respondiendo a cualquier campo eléctrico que se aplique. En la fig., se representa el cristal de Ge con el agregado de As.

Estos electrones incorporados dan al cristal una conductibilidad mucho mejor de la que posee el Ge puro y el elemento agregado se le llama donador porque dona electrones al cristal.

Al Ge así tratado con un elemento pentavalente, se lo llama cristal tipo "N" porque dispone de partículas negativas como portadores de corriente a través del cristal.

En este caso, el Arsénico incorporado se denomina impureza y lo es en lenguaje químico, no debemos pensar por ello que el elemento pentavalente es indeseable cuando en realidad es esencial.

EL AGREGADO DE IMPUREZAS NO DESEQUILIBRA AL CRISTAL

Es un semiconductor tipo "N" hay un exceso de electrones en razón de que la impureza pentavalente, de un electrón libre por cada átomo de impureza, que no podrá hacer ninguna ligadura con ningún átomo vecino por hallarse todos los niveles ocupados; pero el hecho de deber electrones en exceso no significa que el semiconductor tipo "N" esté desequilibrado eléctricamente, es decir, con potencial negativo; se debe tener en cuenta que cada electrón sobrante está compensado por un protón del núcleo, del correspondiente átomo de impureza. Por ello, la carga eléctrica neta del material es nula.

CANTIDAD DE IMPUREZAS

Es importante que conceptuemos que el agregado de impurezas para formar un semiconductor tipo "P" o "N" tiene como única misión aumentar en grado preestablecido la conductividad del material, ya que según hemos dicho el Ge o Si en estado puro, son prácticamente aisladoras por ello deben incorporarse artificialmen-

te portadores de corriente, que en el caso del tipo "P" serán lagunas y en el caso "N" electrones.

Es sorprendente lo pequeño que debe ser la cantidad de impurezas agregadas para que el Ge se encuentre en condiciones adecuadas de ser utilizado en transistores.

Una concentración de una parte en un millón, podría resultar demasiado grande; las concentraciones usadas comunmente son una parte en cien millones, lo cual aumenta la conductividad en, aproximadamente, 10 a 6 veces.

Antes de introducir impurezas en el Ge, primeramente debe purificarse en altísimo grado. La purificación química es uno de los procesos más difíciles en la fabricación de semiconductores.

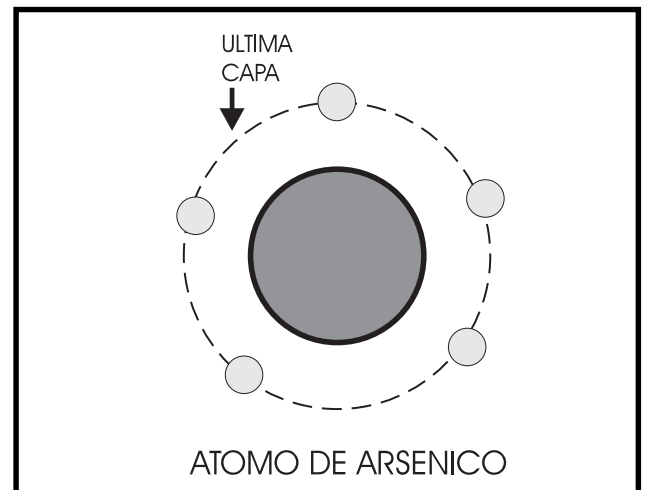
Conclusiones:

1º) Aisladamente considerado, el átomo de arsénico es neutro.

2º) Dentro del bloque de germanio cuando pierde el quinto electrón por efecto de la temperatura se ioniza positivamente.

3º) El cristal sigue siendo neutro porque la fuga del quinto electrón representa una carga negativa, mientras que el ión de arsénico es positivo.

4º) Se trata de un cristal tipo n porque la conducción se consigue gracias a electrones libres.



Conducción de un cristal tipo N

Como en un semiconductor se coloca un átomo de impureza cada diez millones de átomos de germanio, no dibujamos estos últimos, refiriéndonos en la ilustración solamente a los átomos de impureza.

Los iones de impureza (que son fijos en el cristal) se indican con el signo positivo encerrado en un círculo, mientras que los electrones libres se identifican con el signo negativo.

En un semiconductor de tipo "N", o sea cuando hay exceso de electrones libres por la introducción de impurezas penta-valente, se dice en este caso que los electrones, son los portadores mayoritarios.

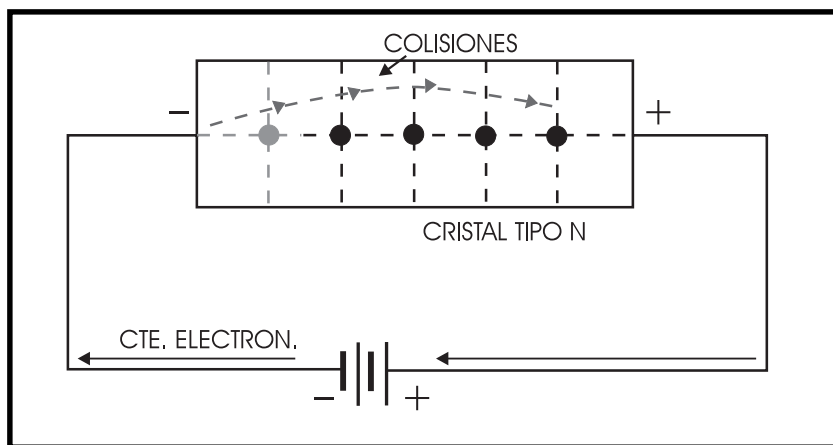
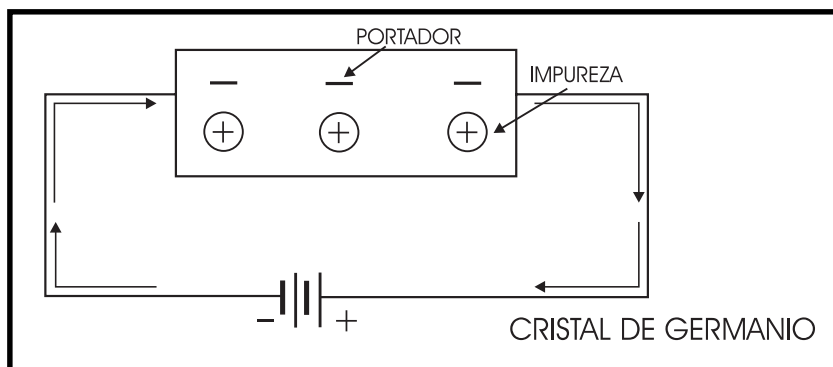
Cabe aclarar que en este tipo de semiconductor también hay una formación de lagunas, que tiene menos influencia debido a que el exceso de electrones produce una cancelación casi inmediata de las mismas.

