

TEMA 61: *Diagnóstico y localización de averías en circuitos básicos de electrónica de potencia. Dispositivos electrónicos de potencia: diodos, transistores y tiristores. Simbología normalizada de componentes electrónicos. Rectificadores monofásicos y trifásicos. Rectificación controlada.*

Esquema:

- 1.- Introducción.
- 2.- Dispositivos electrónicos de potencia
 - 2.1.- Diodos
 - 2.2.- Transistores
 - 2.3.- Tiristores
 - 2.3.1.- El tiristor GTO
 - 2.4.- Simbología normalizada de componentes electrónicos.
- 3.- Rectificadores monofásicos y trifásicos
 - 3.1.- Rectificador monofásico de media onda
 - 3.2.- Rectificador monofásico de onda completa
 - 3.3.- Rectificador Trifásico de media onda.
 - 3.4.- Rectificador Trifásico de onda completa
- 4.- Rectificación controlada
 - 4.1.- Rectificador de media onda controlado
 - 4.2.- Rectificador de Onda Completa controlado
 - 4.3.- Rectificador Trifásico controlado.
- 5.- Diagnóstico y localización de averías.
- 6.- Conclusiones.
- 7.- Referencias bibliográficas y documentales.

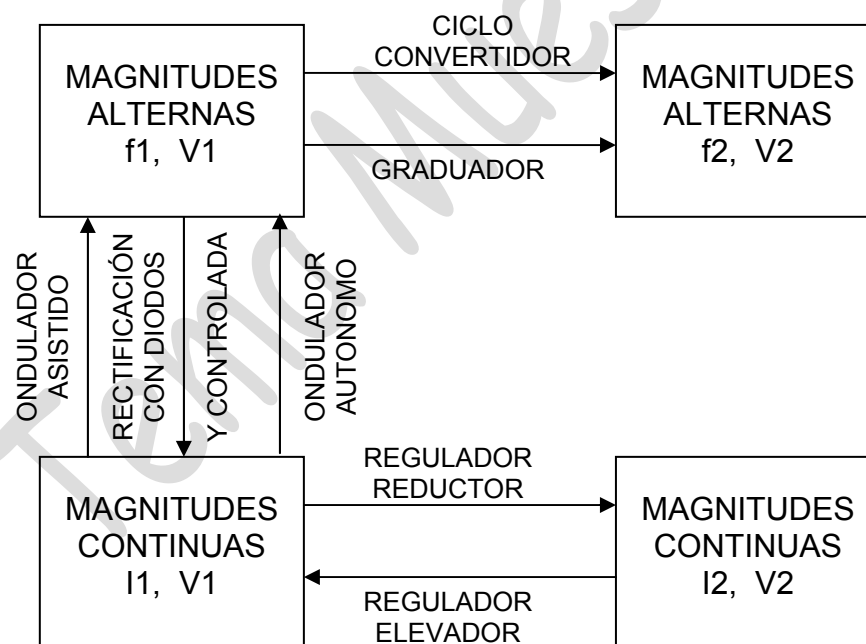
1.- INTRODUCCIÓN

Analizando el comportamiento de los semiconductores observaremos las ventajas obtenidas en la utilización de la electrónica de potencia para diferentes sistemas de regulación para máquinas, ya que ofrecen la posibilidad de hacer funcionar estos sistemas con un pequeño gasto de energía.

El control de estos semiconductores (interruptores controlados) se lleva a cabo a través de sistemas electrónicos que trabajan con niveles de potencia reducidos.

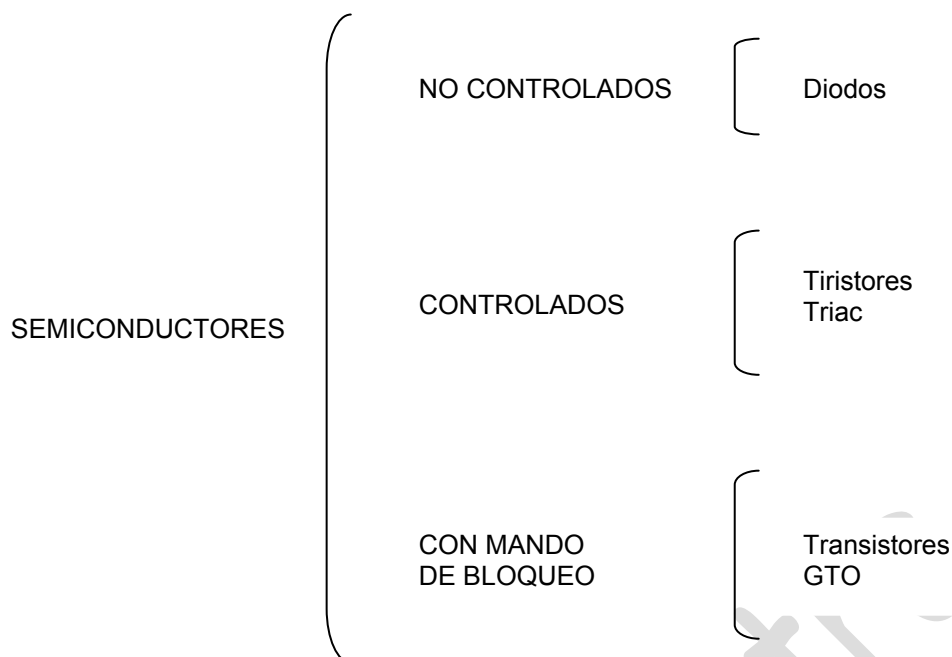
En términos de redes y máquinas podemos encontrar cuatro casos posibles de transformaciones que posibilitan el uso de la electrónica de potencia:

- Red de C.A., máquina trabaja en C.A. a otra tensión, o a otra frecuencia. Se utiliza un transformador para realizar la adaptación de tensión, y un convertidor de Frecuencia.
- Red de C.A., máquina trabaja en C.C. Se utiliza un rectificador.
- Red en C.C., máquina trabaja en C.C. Se utiliza un regulador de conmutación para garantizar la regulación.
- Red en C.C., máquina trabaja en C.A. Utilizaremos un ondulator.



2.- DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA.

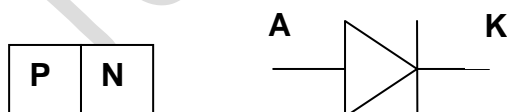
Como es sabido, los dispositivos utilizados en “electrónica de Potencia” están basados en las características de funcionamiento de los llamados semiconductores, pudiendo realizar la siguiente clasificación ateniéndose a sus funciones:



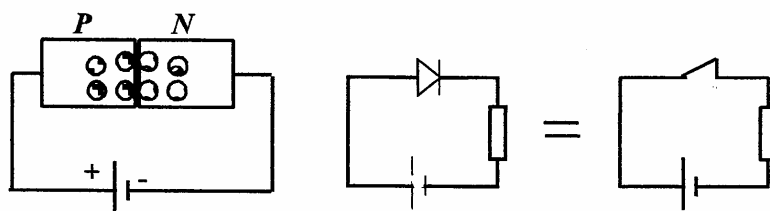
2.1.- Diodos

Un diodo es la unión de un cristal tipo “P” con uno tipo “N”, estableciéndose lo que se conoce como “Unión PN”, en la línea que divide los dos cristales. Este punto define el comportamiento del dispositivo.

