



TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Grado de Ingeniería Robótica

Bloque 2. Fuentes de energía.

Tema 5. Electrónica de potencia

5.1. Introducción y motivación. 5.2. Dispositivos semiconductores de potencia. 5.3. Convertidores electrónicos de potencia. 5.4. Fuentes de alimentación conmutadas. 5.5. Variadores de frecuencia. 5.6. Aplicaciones en robótica.

Tema 6. Baterías y células solares

6.1. Introducción y motivación. 6.2. Generadores de energía eléctrica renovable. 6.3. Tipos de baterías y su mantenimiento. 6.4. Células solares. 6.5. Aplicaciones en robótica móvil.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Tema 5. Electrónica de potencia

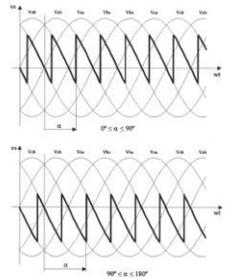
“Electrónica de potencia” - Noemí Jiménez, Ana Pozo
Ed. Servicio de Publicaciones e Intercambio científico
de la Universidad de Málaga

Tema 6. Baterías y células solares

“Instalaciones Solares Fotovoltaicas”
Agustín Castejón, Germán Santamaría
Ed. Editex

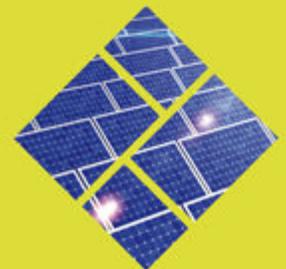
NOEMÍ JIMÉNEZ REDONDO
ANA POZO RUIZ

*ELECTRÓNICA DE
POTENCIA*



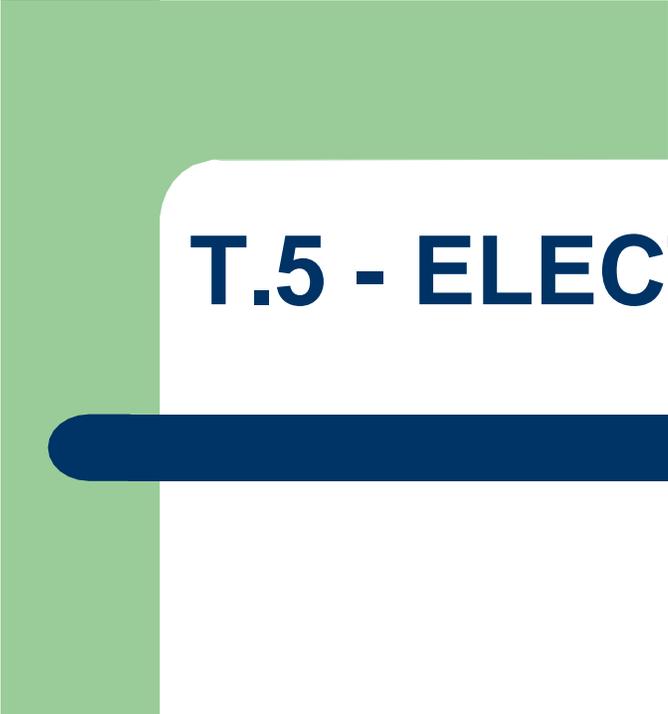
Instalaciones
solares fotovoltaicas

Agustín Castejón, Germán Santamaría



ELECTRÓNICA I ELECTROMAGNETISMO

EDITEX



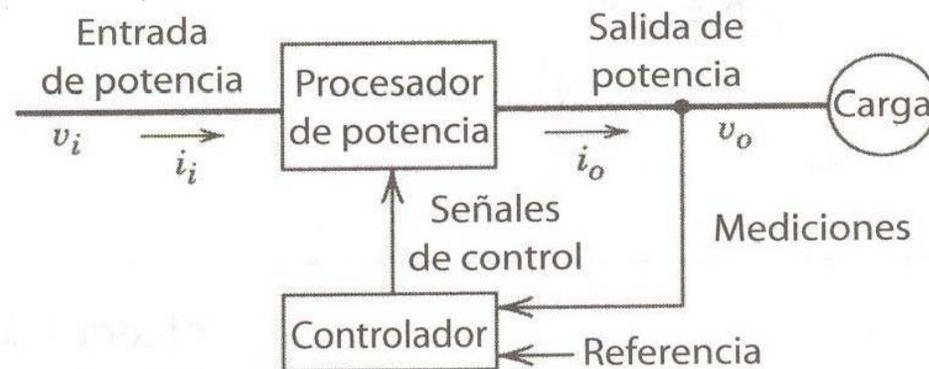
T.5 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA



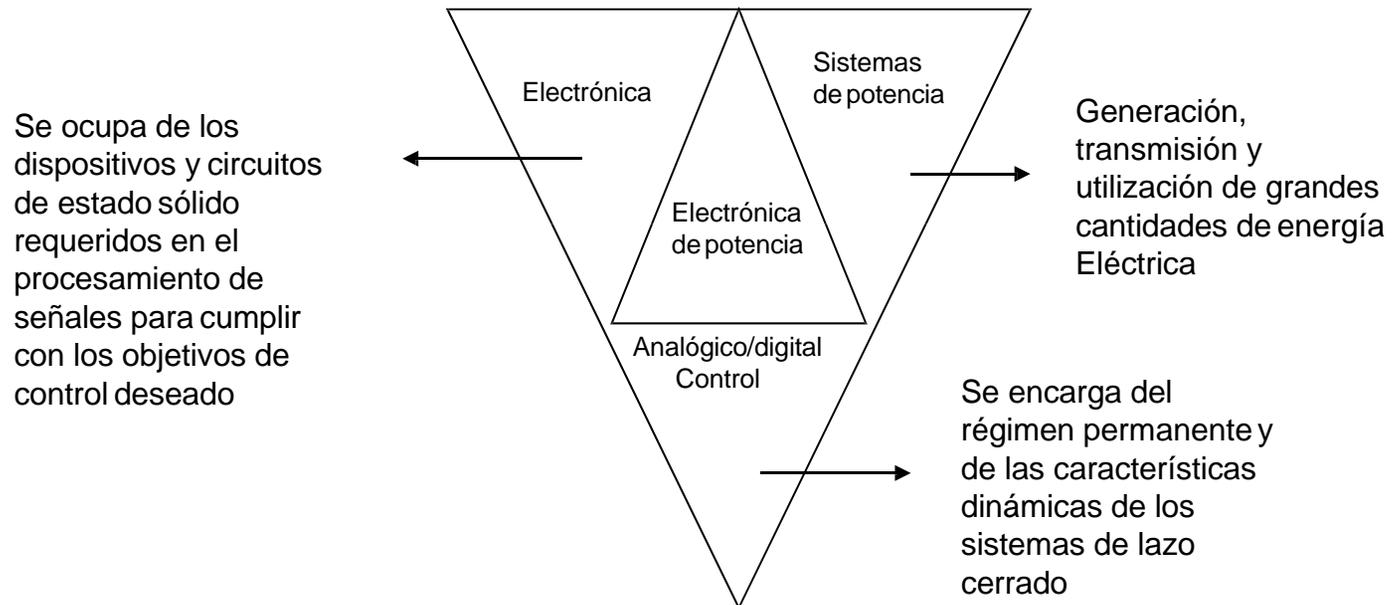
5.1. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN

CONCEPTOS PRELIMINARES

- La tarea de la electrónica de potencia es procesar y controlar el flujo de energía eléctrica en forma óptima para las cargas de los usuarios.