El proceso que tiene lugar dentro del Ge impuro tipo "N" cuando se aplica una diferencia de potencial entre sus extremos, queda visualizado en la segunda figura de esta página.

Podemos decir que el electrón libre abandonado por el Arsénico es atraído hacia el terminal positivo de la fuente por el campo eléctrico que se origina dentro del cristal.

Como resultado de las colisiones, el electrón del átomo es reemplazado por el electrón que se movía libremente. Por lo tanto, el que antes era un electrón del átomo libre se moverá hacia el átomo siguiente, desplazando un electrón y tomando su lugar, y así sucesivamente hasta cerrar el circuito a través de la fuente.

De esta manera, tenemos como resultado una circulación de corrientes desde el negativo al



Cuando un electrón abandona el cristal para penetrar en la fuente, uno nuevo entra en el negativo, tomando su lugar. Por lo tanto, los electrones libres nunca se agotan.

positivo, creada por los electrones libres de los átomos de As, observando que cuando un electrón abandona el semiconductor para entrar al polo positivo de la batería, un nuevo electrón entra por el lado opuesto tomando su lugar.

Por lo tanto, los electrones de As nunca se agotarán. Debe admitirse también que cada aplicación de la diferencia de potencial determina la liberación de cierto número de electrones de valencia, que se incorporarán a la corriente electrónica provocando la formación de lagunas, algunas de las cuales se recombinarán con electrones libres y, otras, las menos se dirigirán al terminal negativo donde serán canceladas por los electrones provenientes de la fuente, esta corriente lagunar es muy pequeña y en condiciones normales es despreciada.

CRISTAL TIPO P

Agregar átomos de indio a un cristal de germanio también es posible, el átomo de indio tiene tres electrones en su última capa y actúa como enlace con los átomos vecinos que necesitan cuatro. En esa zona, la estructura cristalina no está completa dando origen a una laguna.

A temperatura ambiente, se rompen ligaduras, y algún electrón cae para completar la ligadura que faltaba, pero a su vez deja una laguna en el átomo de donde escapó.

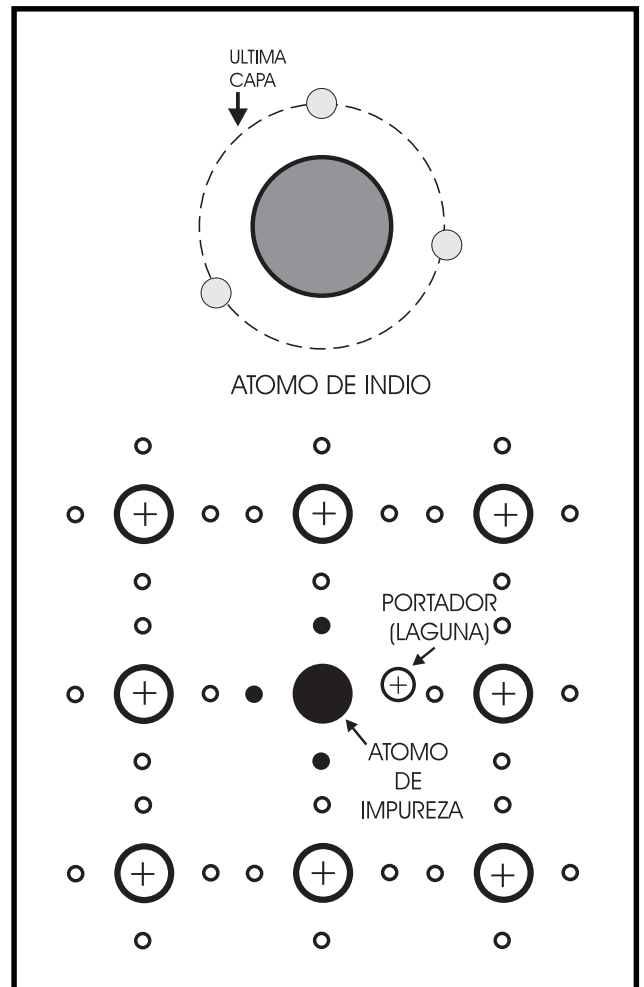
En resumen, esto es como si la laguna hubiera viajado de un lugar a otro del cristal.

Se deduce de lo anterior que la conducción del germanio tipo P depende de la cantidad de lagunas contenidas en el cristal, se llama cristal tipo P porque la corriente se produce por faltar un electrón.

Conducción de un cristal tipo P

Los átomos de indio reciben un electrón para completa la cuarta ligadura, se transforman en iones negativos que figuran en el dibujo con el signo negativo encerrado en un círculo, mientras que las lagunas (a las que suponemos móviles) se indican con el signo positivo.

Al conectar la batería se establece en el cristal un campo eléctrico, las lagunas por ser positivas se desplazan hacia el polo negativo de la fuente. Simplificando lo anterior debemos decir que en el interior del cristal se produce una corriente eléctrica de partículas positivas.