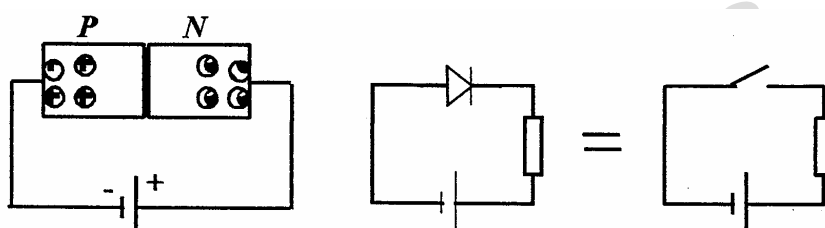
Dependiendo de cómo conectemos la fuente de alimentación respecto del cristal P y del N (Ánodo y Cátodo), tendremos el diodo polarizado directa o inversamente.



La polarización DIRECTA, consiste en conectar el positivo de la fuente de alimentación (F.A.) al ánodo, y el negativo al cátodo. El polo negativo de la F.A. “repele” los electrones del cátodo, desplazándolos hacia la unión PN. Con el polo positivo ocurre de forma contraria, esta vez atrayendo los electrones del ánodo, desplazándose los “huecos” hacia la unión. Esta polarización permite la circulación de electrones a través de la unión PN. Por tanto en polarización directa el diodo conduce, pudiendo asimilarse como un interruptor cerrado.



La polarización INVERSA consiste en conectar el positivo de la F.A. al cátodo (N), y el negativo al ánodo (P). Así el positivo de la fuente atrae los electrones del cátodo, y el negativo los huecos del ánodo, quedando la zona de unión desprovista de electrones libres, por lo que podemos decir que se comporta como un interruptor abierto, NO DEJANDO pasar la corriente.



El comportamiento del diodo se puede definir en función de la tensión y corriente a través del diodo:

- Tensión directa (V_d): D.d.p. entre ánodo y cátodo ($V_a > V_k$)
- Tensión inversa (V_i): D.d.p. entre cátodo y ánodo ($V_k > V_a$)
- Corriente directa (I_d): Corriente que circula por el diodo a una tensión directa.
- Corriente inversa (I_i): Corriente que soporta el diodo cuando está sometido a una tensión inversa, también llamada corriente de saturación, su valor es constante.

Podemos encontrar diodos en grupos de dos o cuatro para construir puentes rectificadores de 1 a 40 A, y hasta 1200 V.

Las familias de los diodos rápidos cubren tres gamas de tensiones:

- Hasta 200 V
- Entre 200 y 800 V
- De 800 a 5000 V

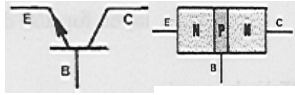
Siendo los tiempos de conmutación entre 50 y 100 msg.

2.2.- Transistores

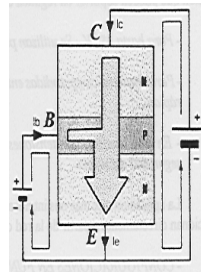
El transistor es un semiconductor que dispone de tres zonas asociadas a tres electrodos (colector C, base B, y emisor E), podemos encontrar,

por tanto, transistores NPN o PNP basándose en los mismos principios de funcionamiento.

En el transistor NPN, la base y el emisor forman, en este caso, una cohesión PN, de ahí el sentido de la flecha en el símbolo. El funcionamiento, explicado de un modo simplificado, podría expresarse como, que a partir de una débil corriente de base se gobierna una carga situada entre el generador y el colector del transistor. La unión entre emisor-colector se comporta como un interruptor, abierto o cerrado, según la presencia o no de corriente en la base.

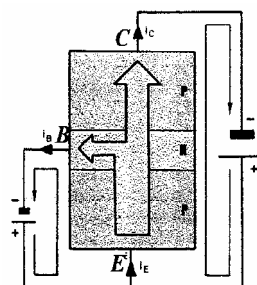
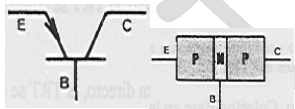


Si bien existen otras configuraciones diferentes, esta es la más empleada en electrónica de potencia, recibe el nombre de corte-saturación.



Para polarizar este transistor hacen falta dos F.A. cuyos polos positivos estén conectados a la base y al colector, quedando el emisor al negativo de las dos F.A.. Además la tensión base-emisor (V_{be}) debe ser superior a 0.7 V para que haya conducción. De este modo surge la relación $I_e = I_b + I_c$, donde se cumple que $I_b < I_c$, del orden de 100 veces menor.

En el transistor PNP, es la unión emisor-base la que forma la cohesión PN, lo que explica el sentido contrario de la flecha en el símbolo. Invertiendo la polaridad de las F.A. las corrientes tendrán el sentido opuesto al modelo NPN, pero las relaciones permanecen invariables.



Los transistores se pueden catalogar en dos tipos principales:

- Transistores de unión bipolar (BJT)
- Transistores de efecto campo (FET)

La exposición anterior define a los TRT bipolares que, a día de hoy, es el dispositivo habitualmente empleado en conversión de energía.

Basándonos en la tensión que pueden soportar en régimen dinámico, podemos distinguir tres grandes familias:

- Tensiones hasta 250 V.
- Tensiones entre 250 y 500 V.
- En alta tensión, para tensiones superiores a 700 V.

La aplicación que más nos interesa es la fabricación de reguladores de conmutación que funcionan directamente a partir de la red de 400/420 V rectificadas.

Para definir las diferentes configuraciones en función de las zonas de trabajo, empezaremos por definir la función de cada terminal del TRT.

El emisor: es el encargado de inyectar portadores en la base (huecos en PNP, electrones en NPN).

La base: determina el estado de conducción o bloqueo del TRT.

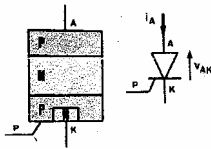
El colector: Es el encargado de recoger los portadores de la base, que en su mayoría han sido inyectados por el emisor.

Recibe el nombre de “zona de trabajo”, cada una de las cuatro combinaciones que se pueden obtener variando el sentido de las tensiones aplicadas a las uniones del TRT, siendo estas:

- Zona activa: Unión emisor-base polarizada directamente, colector-base en inversa. El TRT se comporta como un amplificador de señal.
- Zona de corte: Ambas uniones están polarizadas en inverso. El TRT se comporta como un interruptor abierto.
- Zona de saturación: Ambas uniones están polarizadas directamente. El TRT se comporta como un interruptor cerrado.
- Zona activa inversa: La unión base-emisor en inversa, y colector-base directo. No se suele emplear, ya que su comportamiento es como el de activa pero con valores de amplificación muy inferiores a esta.