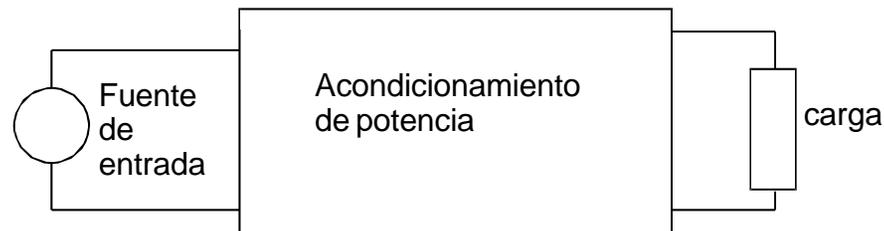


Relación de la Electrónica de Potencia con otras áreas

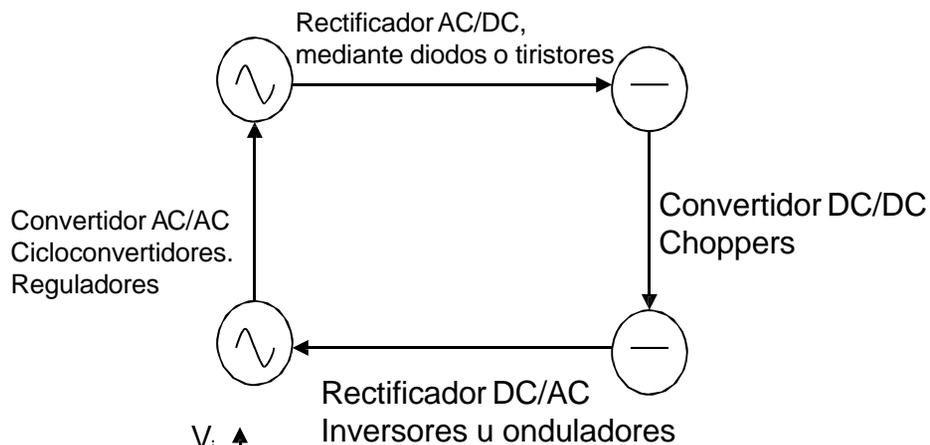


Clasificación de los Convertidores

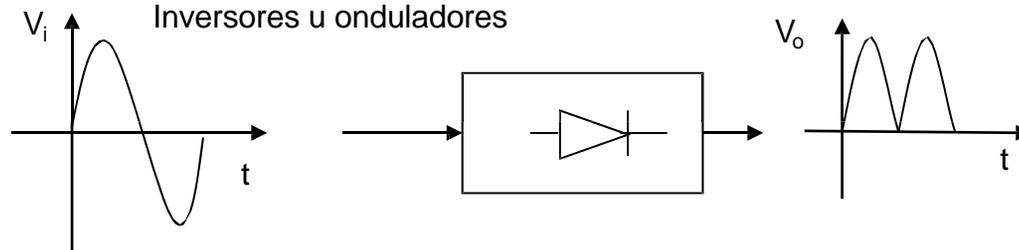
- A los circuitos de la electrónica de potencia se les llama convertidores, los cuales son empleados para cambiar los parámetros de voltaje, corriente y potencia de la energía eléctrica.



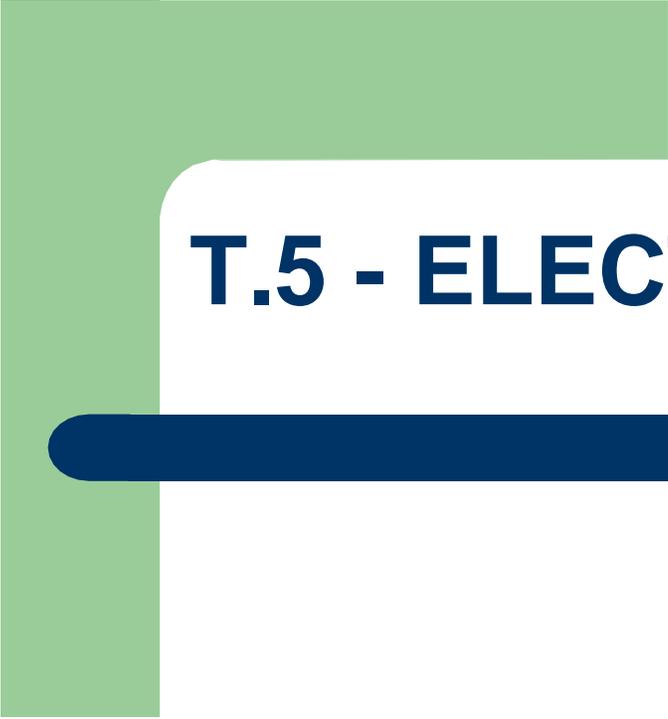
Tipos de Convertidores



Ejemplo
AC-DC



T.5 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA



5.2. DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES DE POTENCIA.

Clasificación de los dispositivos semiconductores de potencia

- Por su grado de controlabilidad se clasifican en:
 - Diodos: Interruptores no controlables.
 - Tiristores: Interruptores semicontrolables, encendidos por una señal de control y apagados por el circuito.
 - Interruptores controlables: La señal de control controla su encendido y apagado: BJT, MOSFET, SIT, IGBT.

Diodos de Potencia



- Presentan algunas diferencias estructurales respecto a los diodos de pequeña señal.
- Pueden bloquear tensiones de varias decenas de miles de voltios e intensidades de miles de amperios.
- Se aplican en rectificadores, diodos volante en reguladores conmutados, inversión de carga de condensadores, aislamiento de tensión, recuperación de energía atrapada.

Diodos de potencia: Características eléctricas

CARACTERÍSTICAS DESEABLES:

- Corriente elevada con baja caída de tensión
- Tensión inversa elevada con mínimas fugas

COMPARACIÓN DE LOS DIODOS DE POTENCIA:

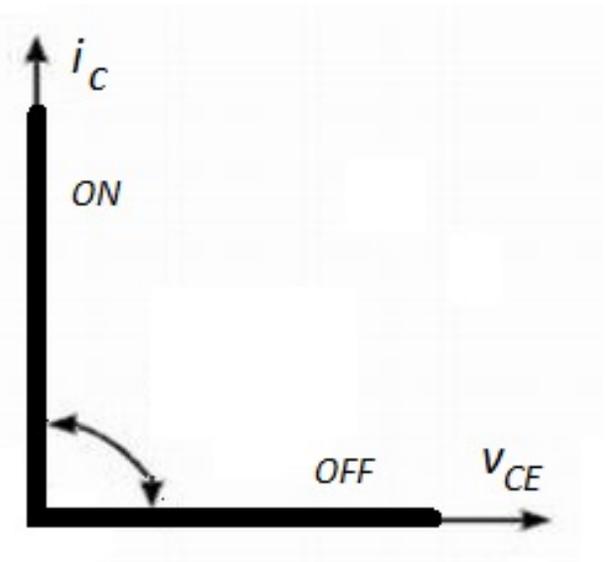
Tipo	Caída de tensión directa (V)	Corriente de fugas	Temp. interna máx. (°C)	Tensión inversa máx. (V)	Intensidad directa máx. (A)	Densidad de corriente (A/cm ²)
Mercurio	15 a 19	baja	400	20.000	5.000	4.000
Selenio	1	alta	150	50	50	1
Germanio	0,5	baja	120	800	200	100
Silicio	1	muy baja	200	3.500	1.000	100
Oxido de cobre	0,6	alta	70	30	10	1

TRANSISTORES DE POTENCIA

- **Los transistores de potencia se pueden clasificar de manera general en cuatro categorías:**
 - **Transistor de unión bipolar (BJT).**
 - **Transistor de efecto de campo de metal, óxido y semiconductor (MOSFET).**
 - **Transistor de Inducción estática (SIT)**
 - **Transistores bipolares de compuerta aislada (IGBT)**

TRANSISTOR BJT: REGIONES DE OPERACIÓN

- Zona de corte.- Es aquélla donde la corriente de base es nula y la de colector es de un valor muy pequeño, en esta se pueden soportar altas tensiones de colector a emisor.
- Zona lineal.- En ésta el transistor actúa como amplificador, no es utilizada en aplicaciones de potencia porque no corresponde con el modo de trabajo como interruptor.
- Zona de saturación.- Aquí la corriente de colector es elevada y se producen caídas de tensión entre colector y emisor muy pequeñas, por lo que la potencia a disipar es muy pequeña.