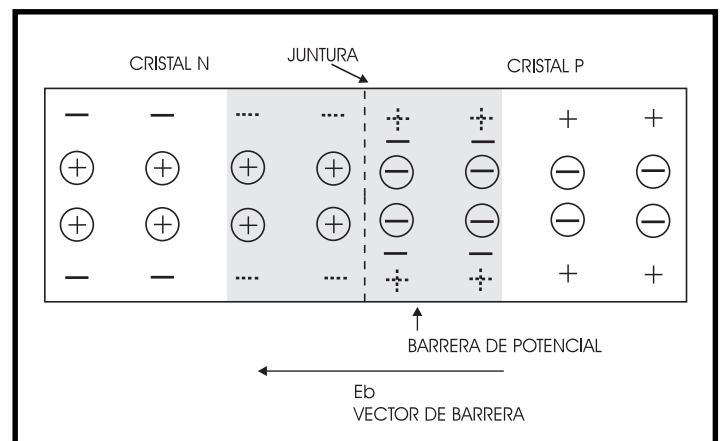
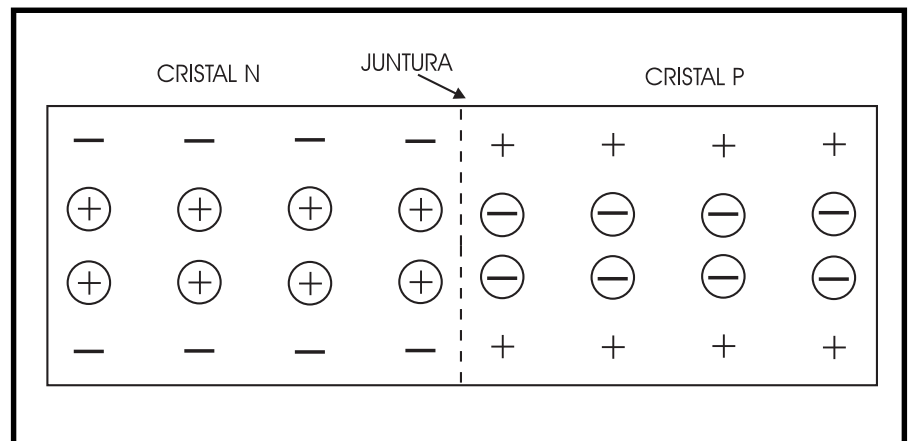
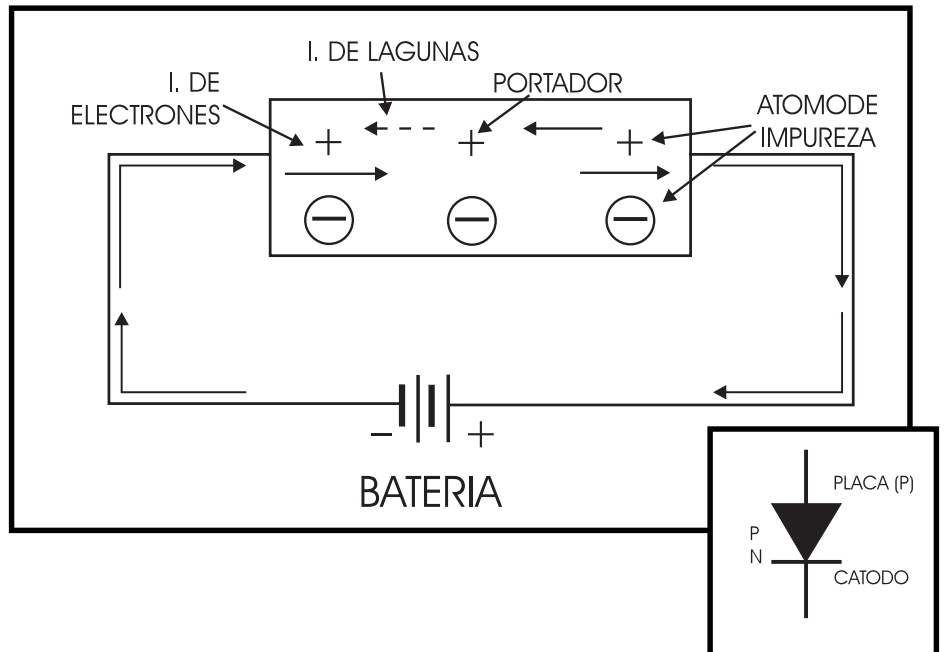


DIODO DE JUNTURA

Un diodo de juntura básicamente es la unión de cristales N y P. La unión es una región muy fina del cristal donde la conductibilidad pasa gradualmente del tipo N al tipo P. En la figura se destacan dos zonas, la N donde abundan electrones libres y la P donde abundan lagunas.

Los electrones libres de la zona N tienden a difundirse hacia la zona P rica en lagunas, como los iones son fijos no todos pueden pasar, los más cercanos a la zona P cruzan y caen en las lagunas formando las ligaduras que faltaban.

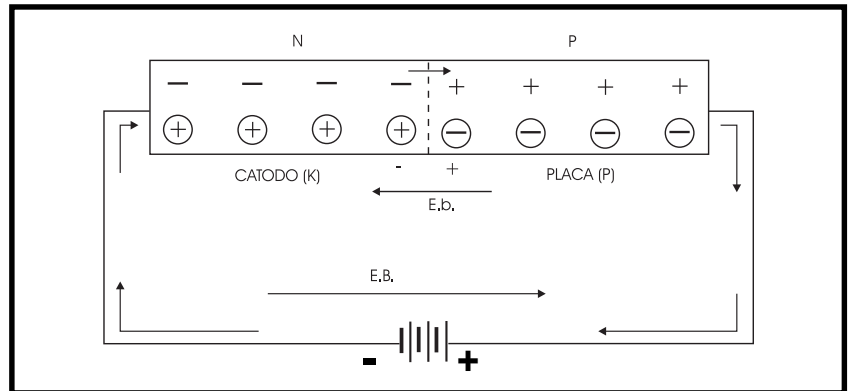
Como consecuencia de lo anterior se forman dos capas ionizadas de cargas eléctricas opuestas. Los electrones libres del cristal N no pueden pasar a la zona P porque encuentran una barrera de iones negativos.



Polarización directa

En la polarización directa se conecta el polo negativo de la batería al extremo N del cristal y al polo positivo el extremo P.

En esta condición el campo eléctrico de la batería (vector E.B.) es mucho mayor que la tensión de la juntura de sentido opuesto. La fuerza que impedía el paso de los electrones se debilita permitiendo una abundante corriente por el circuito.

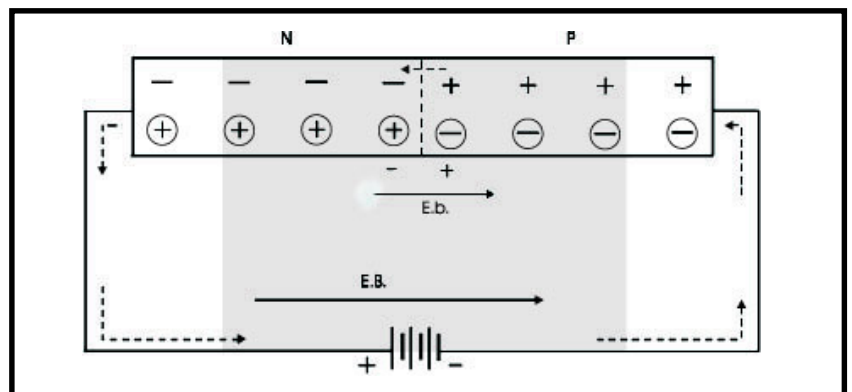


Polarización inversa

Este tipo de polarización consiste en conectar el polo negativo de la fuente al extremo P del cristal y el polo positivo al extremo N.