Las zonas de corte y saturación se emplean en electrónica digital y de potencia, mientras que la zona de amplificación se utiliza en electrónica analógica.

2.3.- Tiristores

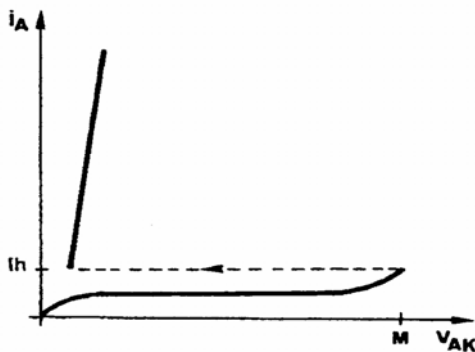


Un tiristor está constituido por cuatro zonas PNPN, y tres electrodos, (ánodo A, cátodo K, y puerta P, o G de gate en inglés). Podría decirse que el tiristor es un diodo accionado, por ello para explicar su funcionamiento nos basaremos en el.

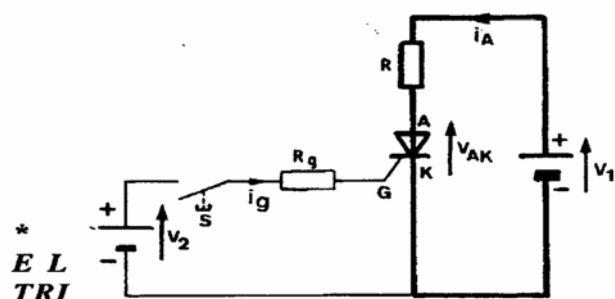
- Polarización inversa: Al igual que en el diodo, conectamos el positivo de una F.A. al cátodo y el negativo al ánodo, el tiristor queda bloqueado (igual que el diodo)

- Polarización directa: Aplicaremos al tiristor tensión positiva respecto al ánodo, y éste se comportará del siguiente modo: Sin corriente en la puerta, el tiristor permanece bloqueado (NO conduce). Si enviamos un impulso positivo de corriente a la puerta, el tiristor se “ceba”, lo que se conoce como “efecto avalancha”, haciendo que el tiristor conduzca. Una vez cebado, suprimir la corriente en la puerta, NO tiene efecto, por lo que para volver al estado de bloqueo se debe reducir la tensión positiva aplicada al ánodo hasta un valor crítico de corriente de mantenimiento (I_h).

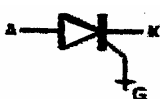
Características $I_A = f(V_{AK})$



Cebadura para una tensión continua



2.3.1.- El tiristor G.T.O. (Gate Turn Off)



El G.T.O. es un semiconductor biestable, que igual que el SCR consta de tres uniones.

Respecto a éste presenta la ventaja de funcionar con frecuencias de conmutación elevadas (por encima de 25 KHz). En lo que se refiere al cebado es posible controlarlo con una señal de puerta de cierta polaridad.

Al igual que el SCR, es posible bloquearlo por tensión inversa o descenso de la corriente de mantenimiento, pero a diferencia de éste, también se puede bloquear por inversión de polaridad en puerta, por lo que el emisor de órdenes de control ha de poder emitir impulsos positivos y negativos.

El GTO se adapta bien a los convertidores que deben funcionar a partir de una tensión de alimentación elevada (hasta 4500 v), por lo que son adecuados para el mando de motores en tracción eléctrica que tengan elementos alimentados en C.C.

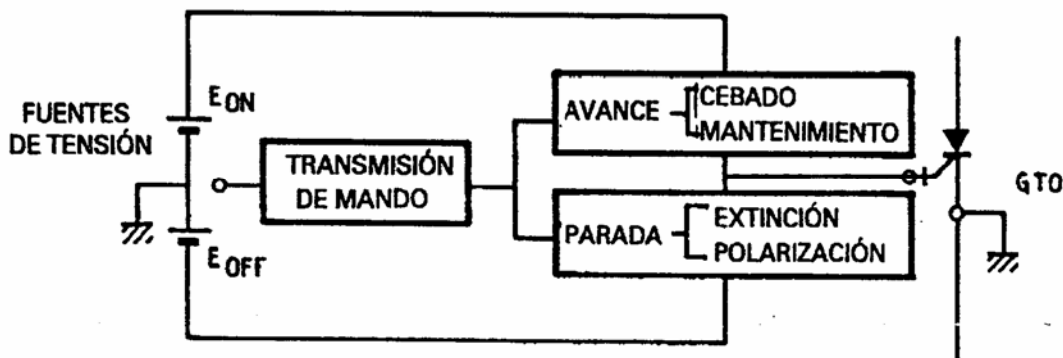
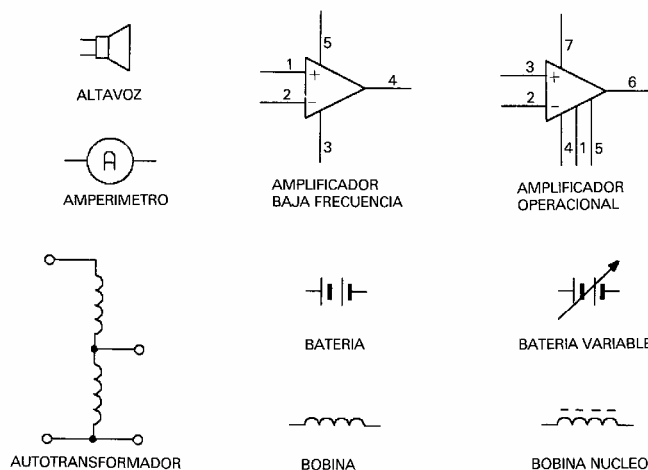
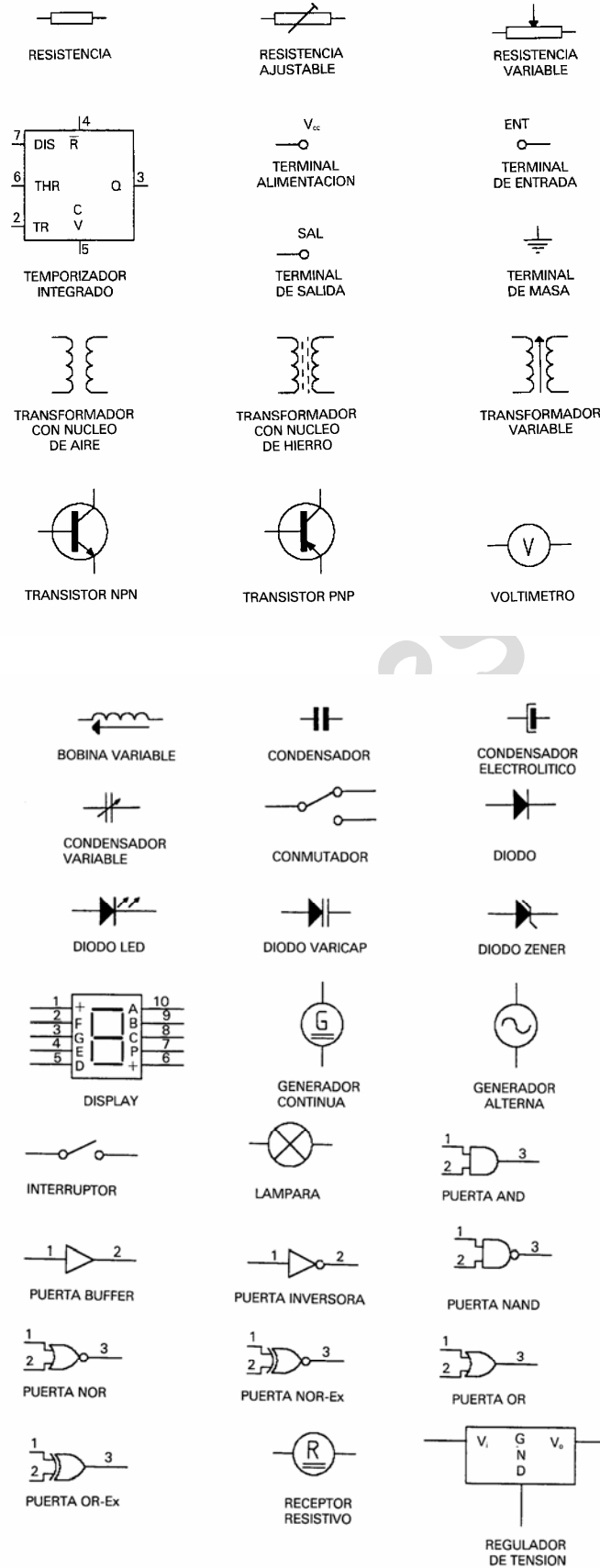