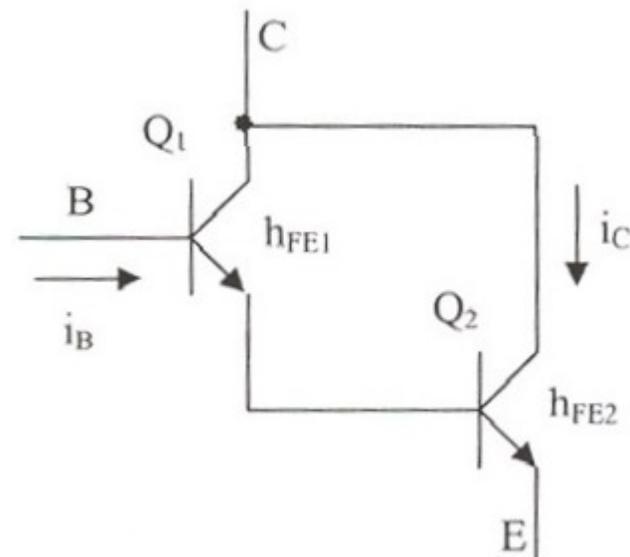
Configuración Darlington

- En esta estructura la corriente de base es:

$$I_B = \frac{I_C}{\beta_1 \beta_2}$$



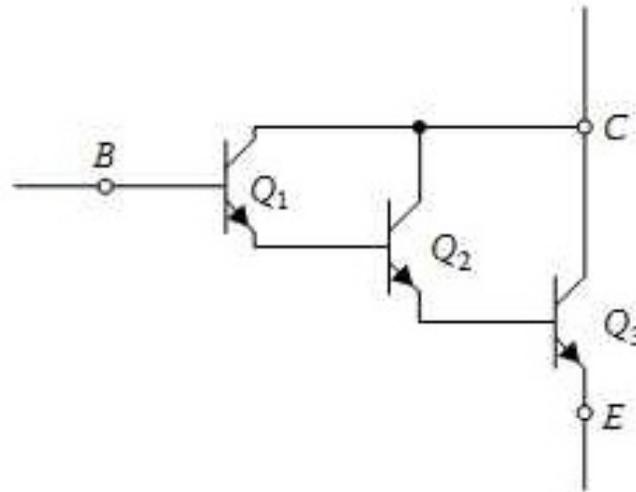
KSP13



Configuración Triple Darlington

- En esta estructura la corriente de base es:

$$I_B = \frac{I_C}{\beta_1 \beta_2 \beta_3}$$



MOSFET de Potencia

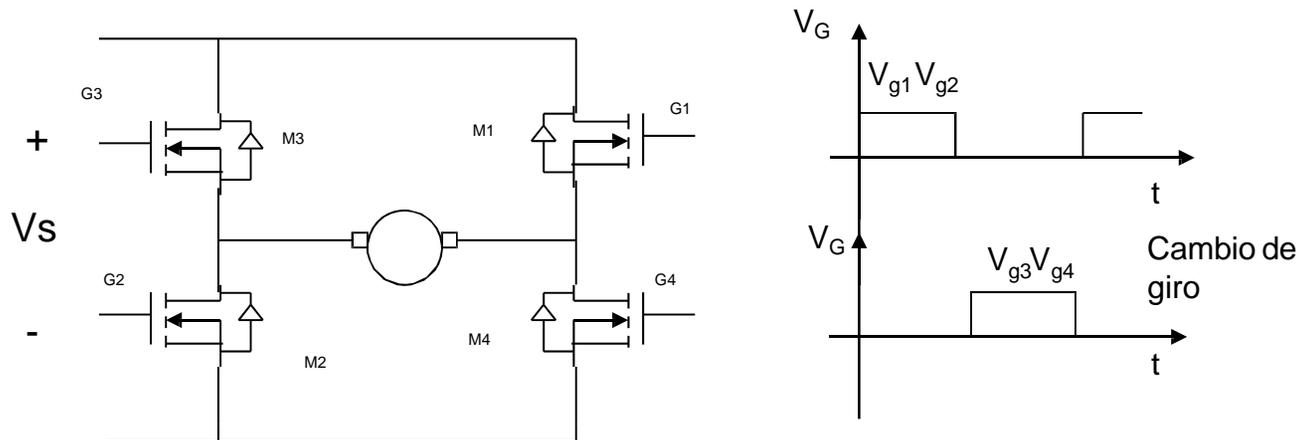
- Los MOSFET de potencia son dispositivos controlados por tensión, por lo que tienen una impedancia de entrada muy alta.
- Su funcionamiento es análogo a los BJT: Estado ON ($V_{DS}=0$), Estado OFF ($i_D=0$)
- En electrónica de potencia pueden emplearse con tensiones por encima de 1000 V si la corriente que circula por ellos es pequeña, y por encima de 100 A si la tensión es también pequeña.
- La máxima V_{DS} es de ± 20 V, aunque su control puede realizarse con tensiones V_{DS} de 5 V.

Comparativa BJT / MOSFET

- BJT: Menores pérdidas en conducción, pero tiempos de conmutación mayores, especialmente durante el apagado del dispositivo.
- MOSFET: Pueden encenderse y apagarse más rápidamente pero poseen mayores pérdidas en conducción.
- Además, la capacidad para bloquear grandes tensiones y conducir grandes intensidades es mayor en los BJT que en los MOSFET.

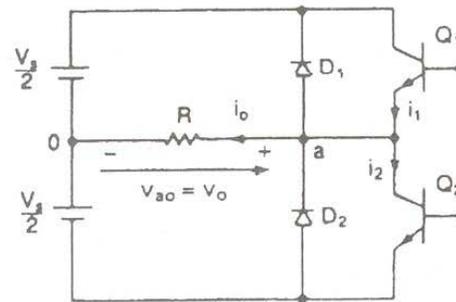
Aplicaciones: Puente H

- Un puente H es un circuito electrónico que permite a un motor eléctrico de corriente directa cambiar de sentido al girar, lo cual le permite funcionar en ambos sentidos (horario y antihorario).

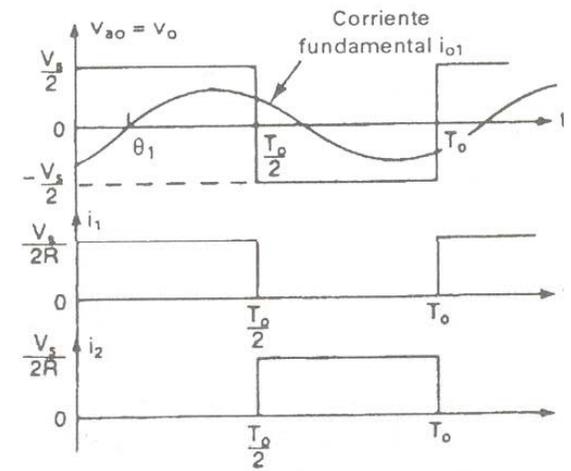


Aplicaciones: Inversor Monofásico de Medio Puente

- Cuando Q_1 =on durante $T_o/2$ el voltaje en la carga es $V_s/2$
- Si Q_2 =on durante $T_o/2$ el voltaje en la carga es $-V_s/2$



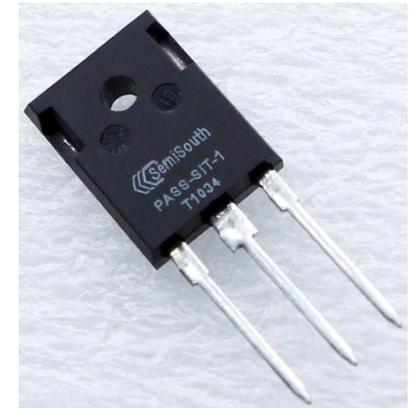
(a) Circuito



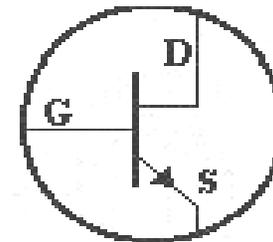
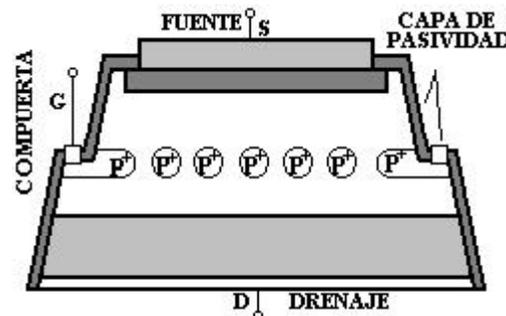
(b) Formas de onda con carga resistiva

Con este circuito podemos obtener una señal cuadrada a partir de una senoidal o triangular a la entrada.