El campo eléctrico de la batería se suma al de la unión porque tiene igual sentido y bloquea prácticamente el paso de la corriente.

Sin embargo, una débil corriente atraviesa el cristal ya que en la zona P la ruptura de algunas ligaduras por efecto de la temperatura deja algunos electrones libres que son impulsados por el campo eléctrico.



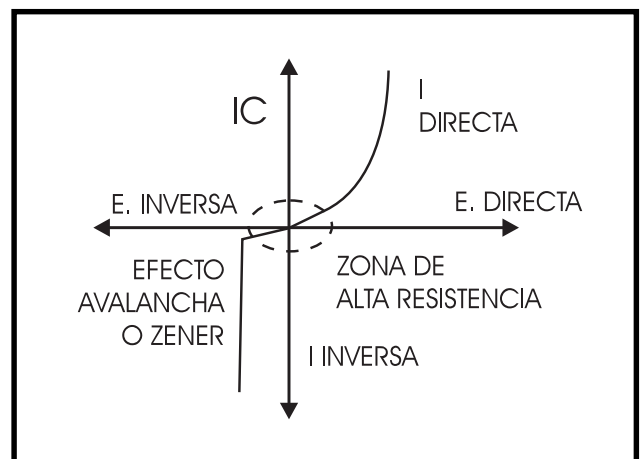
Curva característica de un diodo semiconductor

Al aplicar a un diodo tensiones directas e inversas en forma gradual se obtiene el gráfico de la figura.

Directa: Con pequeñas tensiones la corriente es muy débil, cuando la tensión aumenta la corriente se hace mayor y finalmente con tensiones elevadas, la curva es casi lineal.

Inversa: Con tensiones muy pequeñas circula corriente en forma lineal, en esa zona no existen efectos rectificadores.

A medida que la tensión inversa aumenta, la



corriente se mantiene casi constante, luego un posterior aumento de la tensión produce un gran aumento de corriente, ya que los electrones de las ligaduras son arrancados y circulan.

En esta condición la gran corriente inversa puede destruir la barrera de potencial destruyendo al diodo.

DIODO DE CONTACTO PUNTUAL

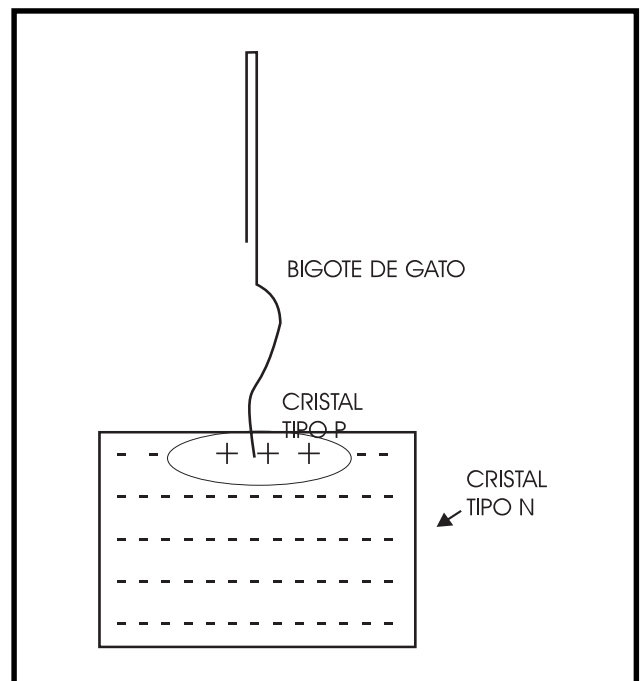
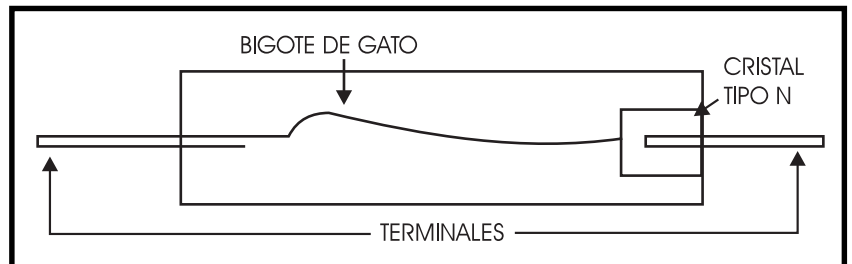
Este dispositivo está construido por un pequeño trozo de germanio tipo N sobre el cual hace contacto eléctrico en forma constante un delgado alambre al que comunmente se le denomina bigote de gato. En el último período de fabricación, se le aplica una corriente del bigote de gato al cristal N dando lugar a la formación sobre este último de una delgada capa semi conductora tipo P.

El diodo de contacto puntual tiene especial aplicación con señales débiles y frecuencias elevadas por las siguientes razones:

1º) El contacto eléctrico del bigote de gato sobre una pequeñísima superficie del cristal N determina la formación de un intenso campo eléctrico aún con tensiones muy pequeñas.

2º) La capa semi conductora tipo P se forma únicamente en la cercanía del contacto puntual, por lo cual la capacidad interna con el cristal tipo N es sumamente pequeña.

La desventaja de este tipo de diodo, consiste en su incapacidad para manejar corrientes relativamente elevadas, por lo cual sus aplicaciones prácticas quedan limitadas a circuitos detectores, en cambio los diodos de juntura en base a tamaño mayores pueden fabricarse para mayores tensiones y corrientes tan elevadas como se desean.



En las figuras aparecen diodos semiconductores disponibles comercialmente.