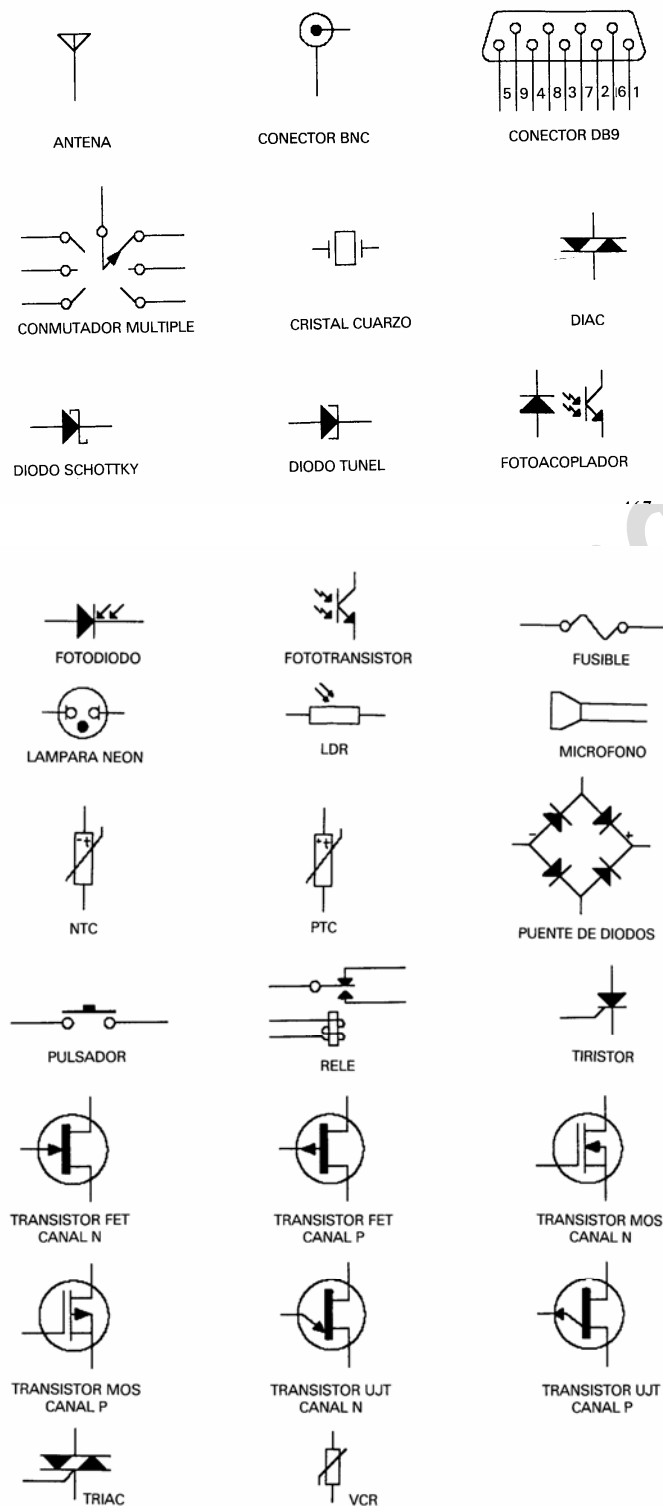
Diagrama de bloques del circuito de control de un GTO

2.4.- Simbología normalizada de componentes electrónicos

A continuación se exponen un listado de los componentes más utilizados en electrónica, con sus correspondientes símbolos normalizados, para facilitar el entendimiento de los diferentes circuitos que analizaremos en los puntos sucesivos del tema







3.- RECTIFICADORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS

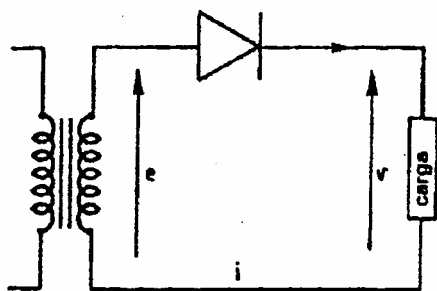
Rectificación es la transformación de la energía eléctrica alterna de la red, en corriente continua. En un rectificador la misión de los semiconductores (elementos activos), es convertir la C.A. en una

pulsante, mientras que la de los elementos pasivos (condensadores, inductancias, etc), es alisar las ondulaciones de esta corriente rectificada.

Si analizamos el diodo como rectificador, debido a que su característica tensión-corriente NO es lineal, impone el sentido de la corriente en la rama del circuito en la que está instalado. Como sabemos la conducción de un diodo es unidireccional.

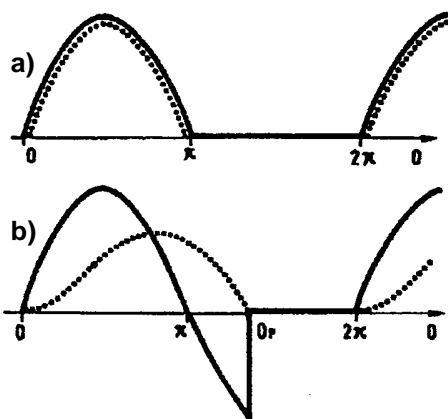
Se comporta como un cortocircuito (V entre A-K nula o muy pequeña) cuando está polarizado directamente, es atravesado por una corriente en sentido A-K. En cambio se comporta como un circuito abierto (la intensidad que lo atraviesa es nula), cuando el diodo se somete a una tensión A-K negativa.