Transistor de Inducción Estática (SIT)



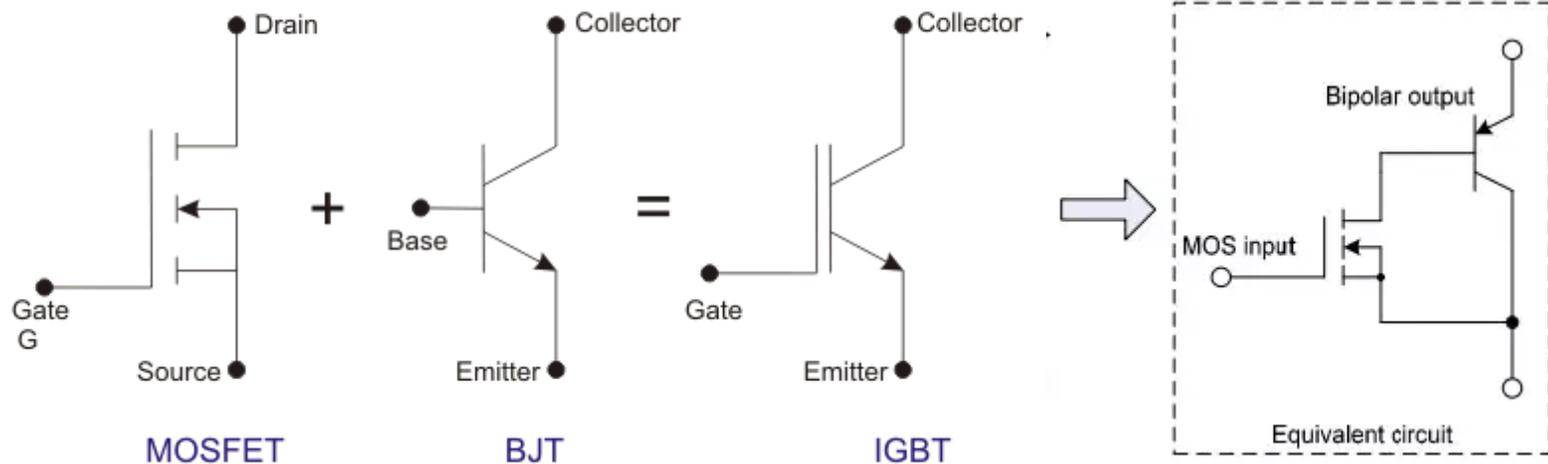
- El SIT es un dispositivo de alta potencia y alta frecuencia, un SIT es idéntico a un JFET excepto por la construcción vertical y de compuerta enterrada, tienen bajo ruido, baja distorsión y aplicaciones de alta potencia en audiofrecuencia.



Transistor Bipolar de Compuerta Aislada (IGBT)



- Los IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor) combinan las ventajas de los BJT y de los MOSFET.
- Poseen alta impedancia de entrada, como los MOSFET y bajas pérdidas de conducción en estado ON, como los BJT.



APLICACIONES DE LOS IGBT

- Fuentes.
- Protección de los circuitos.
- Activar y desactivar los píxeles en las pantallas de las computadoras.
- Control de motores mediante modificaciones de amplitud y frecuencia y de la onda senoidal aplicada al motor. El IGBT emite pulsos modulados en amplitud y anchura.
- Reactancias de las lámparas fluorescentes.
- Dado que la frecuencia de los pulsos generados supera el margen de la audición humana también se emplean en compresores silenciosos de acondicionadores o refrigeradores.

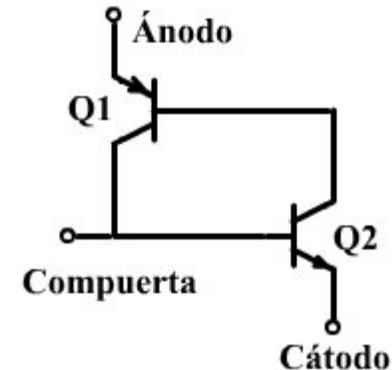
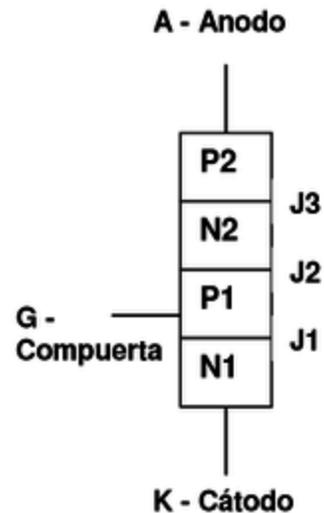
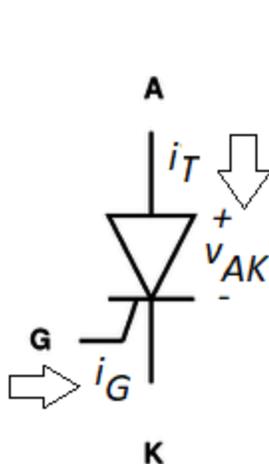
Tiristor



- Se comporta como un diodo rectificador con iniciación de la conducción controlada por un tercer terminal denominado puerta.
- Posee casi todas las ventajas de los diodos de silicio (funcionamiento a temperaturas muy altas, fiabilidad, robustez) y presenta una disipación pequeña y elevado rendimiento.
- Su importancia dentro de la Electrónica de Potencia es su capacidad para bloquear grandes tensiones y conducir grandes corrientes.

Símbolo y estructura del Tiristor

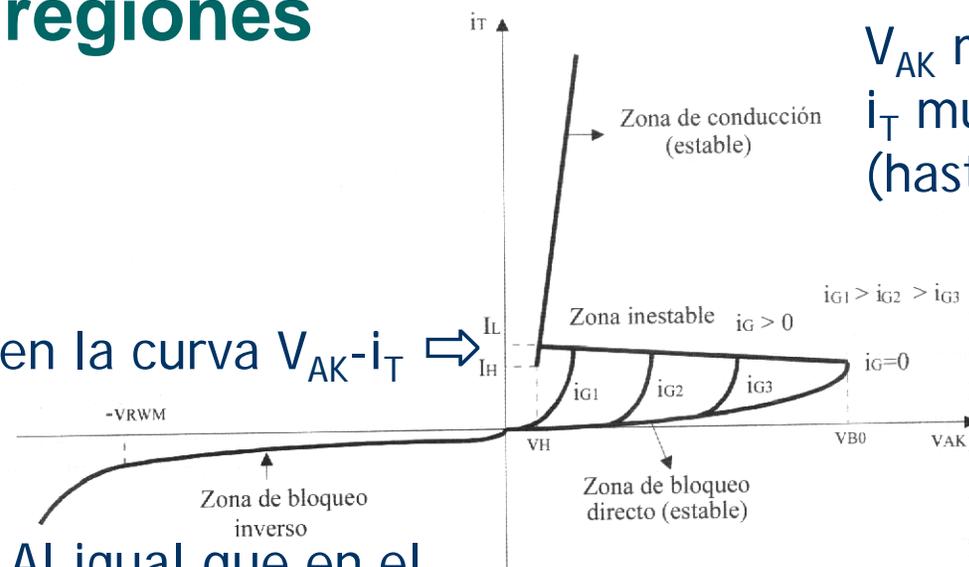
- Doble unión PN (Estructura PNPN).
- Con la puerta en circuito abierto o cortocircuitada al cátodo, el tiristor es capaz de bloquear tensión directa o inversa aplicada a los terminales de ánodo y cátodo hasta un cierto valor límite. El tiristor se encuentra entonces en zona de bloqueo directo o estado de apagado.