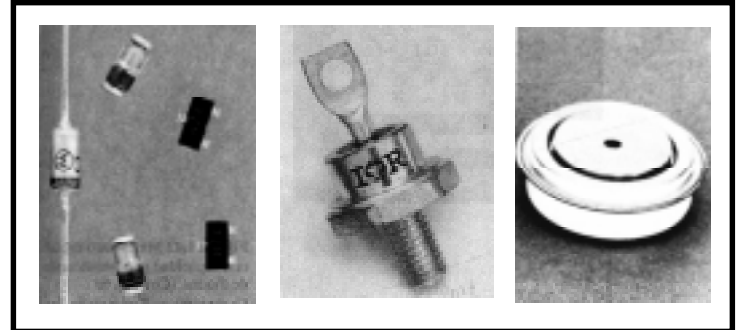
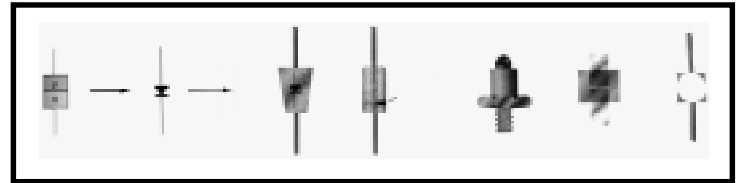
PRUEBAS DE DIODOS

El estado o conducción de un diodo semiconductor se puede determinar rápidamente mediante el uso de:

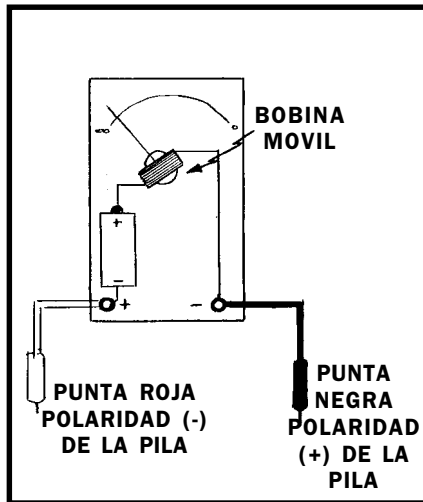
1) Un multímetro digital en la función verificación de diodos.

2) Con multímetro en la función óhmetro.

También, con estas comprobaciones se puede determinar el cátodo y placa o ánodo del diodo, cuando las marcas de identificación están borradas o confusas.



MEDICION DE SEMICONDUCTORES CON EL OHMETRO



Antes de efectuar cualquier medición con el óhmetro en componentes semiconductores, es necesario determinar la polaridad de las puntas de prueba del óhmetro.

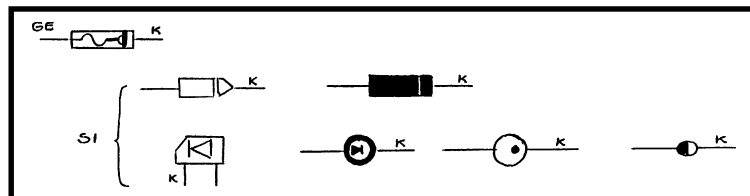
En efecto, todos los tester poseen dos conectores hembra de salida, estando uno de ellos señalado con el signo (+) y el otro con el signo (-).

Sin embargo, estas indicaciones son solo válidas para cuando el instrumento trabaja como voltímetro DCV o como miliamperímetro DC, pero en el caso de óhmetro las indicaciones pueden ser no válidas, pues en toda la línea de tester japoneses, el conector señalado como el signo (+) va conectado al negativo de la pila interna que posee el instrumento y el marcado con el signo (-) va conectado al positivo de la misma.

Por esta razón, siempre es aconsejable; que cuando se usa el tester como óhmetro, se conozcan las polaridades de las puntas de prueba.

METODO PARA DETERMINAR LA POLARIDAD DE LAS PUNTAS DE PRUEBA DEL ÓHMETRO

1) Tomar un diodo y determinar claramente, cual es el ánodo y cual es el cátodo.



2) Disponer el óhmetro en la escala $R \times 1k$ y aplicar las puntas de prueba sobre los terminales del diodo.

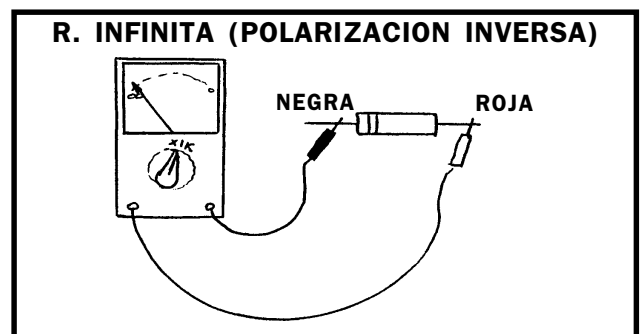
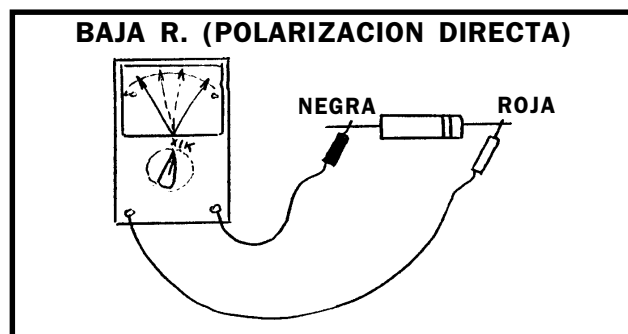
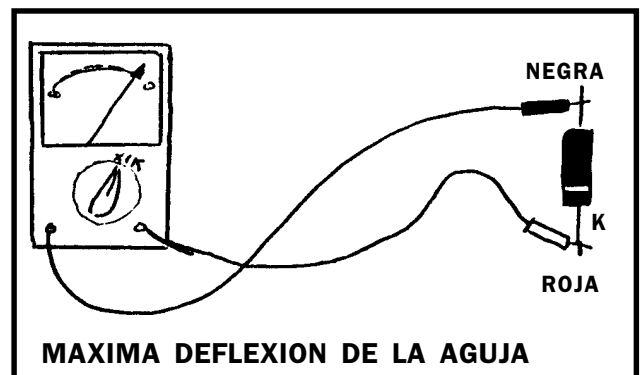
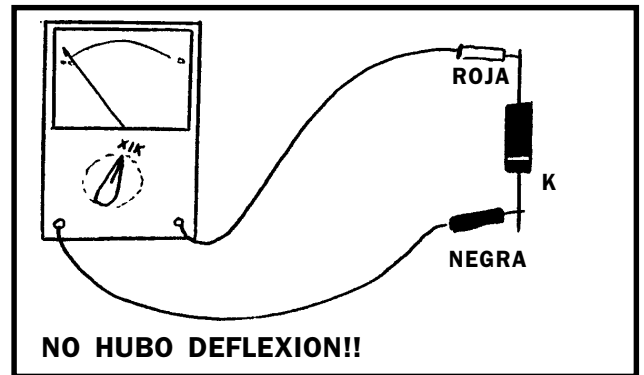
3) Realizar la misma medición pero invirtiendo las puntas de prueba.