3.1.- Rectificador monofásico de media onda



Como se aprecia en el esquema de la figura, el circuito básico está formado por una F.A. de C.A., un diodo, y su carga. El diodo solo dejará pasar corriente durante el semiciclo positivo de tensión, mientras que en el negativo el diodo estará bloqueado.

Dependiendo del tipo de carga (resistiva o inductiva), las caídas de tensión que aparecen son diferentes.

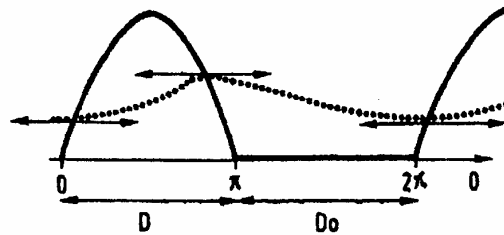
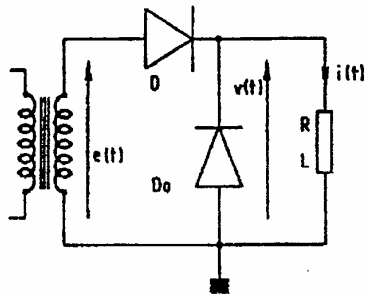


a) Resistivo
b) Inductivo

Observando el oscilograma se aprecia, que si la carga es resistiva la c.d.t. óhmica está en fase con la pulsación correspondiente al semiciclo positivo, en cambio la inductiva provoca desfases y tensiones inversas no deseables.

Para corregir este fenómeno se introduce en el circuito un diodo en paralelo inverso con la carga inductiva, llamado de “rueda libre” o “volante”, que tiene una doble misión:

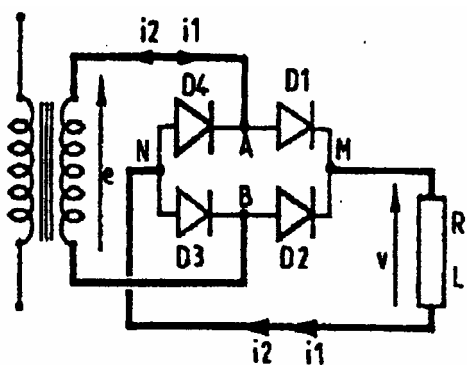
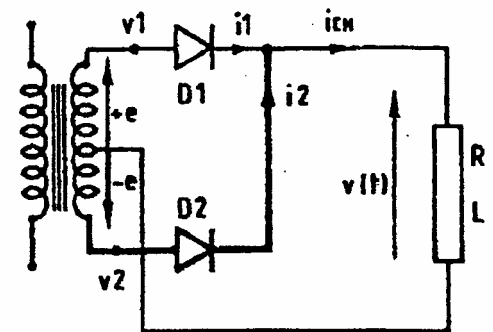
- Imponer un signo constante a la tensión.
- Asegurar la continuidad de paso de la corriente de la carga.



3.2.- Rectificador monofásico de onda completa.

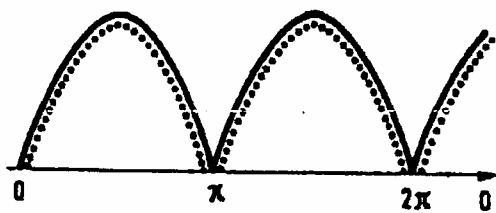
La etapa siguiente es la rectificación del segundo semiciclo, para ello existen diversos montajes:

La “rectificación de doble onda”, consiste en la agrupación de dos diodos, teniendo cada uno la misión de rectificar un semiciclo. Para este caso es imprescindible la utilización de un transformador con toma intermedia. El esquema sería el siguiente:

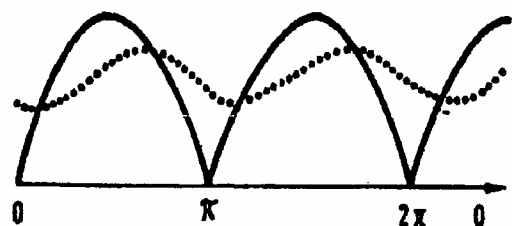


El rectificador en “puente de Graetz”, consiste en un montaje, de modo que siempre hay dos diodos polarizados directamente, y otros dos polarizados inversamente. Los diodos están unidos de tal forma, que a la carga le llegan los dos semiciclos de tensión en el mismo sentido, con lo que se consigue una señal continua pulsante, cuya frecuencia es el doble de la de la red (100 Hz).

El oscilograma que resulta en ambos casos, presenta una forma donde puede apreciarse como, con estos sistemas, la carga queda alimentada con una tensión de signo constante.



Carga Ohmica



Carga inductiva

Los diferentes tipos de rectificadores que acabamos de ver, pertenecen a la familia de los rectificadores monofásicos NO controlados. A continuación veremos una serie de parámetros, que adquieren especial interés a la hora de la elección correcta del tipo de rectificador, o el diseño del mismo, estos son:

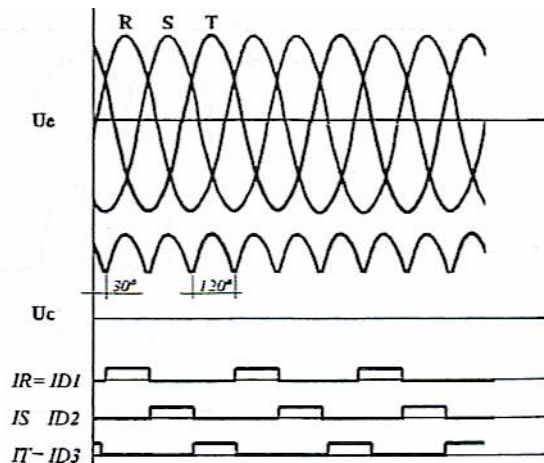
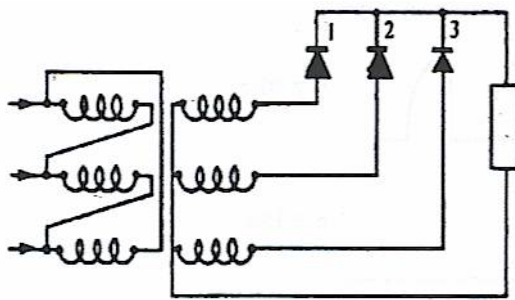
- Tensión alterna de entrada al rectificador (V_{ef})
- Tensión continua de salida del rectificador (V_m)
- Factor de rizado de la tensión de salida. (r)
- Intensidad media, y de pico por el diodo (I_m , I_p)
- Tensión inversa de pico por el diodo (V_{ip})
- Frecuencia fundamental de la tensión de salida del rectificador.