Circuito equivalente del tiristor

Curva característica de un Tiristor de potencia

4 regiones



V_{AK} muy pequeña,
 i_T muy elevada
(hasta 3000 A)

Zona de resistencia negativa en la curva $V_{AK}-i_T$ →

Tiristor en bloqueo inverso: Al igual que en el diodo, conduce una corriente muy pequeña hasta que entra en avalancha. La máxima tensión de trabajo que el tiristor es capaz de soportar sin entrar en avalancha puede llegar hasta -7000 V.

Elevado valor de la tensión ánodo-cátodo y pequeña intensidad i_T .

Funcionamiento del Tiristor (I)

- Con tensión positiva entre ánodo y cátodo, el tiristor entra en conducción si se le aplica a la puerta un impulso de intensidad adecuada, cayendo la tensión V_{AK} a un valor muy pequeño (1 V aproximadamente). Este estado se mantiene aún en ausencia de la corriente de puerta gracias a un proceso interno de regeneración de portadores.
- Cuando el tiristor se encuentra directamente polarizado ($v_{AK} > 0$), se distinguen dos modos de operación estables separados por uno inestable. El segundo de ellos recibe el nombre de zona de conducción, y en él el tiristor se encuentra en funcionamiento.
- El tiristor comienza a conducir cuando la tensión entre sus terminales de ánodo y cátodo es positiva y se aplica un impulso de corriente por el terminal de puerta. Una vez encendido el tiristor puede cesar el impulso de corriente por la puerta, ya que el estado de conducción se mantiene por un proceso regenerativo.

Funcionamiento del Tiristor (II)

- En estado de bloqueo directo, se define la tensión de ruptura directa v_{B0} de un tiristor como la tensión a partir de la cual, con una intensidad de puerta nula, el tiristor comienza a conducir.
- Si se le aplica una intensidad de puerta al tiristor estando éste polarizado en directa, el tiristor empezará a conducir con un valor de v_{AK} menor que v_{B0} .
- Cuanto mayor sea la intensidad de puerta i_G menor será la v_{AK} necesaria para que el tiristor entre en conducción y cuánto mayor sea esta tensión externa aplicada al tiristor, menor será la corriente de puerta para dispararlo.
- En el momento en que el tiristor entra en conducción y para que quede efectivamente encendido, debe circular por él un corriente mayor que la intensidad de enclavamiento (latching current). Una vez que el tiristor ha entrado en conducción, la caída de tensión en él es muy pequeña (en torno a 1 V) y la elevada corriente que lo atraviesa depende del circuito exterior.

Funcionamiento del Tiristor (III)

- La corriente de puerta que es necesario aplicar para disparar al tiristor no tiene que ser continua, sino que basta con un pulso de corriente (de duración mínima) para conseguir que el tiristor entre en conducción, manteniéndose este estado gracias al proceso regenerativo.
- Así, el circuito de control sólo consume potencia durante el proceso de disparo del tiristor y no durante todo el tiempo de conducción del mismo. Es precisamente la propiedad de los tiristores de ser encendidos mediante pulsos de corriente de puerta la causa de la amplia difusión en el empleo de estos dispositivos.
- El apagado de un tiristor se consigue a través del circuito exterior, que fuerza a que por el dispositivo circule una corriente menor que la intensidad de mantenimiento I_H durante un tiempo mínimo.
- Sin embargo, se han desarrollado diseños especiales de tiristores en los que se utiliza el terminal de puerta para el apagado. Estos tiristores especiales se denominan GTO (Gate Turn Off devices).

Características de los tiristores (I)

a) Bloqueo directo: $v_{AK} > 0$

Si la tensión en el ánodo es mayor que en el cátodo, las uniones J1 y J3 se encuentran directamente polarizadas, por lo que la caída de tensión en ellas es prácticamente nula. En cambio, la unión de control J2 se encuentra polarizada en inversa; es decir, prácticamente toda la tensión v_{AK} aplicada en los terminales del tiristor cae en J2: $V_{AK} = V_{J1} + V_{J2} + V_{J3} \approx V_{J2}$

Si en esta situación de polarización directa la tensión v_{AK} en los terminales del tiristor crece mucho, la caída de tensión en J_2 también aumentará y podría entrar en ruptura por avalancha, provocando la entrada en conducción del tiristor.

Características de los tiristores (I)

b) Bloqueo inverso: $v_{AK} < 0$

Si la tensión aplicada al ánodo es menor que la aplicada al cátodo, la unión de control J2 se encuentra directamente polarizada, por lo que su caída de tensión es prácticamente nula. Las uniones J1 y J3 se encuentran inversamente polarizadas, por lo prácticamente toda la tensión exterior aplicada al tiristor cae en estas uniones:

$$V_{AK} = V_{J1} + V_{J2} + V_{J3} \approx V_{J1} + V_{J3}$$

Sin embargo, la unión J3 se encuentra muy próxima a las zonas más dopadas, y por tanto, con más portadores que ofrecen una menor resistencia a la conducción y la J1 se encuentra próxima a las regiones dopadas con pocos portadores, lo que supondrá una mayor resistencia a la conducción. Así, la unión J1 es la que soporta casi toda la tensión inversa exterior aplicada terminales de ánodo y cátodo del tiristor.

Por tanto $V_{AK} \approx V_{J1}$

FORMAS DE DISPARO DE UN TIRISTOR

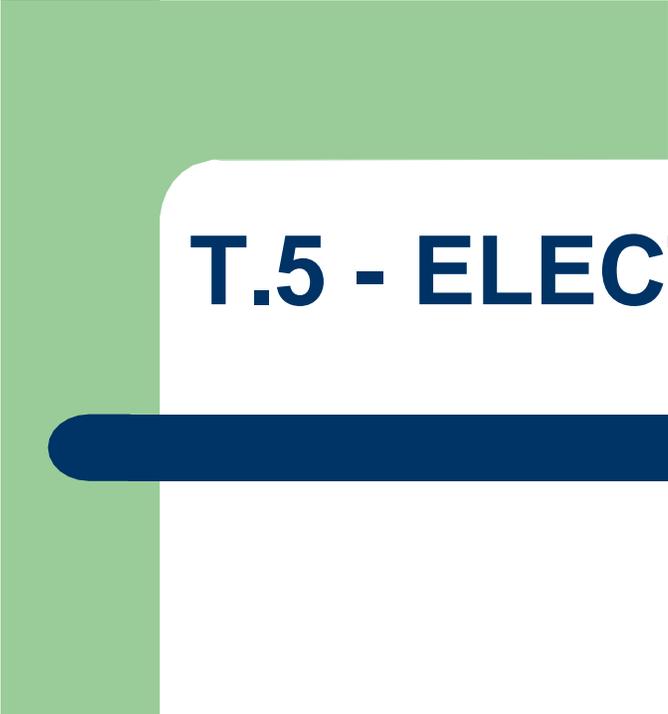
- Disparo de un tiristor: Paso del estado de bloqueo al de conducción de forma estable.
- Ello requiere aumentar la corriente de fugas que pasa por el tiristor en estado de bloqueo directo.
- Existen 4 formas o procedimientos de disparo:
 - Por una tensión V_{AK} excesiva.
 - Por impulso de corriente de puerta.
 - Por derivada de tensión.
 - Por luz.
- El disparo real de un tiristor está causado muchas veces por la acción combinada de 2 o más de estos efectos y está influenciado por la temperatura de la unión, que si es elevada facilita el disparo debido al enriquecimiento de portadores en las uniones por los pares generados térmicamente.

Tiristores: Aplicaciones

- Circuitos retardadores.
- Fuentes de alimentación reguladas.
- Interruptores estáticos.
- Control de motores.
- Recortadores.
- Inversores.
- Cicloconvertidores.
- Cargadores de baterías.
- Circuitos de protección.
- Controles de calefacción.
- Controles de fase.