Aquella posición que provoque máxima circulación de corriente (deflexión máxima de la aguja) será la válida. Observe, entonces, que la punta de prueba aplicada sobre el cátodo es la negativa (-) del óhmetro.

Conclusión: La punta de prueba de color rojo es la negativa.

MEDICION DE DIODOS CON EL OHMETRO

1) Diodos de silicio (silicones)- se miden con el óhmetro en la escala $R \times 1k$ y deben marcar baja resistencia en un sentido y resistencia infinita en sentido inverso (∞).



FALLA EN LOS SILICONES.- Las principales fallas que presentan los diodos de silicio se resumen a continuación:

- a) Diodo en cortocircuito:
- b) Diodo abierto:
- c) Diodo con fugas:

el óhmetro marca baja resistencia en ambos sentidos.

el óhmetro marca resistencia infinita en ambos sentidos.

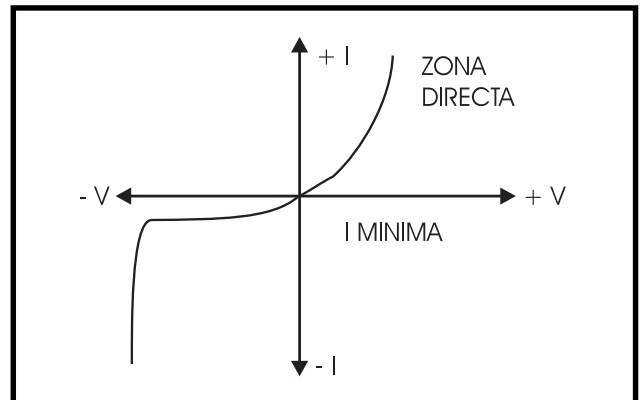
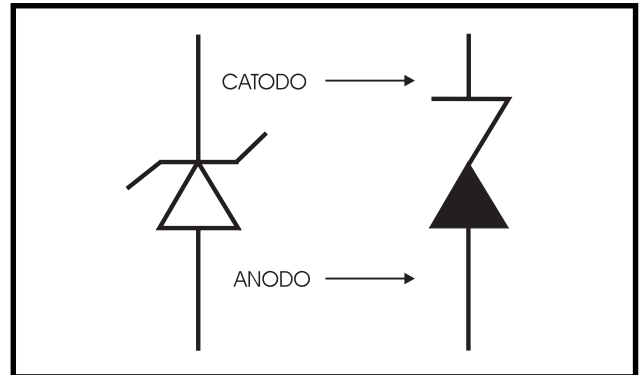
en un sentido marca baja R (normal) y en el otro menos de mil veces el valor anterior.

DIODOS ZENER

Son dispositivos diseñados específicamente para ser utilizados como estabilizadores de E. Pueden suministrar tensiones de referencia fijas hasta varios cientos de Volt y potencias de varios W, en compañía de transistores o circuitos integrados. La característica principal de estos diodos es que mantienen estable el voltaje entre sus extremos, aunque el voltaje que se les haya aplicado varía dentro de ciertos límites.

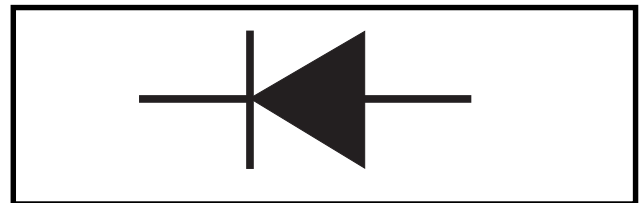
Este tipo de diodos conduce en ambos sentidos, la resistencia interna al zener varía en forma inversa a las variaciones de tensión aplicada, es decir, si el voltaje entre los extremos del zener tiende a aumentar, su resistencia interna disminuye aumentando la I a través del diodo, lo que permite neutralizar la variación en aumento, manteniéndose de esa forma constante la tensión entre los extremos del zener.

Cuando la tensión tiende a disminuir ocurre el efecto contrario.



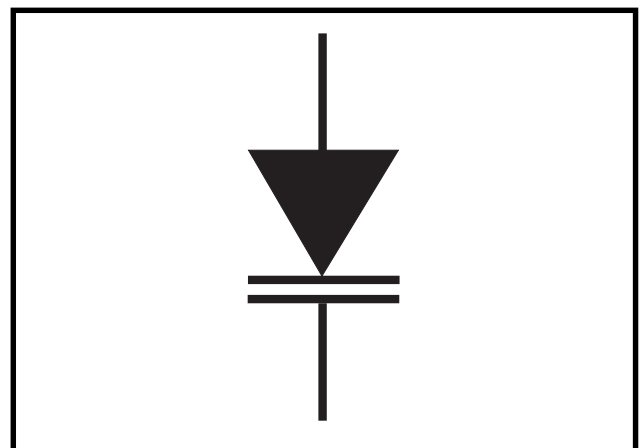
DIODOS DE CONMUTACIÓN

Son también diodos de silicio, pero menos robustos que los de potencia, diseñados para ser usados en circuitos de sintonía y circuitos digitales. Se caracterizan por su baja capacidad interelectrónica.



DIODOS VARICAP O VARACTORES

Por su baja capacidad interelectrónica, son utilizados para lograr la resonancia en frecuencias elevadas. Trabajan polarizados inversamente, la cual se varía haciendo variar la capacidad del mismo entre 5 y 15 PF.