La tabla siguiente muestra una comparativa de los factores enumerados, en función del tipo de rectificador utilizado, así como, ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

	R.M.O.	R.D.O.	R.P.G.
V_{ef}	$V_{ef} = V_p/\sqrt{2}$	$V_{ef} = V_p/\sqrt{2}$	$V_{ef} = V_p/\sqrt{2}$
V_m	$V_m = V_p/\pi$ 45% V_{ef}	$V_m = 2V_p/\pi$ 90 % V_{ef}	$V_m = 2V_p/\pi$ 90 % V_{ef}
r	121 %	48.2 %	48.2 %
I_m	$I_m = V_m/RI$	$I_m = V_m/RI$	$I_m = V_m/RI$
I_p	$I_p = V_p/RI$	$I_p = V_p/RI$	$I_p = V_p/RI$
V_{ip}	V_p	2 V_p	V_p
F. fund.	F-red	2 F-red	2 F-red
Ventajas	1 solo diodo	- Doble tensión de salida, respecto de media onda. - Menor factor de rizado que éste. - Doble frecuencia fundamental.	- Respecto de M.O. los mismos que D.O. - Respecto de D.O. trafo. Sin toma intermedia. - Menor V_{ip}
Inconvenientes	- Factor de rizado alto - Bajo η	- V_{ip} doble de R.M.O. y R.P.G. - Trafo. Con toma intermedia.	- Utilización de 4 diodos.

3.3.- Rectificador trifásico de media onda.

Se utiliza un solo grupo de rectificadores montados en “cátodo común”, de modo que cada diodo conduce un tiempo equivalente a 120°, que corresponde a la tensión de fase a la que está asociado, cuando esta es mayor respecto de las otras, por lo que un diodo está polarizado directamente, mientras los otros dos están, en ese momento, polarizados inversamente.

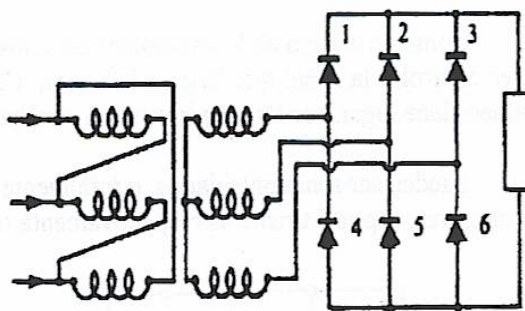


La conmutación natural de los diodos se produce a los 30° de la tensión de fase a la que está asociado, ya que este es punto en que dicha tensión es superior al resto.

El valor de la tensión media de salida del rectificador es del 58% de la tensión eficaz con la que lo alimentamos, el factor de rizado es del 30%, y la tensión máxima inversa en los diodos, igual al 122% de la Vef.

Este tipo de rectificador produce una serie de problemas en las señales de la red, debido a la componente de intensidad continua por fase que circula por la red, y que hace que el trafo. Trabaje en la zona de saturación magnética, por este motivo está prohibido para intensidades elevadas.

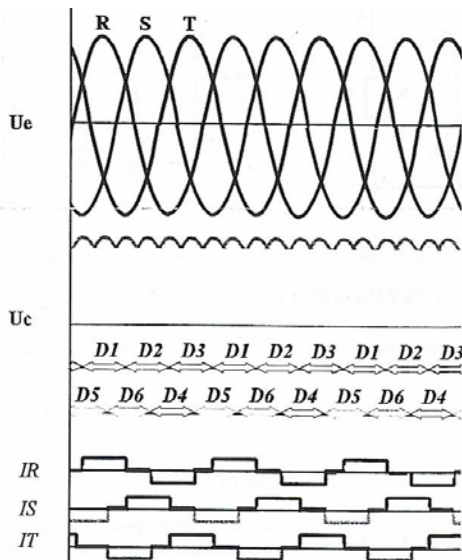
3.4.- Rectificador trifásico de onda completa.



Para solucionar los problemas que genera el rectificador de media onda, se utiliza este tipo de rectificador, que consiste en asociar dos rectificadores de media onda en dos montajes: uno en "cátodos comunes", y el otro en "ánodos comunes", unidos por el punto de entrada de energía, como muestra el esquema.

Las diferencias fundamentales entre ellos son:

- Tensión media de salida mayor al de Media onda, ya que éste rectifica tensión compuesta $\sqrt{3}$ veces mayor que la simple. En este caso el valor de la tensión media está en torno al 117% de la tensión simple eficaz.



- El factor de rizado tiene un valor menor, entorno al 7%.
- La tensión inversa máxima es la misma en los dos casos.

En este caso, al ser las intensidades en cada fase alternas, el trafo. NO trabaja en la zona de saturación magnética, con lo que se reducen las pérdidas en el hierro.

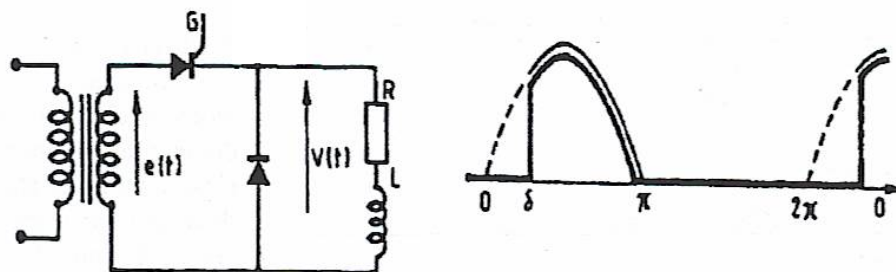
4.- RECTIFICACIÓN CONTROLADA

Un tiristor deja pasar corriente cuando se aplica una tensión positiva entre su puerta y su cátodo, ésta corriente se mantiene y no se interrumpirá hasta que se den las condiciones que ya conocemos.

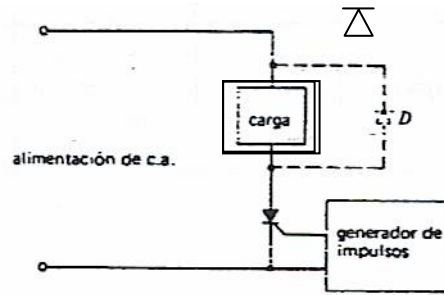
Esta característica de los Tiristores o la utilización de triacs permite una variación de la tensión media rectificada, al intervenir en uno de los parámetros, “el ángulo de retardo”, o “tiempo de disparo”.

4.1.- Rectificador de media onda controlado.