Tipos de Tiristores

- Tiristores de conmutación rápida.
- Tiristor de triodo bidireccional (TRIAC).
- Tiristor de conducción inversa (RCT).
- Tiristor de desactivación por compuerta (GTO).
- Tiristor de apagado por MOS (MTO).
- Rectificador Controlado de silicio activado por luz (LASCR)



T.5 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA



5.3. CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA

Clasificación de los convertidores electrónicos de potencia

- Rectificadores: Convertidores AC-DC
- Choppers: Convertidores DC-DC
- Inversores u onduladores:
Convertidores DC-AC
- Controladores AC, convertidores en cascada o cicloconvertidores:
Convertidores AC-AC

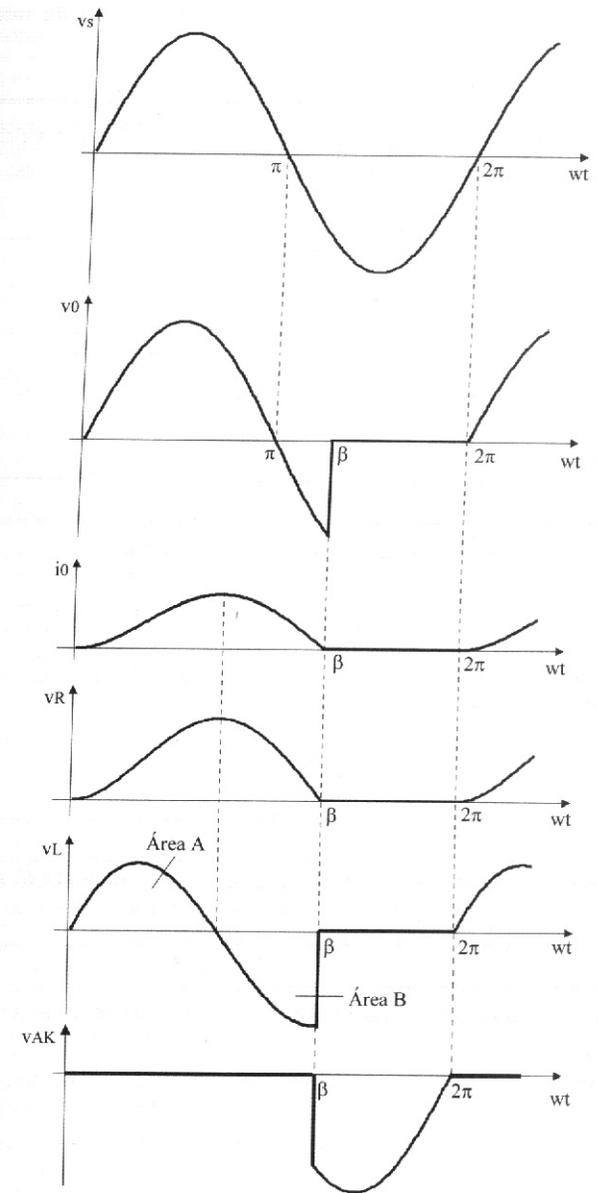
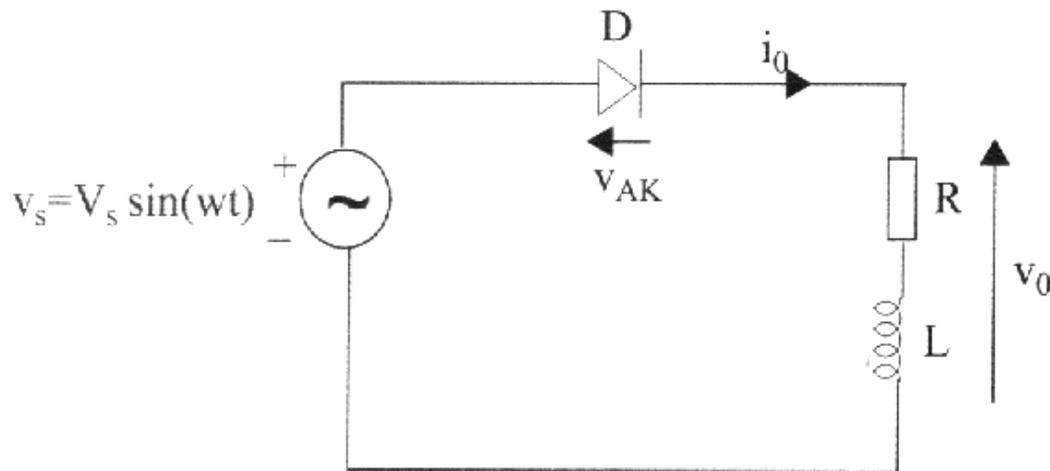
Rectificadores: Clasificación

- Rectificadores no controlados, formados por diodos:
 - No regulan la tensión de salida, que siempre tiene un valor positivo (Ya vistos en el tema de diodos)
- Rectificadores semicontrolados, formados por diodos y tiristores:
 - Regulan la tensión de salida en magnitud, pero no en polaridad.
 - La tensión de salida siempre es mayor o igual a cero.
- Rectificadores controlados, que emplean únicamente tiristores:
 - Regulan la tensión de salida en magnitud y polaridad controlando el momento de disparo de los tiristores.
 - La tensión de salida puede ser menor, igual o mayor que cero.
 - Permiten controlar el sentido de la potencia transferida a la carga, por lo que pueden funcionar como rectificadores o como inversores.
 - El control se efectúa a través del ángulo de disparo de los tiristores, por lo que este tipo de convertidores también recibe el nombre de convertidores controlados por fase.

Rectificadores no controlados

- Si la carga es únicamente resistiva, se trata de un rectificador convencional, como los estudiados en el tema de diodos.
- Ahora bien, si añadimos una carga inductiva, al tratarse la bobina de un componente con efecto memoria, aun cuando la tensión en la carga pasa a ser negativa, la intensidad sigue siendo positiva, por lo que el diodo sigue en conducción hasta que se anule la corriente que circula por él.
- Esto ocurre en algún momento antes de $\omega t = 2\pi$ cuando la tensión media en la bobina se anula, es decir, cuando el área A iguala al área B (ver figura de la diapositiva siguiente).
- El ángulo en que se anula la corriente se denomina ángulo de extinción y se denota como β .