DIODOS LED O EMISOR DE LUZ

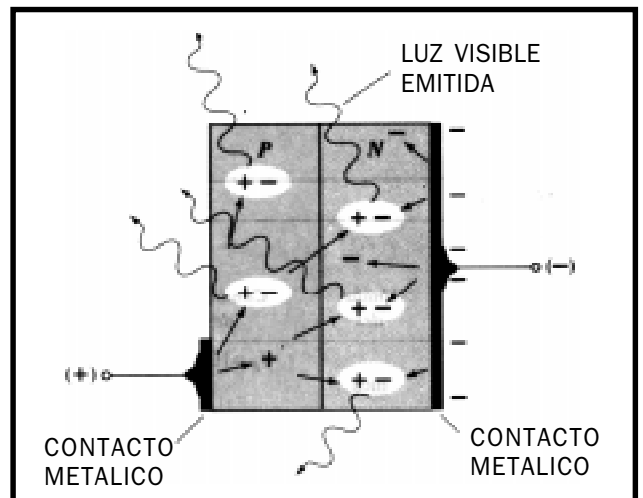
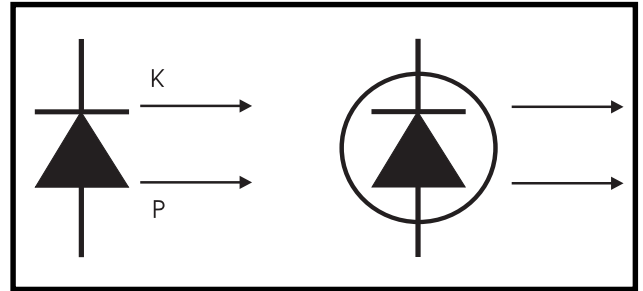
Son básicamente diodos de juntura que permiten la emisión de luz monocromática cuando son directamente polarizados.

La emisión de luz es causada por la liberación de energía (emisión de fotones), que ocurre cuando los electrones se desprenden de la banda de valencia con destino a la banda de conducción a una gran velocidad.

En el silicio y germanio, la energía se transforma la mayor parte en calor y una muy insignificante en luz.

En otros como el fósforo arseniuro de galio (GaAsP) o el fosforo de galio (GAP), el número de fotones de la energía luminosa emitida es suficiente para crear una fuente luminosa muy visible. El proceso de producción de luz aplicando una fuente de energía eléctrica se denomina electroluminiscencia.

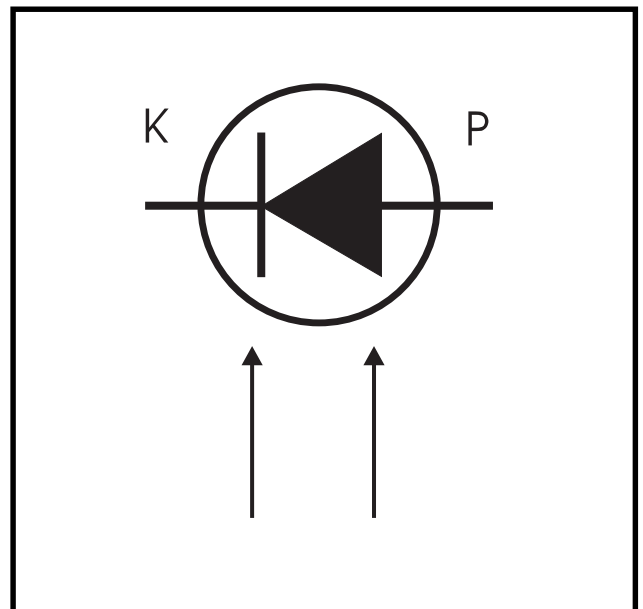
La coloración es conseguida por la clase de cristal y elementos dopantes. La tensión de trabajo varía entre 1,6 y 2 V.



FOTODIODOS

Son diodos sensibles a la luz. Varían el valor de corriente continua proporcional a la cantidad de luz que incide sobre su superficie. El dispositivo consiste en una juntura PN, encerrada en una cápsula de plástico transparente y habitualmente provista de una pequeña lente a fin de concentrar el haz luminoso, que permite a la radiación que incide sobre la superficie de la juntura.

Si se aplica una tensión inversa de unas pocas décimas de volt, se obtiene una I constante independiente de la magnitud de la polarización inversa. La I en completa oscuridad corresponde a la corriente de saturación inversa debida a la generación de portadores minoritarios generados por acción térmica. Los portadores minoritarios caen bajo la acción del campo eléctrico, favorable en la juntura, mientras que la polarización inversa impide el paso de portadores mayoritarios por la juntura. Al incidir luz sobre la juntura, se forman huecos-electrón adicionales, lo cual genera una I in-



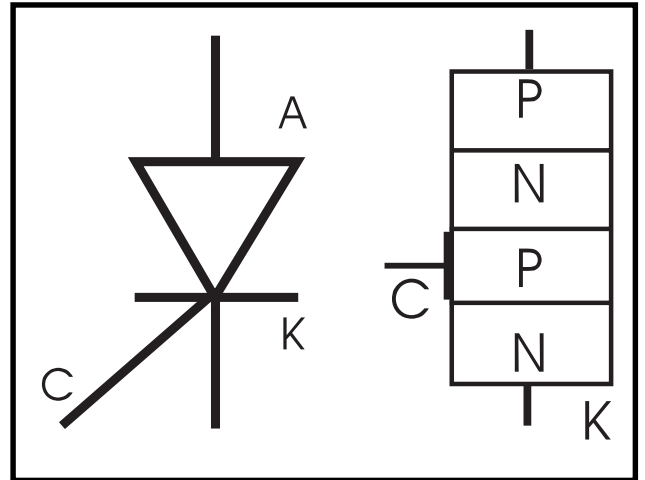
versa grande. Conviene destacar que el fotodiodo es mucho más sensible que las células de vacío (Fototubos) y mejor respuesta a las variaciones luminosas (100 KHz).

Rectificadores controlados de silicio SCR

Son diodos de potencia, que tienen un tercer electrodo llamado compuerta. Cuando se lo polariza directamente con valor adecuado se conmuta a estado de conducción directa. Este valor de tensión se llama tensión de ruptura directa y la corriente queda limitada por la impedancia del circuito externo. Polarizado inversamente no conduce, solo una I de fugas, y si se excede el valor de tensión aplicado se destruye.

En condiciones de polarización directa, la tensión de ruptura puede variarse o controlarse mediante la aplicación de impulso a la compuerta. Si se aumenta la amplitud del pulso, la tensión de ruptura disminuye hasta que la curva del rectificador se asemeja a la de un diodo convencional.