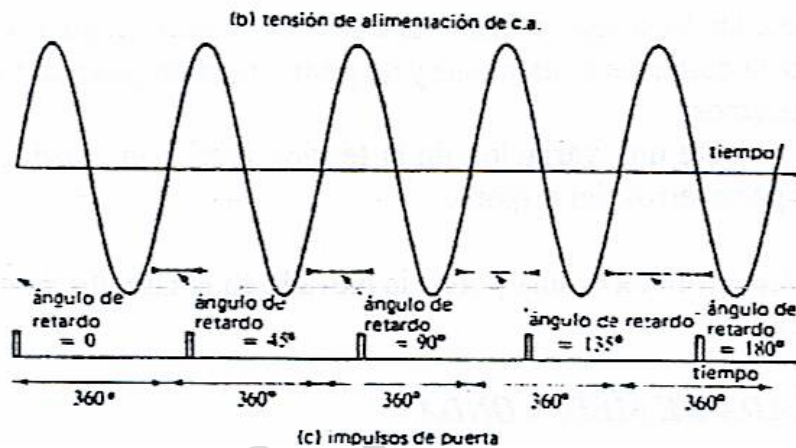
Es equivalente al no controlado, salvo que se sustituye el diodo por un tiristor, para aprovecharnos de este nuevo parámetro “el ángulo de retardo” en el cebado de los Tiristores.



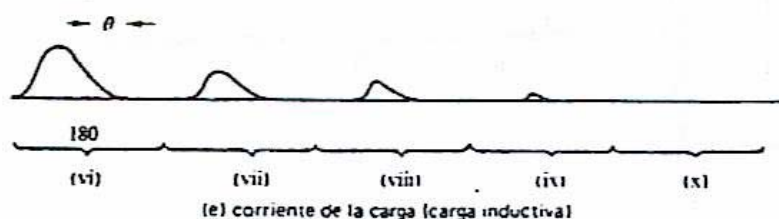
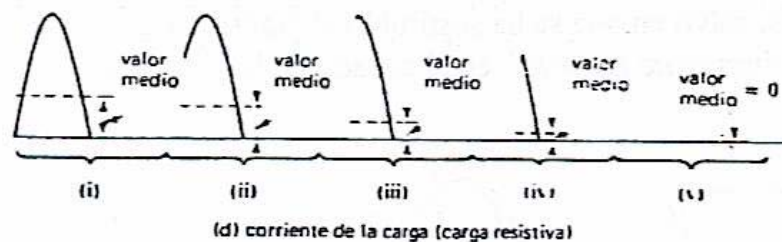
El tiristor puede ser disparado a la conducción en cualquier punto de los semiciclos, mientras esté polarizado directamente. El control sobre el disparo del tiristor lo ejerce el generador de impulsos conectado a la puerta.



En el primer ciclo el ángulo de retardo es 0° , el disparo tiene lugar al principio del semiciclo positivo, el valor medio de la tensión es el equivalente al de un rectificador de media onda no controlado.



En el segundo ciclo el ángulo de retardo es de 45° , bloqueando el tiristor el flujo de corriente durante ese tiempo, a partir de ahí, la corriente fluye por la carga durante el resto del semiciclo positivo. El valor medio de la tensión es proporcional al área abarcada bajo la curva de corriente durante el ciclo, y por lo tanto es menor que en el caso anterior.



Podemos afirmar, por tanto, que al aumentar el ángulo de retardo, estamos disminuyendo el valor medio de la tensión de salida del rectificador.

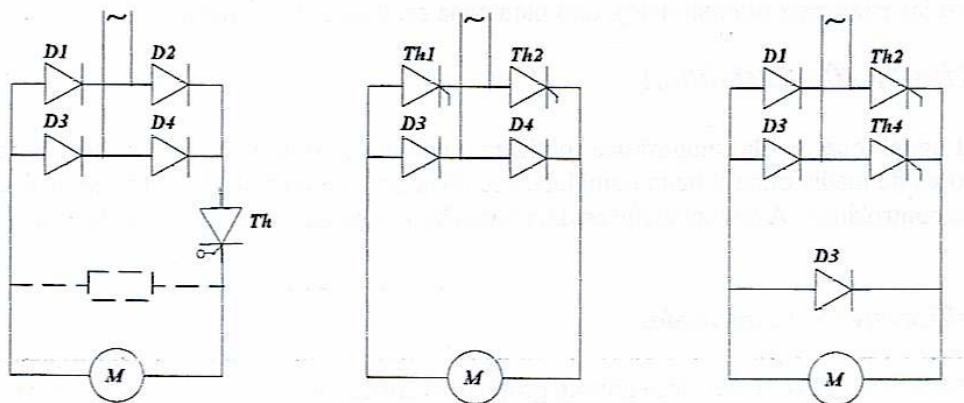
4.2.- Rectificador de onda completa controlado.

Al igual que pasaba con los NO controlados, son los que rectifican los semiciclos positivos, y los negativos. Dentro de estos podemos diferenciar dos tipos:

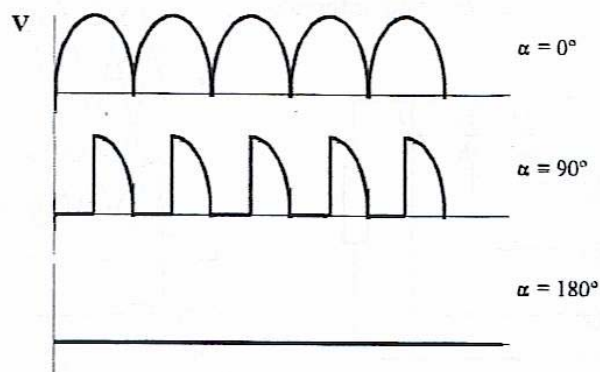
Puentes semicontrolados o híbridos: formados por una combinación de diodos y tiristores.

Puentes totalmente controlados: formados únicamente por tiristores.

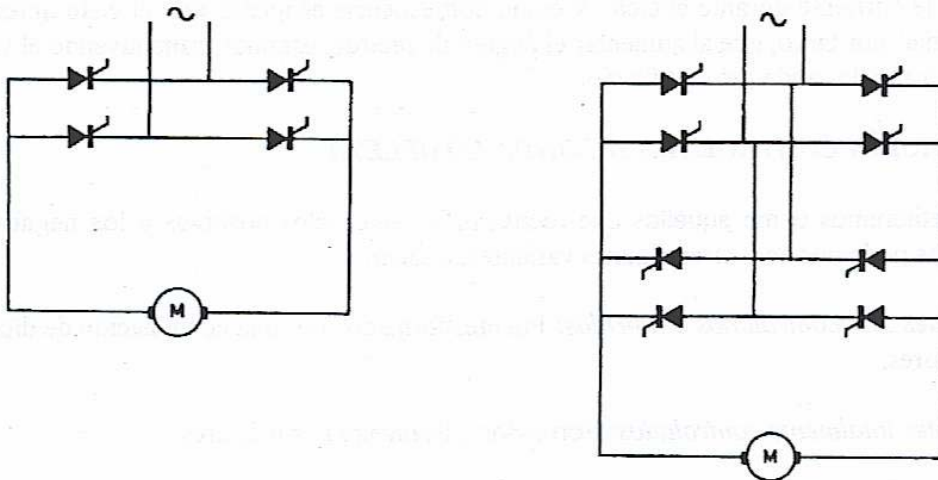
A su vez se pueden clasificar en simple o doble puente, lo que les permite trabajar en el primer y cuarto cuadrante, o en los cuatro cuadrantes respectivamente.