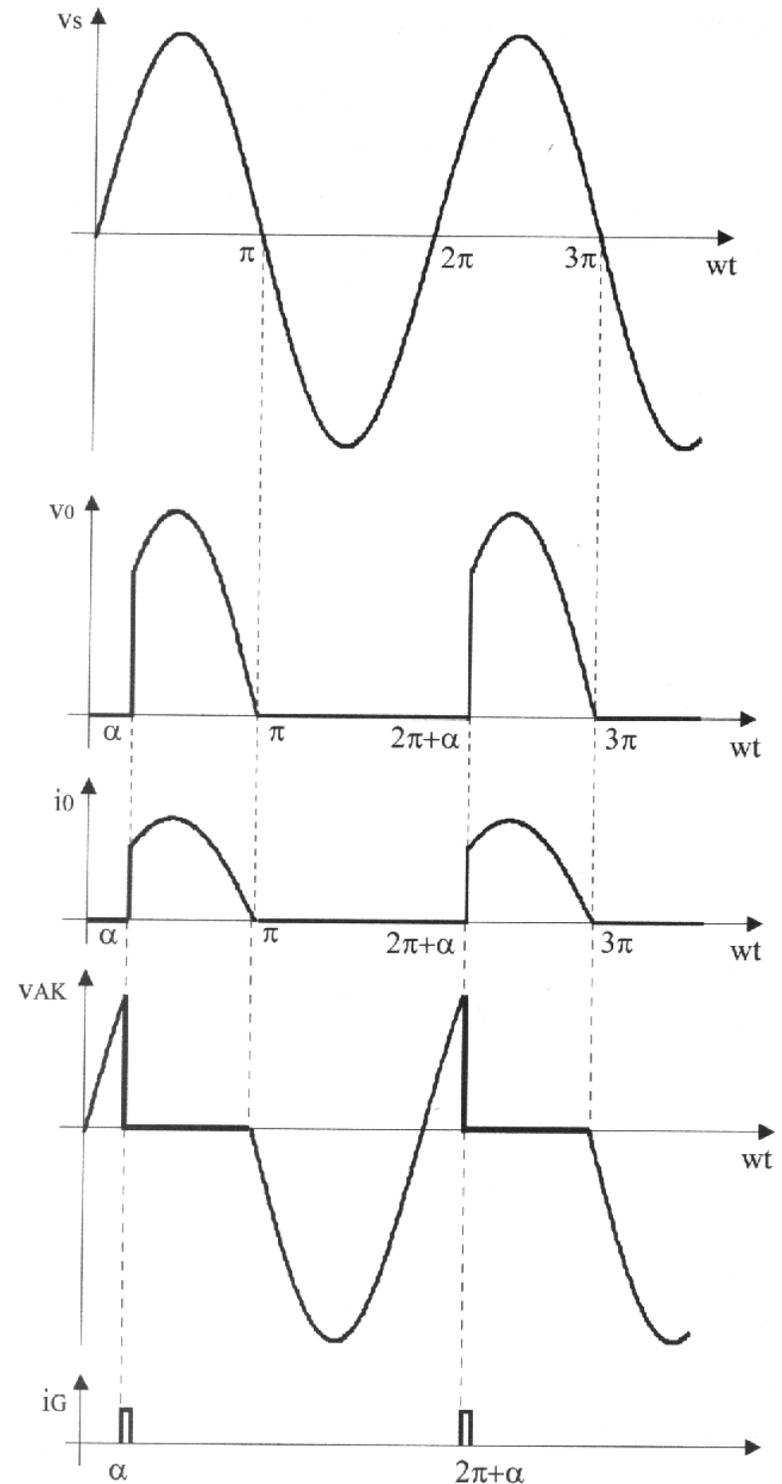
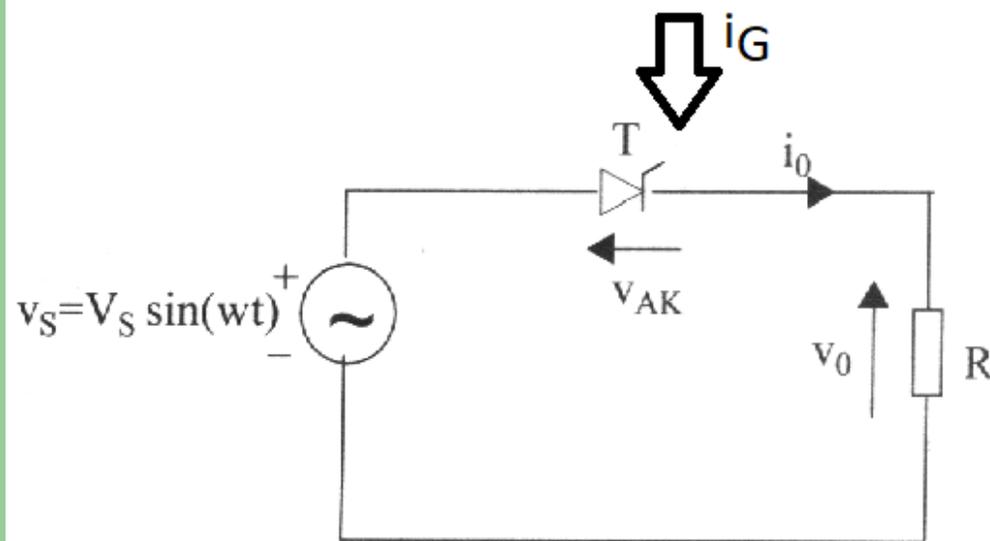
Rectificador no controlado de media onda con cargas R y L



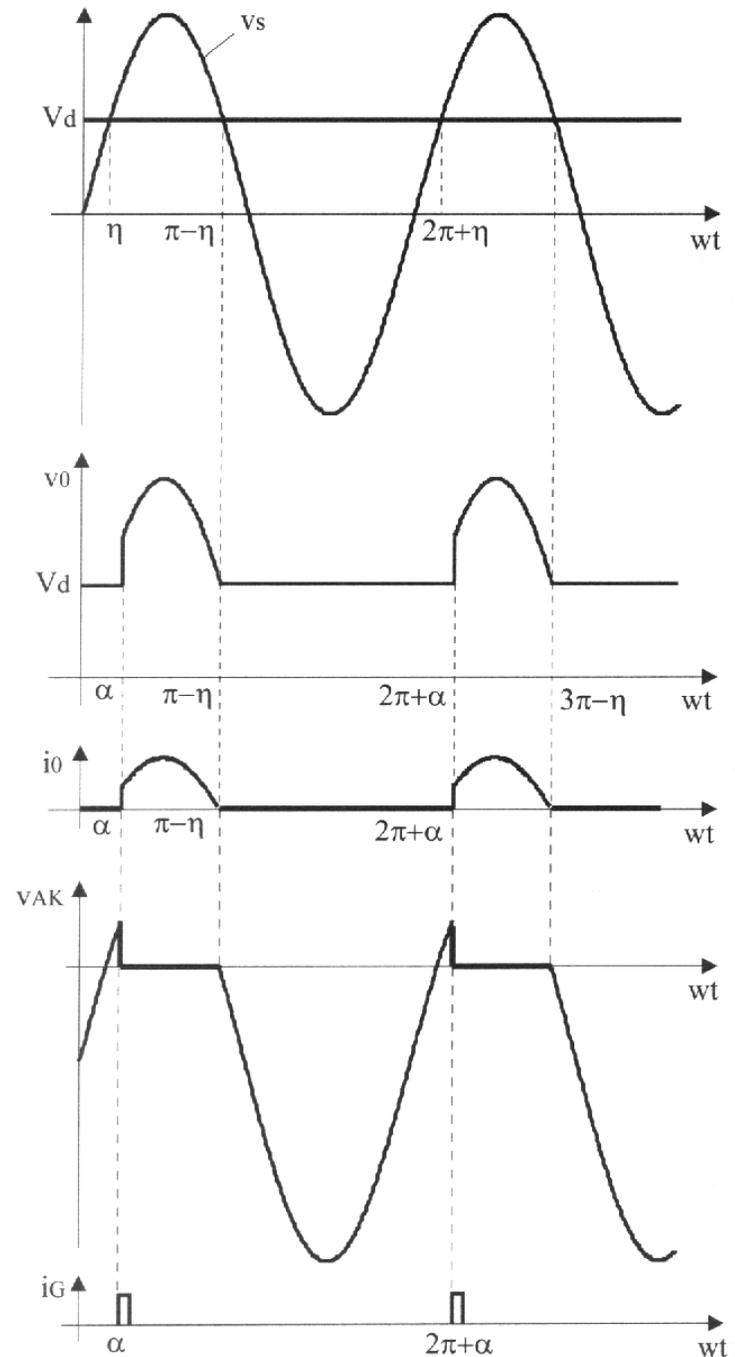
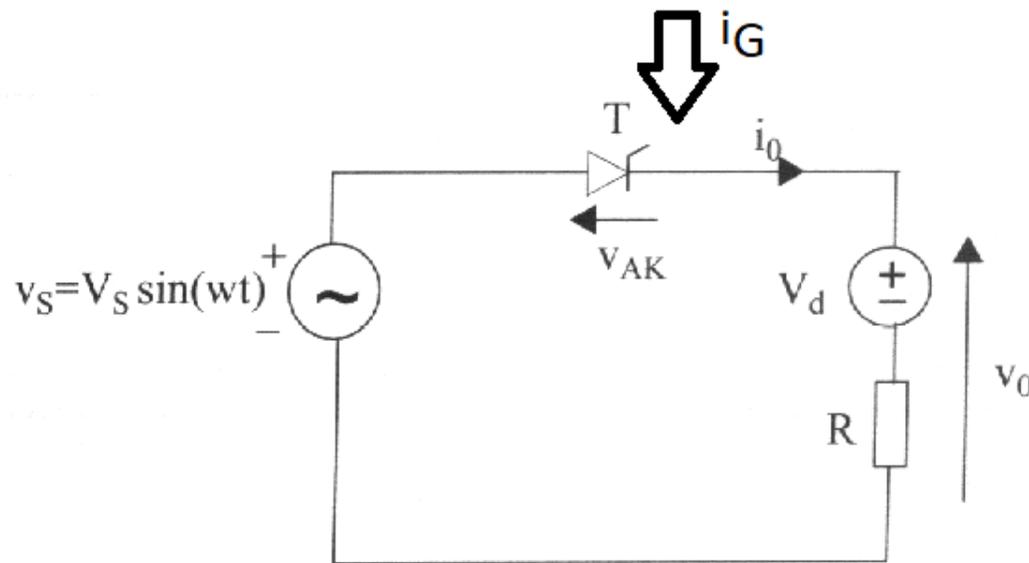
Rectificadores controlados