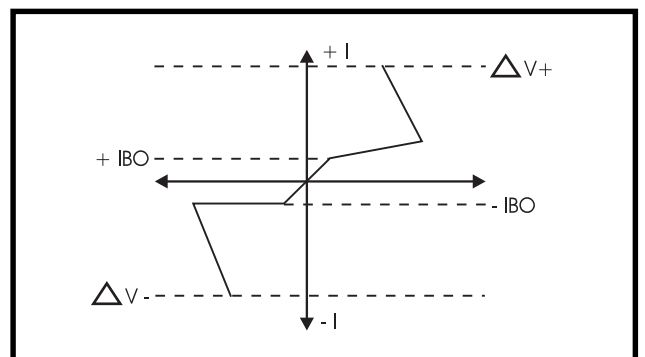
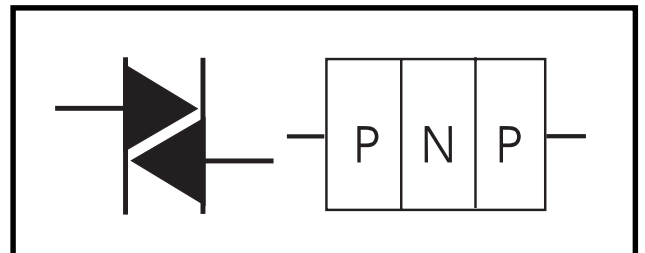
Una vez que entra en conducción, el SCR continúa conduciendo aunque se suspenda el pulso a la compuerta.



DIAC

Es un dispositivo de 2 electrodos y 3 capas que puede funcionar básicamente como un diodo de avalancha bidireccional que puede pasar del estado de bloqueo al conductivo, con cualquier polaridad de E aplicada entre los terminales. La construcción del dispositivo es similar a un transistor bipolar. La diferencia es que la concentración de impurezas es aproximadamente la misma en ambas junturas y que no haya ningún contacto a la capa base. Cuando se aplica una E negativa o positiva entre los terminales se produce un pequeño flujo de I de pérdidas I_{BO} hasta que la llega al punto de ruptura V_{BO} .

En ese momento, la juntura polarizada en sentido inverso sufre una ruptura por avalancha, y por encima de este punto la característica EI equivale a resistencia negativa, vale decir, la I aumenta acentuadamente a medida que disminuye la E . Se utilizan para circuitos de control de motores universales, reguladores de luz, etc.

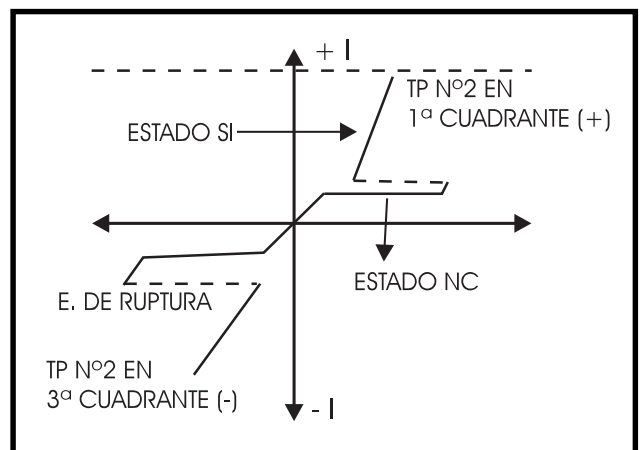
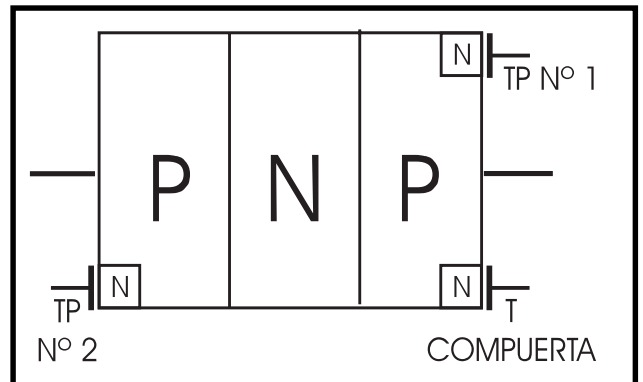
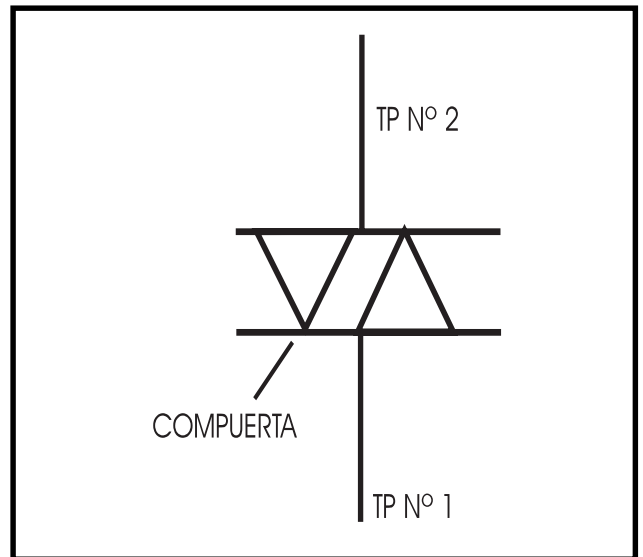


TRIACS

Este dispositivo tiene 3 terminales y se lo puede considerar como 2 SCR conectados en paralelo y en direcciones opuestas (conexión antiparalelo). El TRIAC presenta las características de bloqueo directo y conducción directa de RCS en ambos sentidos de la E aplicada entre los terminales principales.

Con polarización directa (TPN°2 positivo con respecto al TPN°1) o polarización inversa (TPN°2 negativo respecto a TPN°1) el TRIAC presenta un primer estado de bloqueo y un segundo estado de conducción.

El punto en el cual el dispositivo afecta la transición entre los 2 estados es la I de ruptura. Igual que en los RCS la E de ruptura puede variarse mediante impulso de I, positivo o negativo a compuerta. A medida que se aumenta la amplitud del pulso disminuye la E de ruptura.



IMPRESO (POSITIVO Y NEGATIVO) DE UN CIRCUITO DE MICROGENERADOR