Diferentes tipos de rectificadores semicontrolados



Los puntos de funcionamiento del primer y tercer cuadrantes indican que la potencia va de la red a la carga, mientras que en el segundo y cuarto cuadrantes va de la carga la red.

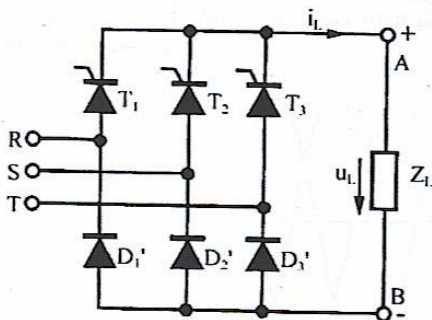


Rectificadores totalmente controlados; Simple y Doble

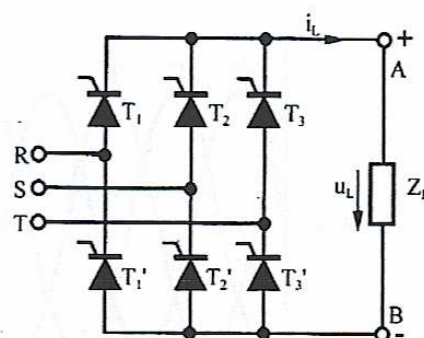
Como se aprecia en la figura, el rectificador doble está compuesto por dos simples polarizados inversamente (antiparalelo), uno para cada sentido de la corriente.

4.3.- Rectificador trifásico controlado.

Como en el caso de los monofásicos, consiste en sustituir los diodos por tiristores, para así poder controlar la señal que llega a la carga, a través del ángulo de cebado de los tiristores. El bloqueo se da por tensión inversa, o al cebar otro tiristor.



Rectificador trifásico semicontrolado



Rectificador trifásico totalmente controlado

Pueden ser semicontrolados o totalmente controlados, según estén formados por 3 diodos y 3 tiristores, o por 6 tiristores respectivamente, como indican las figuras.

5.- DIAGNÓSTICO Y LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS.

Como en cualquier aplicación, el fallo de un componente, o conjunto de componentes de una etapa determinada, origina unos síntomas concretos, que deben ser el comienzo del análisis de la avería en cuestión.

Motivado por la complejidad de la aplicación o sistema, siempre resulta ventajoso dividirlo en diferentes bloques o etapas, para facilitar la localización de la posible avería. Esta organización, junto lógicamente, con el conocimiento del funcionamiento del sistema, resultan esenciales de cara a la eficacia en la resolución de estos problemas.

En el caso que nos ocupa, los sistemas a analizar no son realmente complejos, por lo que teniendo en cuenta los síntomas podremos fácilmente detectar la avería. No obstante, el orden en forma de protocolo de actuación siempre nos ayudará a ser eficientes en nuestra actuación, y con este objetivo seguiremos los siguientes pasos:

Comenzaremos por medir o comprobar una serie de parámetros en los circuitos rectificadores, a saber:

- Tensión media de salida (V_m)
- Frecuencia fundamental del rectificador (f)
- Factor de rizado a plena carga (r)
- Estabilidad frente a variaciones de la red
- Posibilidades de regulación a plena carga.

Para realizar estas comprobaciones es necesario disponer del equipo de medida adecuado, voltímetro, óhmetro, miliamperímetro, amperímetro, osciloscopio, y demás elementos en función del tipo de circuito a analizar.

A continuación se exponen una serie de averías típicas de estos circuitos, asociadas a la sintomatología que aparece en cada caso.

- **Síntoma:** La tensión de salida del rectificador es nula. Al medir la tensión alterna en el trafo. Esta es nula también, siendo la resistencia elevada en primario o secundario.
- **Avería:** Trafo. Principal, primario o secundario en circuito abierto.

- **Síntomas:** Fusibles principales fundidos, o tensión de salida del rectificador baja acompañado de un calentamiento del trafo. Por el paso de una corriente excesiva.
- **Avería:** Espira en corto en primario o secundario del trafo. Principal.

- **Síntoma:** Fusibles fundidos, resistencia baja entre devanado del trafo. y masa.
- **Avería:** Devanado del trafo principal en corto con el núcleo o la carcasa.

- **Síntoma:** El rectificador se comporta como un de media onda. La tensión de salida más baja con escasa regulación. Aumento del factor de rizado.
- **Avería:** Un diodo del puente abierto.

- **Síntoma:** Fusible principal fundido. Comprobando la resistencia de cada rama del puente, midiendo cada diodo en directa y en inversa.
- **Avería:** Un diodo del puente en corto.

- **Síntoma:** Tensión de salida baja, con valores muy altos de factor de rizado.
- **Avería:** Condensador de almacenamiento abierto.

- **Síntoma:** Fusibles fundidos. Resistencia en la línea de c.c. no estabilizada en los dos sentidos.
- **Avería:** Condensador de almacenamiento en corto.

- **Síntoma:** Corriente de salida alta, sin estar regulada.
- **Avería:** Amplificador de error del regulador en circuito abierto.

- **Síntoma:** Corriente salida nula. La c.c. no estabilizada será más elevada de lo normal, ya que no pasa corriente.
- **Avería:** Transistor serie, con emisor y baso en circuito abierto.

- **Síntoma:** Tensión de salida baja. Posiblemente el transistor en serie se haya sobrecalentado.
- **Avería:** Zener serie en corto.

6.- CONCLUSIONES.

Con el contenido de este tema, se pretende abarcar, de un modo básico, la parcela de la electrónica de potencia. Que como es sabido tiene una gran implantación dentro de campo industrial, tanto para la alimentación

y regulación de pequeñas y grandes máquinas, como para la alimentación de diferentes dispositivos, sin los cuales la evolución de la industria no hubiera sido posible.

El enfoque que ha dado el autor, no ha sido el de entrar en aquellos aspectos más profundos de los diferentes elementos que integran esta parcela, ya que hubiera resultado muy complicado sintetizar lo suficiente, sino el de proporcionar al opositor un esquema y una estructura claros, y fácilmente memorizables, no exentos de los contenidos que el autor ha considerado como básicos en el conocimiento de este tema.

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y DOCUMENTALES

Para la elaboración de este tema el autor se ha procurado de la documentación necesaria de las diferentes publicaciones que a continuación se detallan.

Además se incluyen en el listado aquellas publicaciones que el autor considera interesantes, a efectos de posible consulta para ampliar conocimientos por parte del opositor.

- R.V. Honorat. Dispositivos electrónicos de potencia. Tiristores, triacs y GTO. Ed. Paraninfo
- G. Seguiré. Electrónica de potencia, colección semiconductores. Ed. Gustavo Gili
- D. Bohn, L Bazca. Iniciación a la electrónica. Ed. Susaeta
- J. García Trasancos. Electrotecnia. Ed. Paraninfo

NOTAS