- En determinadas aplicaciones de la Electrónica de Potencia se requiere que la tensión de salida pueda ser controlada.
- Para ello, se utilizan las mismas configuraciones empleadas en los rectificadores no controlados, donde los diodos son sustituidos por tiristores.
- Así, controlando el momento de disparo del tiristor a través del impulso de intensidad i_G , controlamos la tensión de salida del rectificador.
- Añadiendo una fuente de continua al circuito modificamos el valor mínimo de la onda rectificada.
- También pueden incorporar elementos inductivos, en cuyo caso será necesario considerar el efecto memoria de las bobinas para la forma de onda de salida.

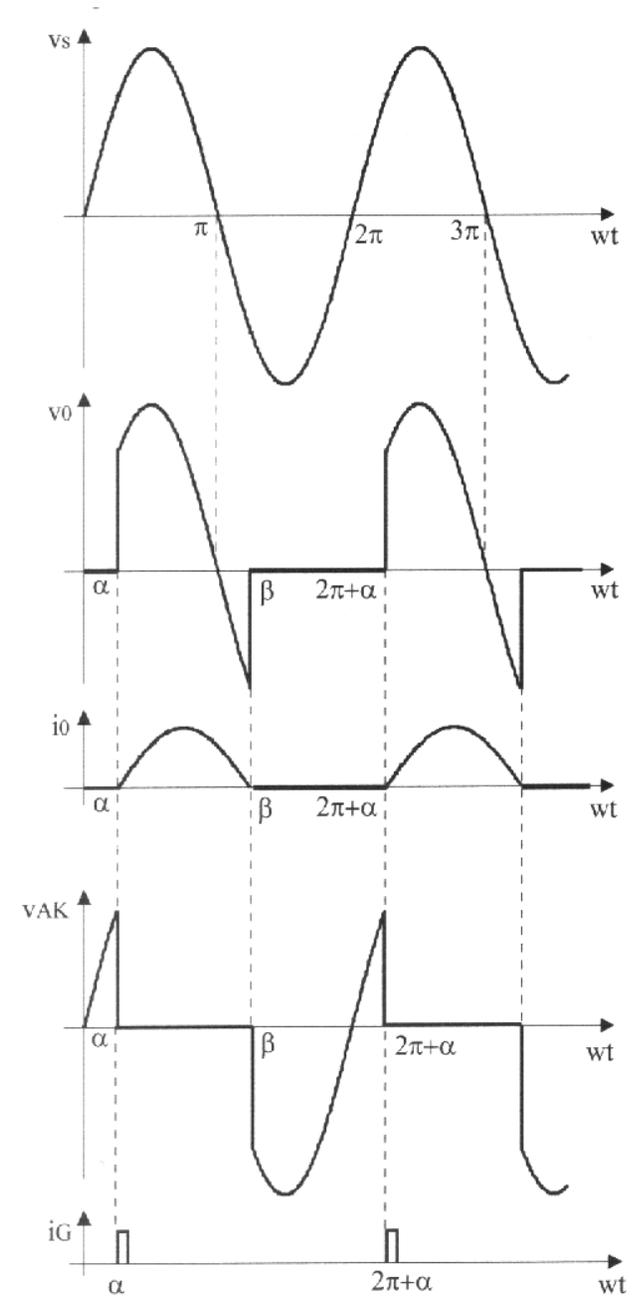
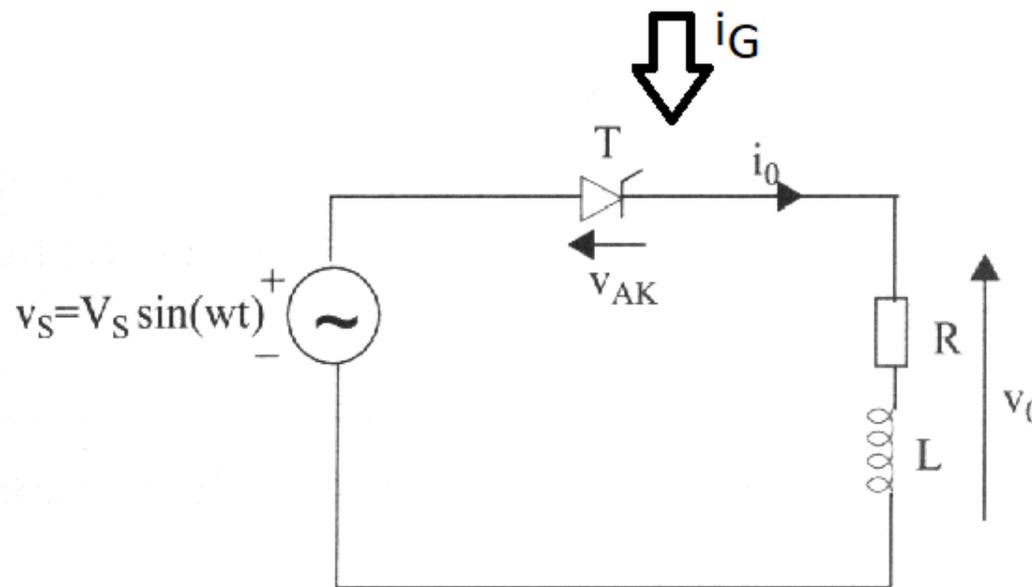
Rectificador controlado de media onda con carga R



Rectificador controlado de media onda con carga R y V_d



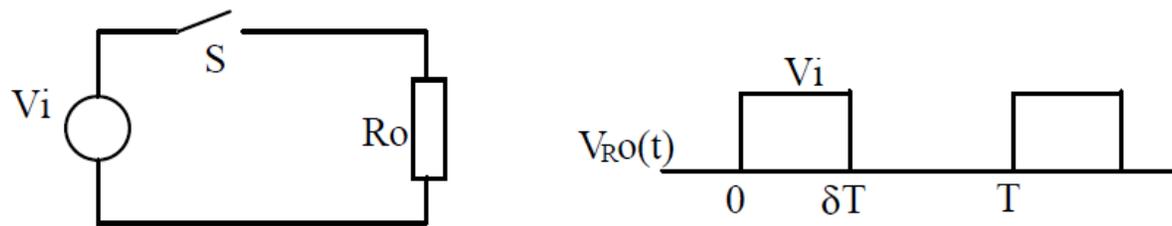
Rectificador controlado de media onda con carga R y L



Choppers: Convertidores DC-DC

- Se emplean en gran cantidad de aplicaciones industriales.
- Especialmente en fuentes de alimentación de corriente continua reguladas (conmutadores) y en accionamientos de motores de corriente continua.
- La entrada al chopper consiste normalmente en una tensión continua no controlada procedente de un rectificador de diodos o de una batería.
- Antes de pasar al convertidor, la tensión no controlada atraviesa un filtro capacitador, que le proporciona una baja impedancia interna así como un rizado también pequeño.
- Ya en el chopper, la tensión continua no regulada se convierte en otra de voltaje deseado. A la salida del convertidor existe un filtro paso bajo que se trata como parte integrante del propio convertidor.
- La tensión resultante (ya controlada) alimenta a una carga, que se representa como una resistencia en el caso de fuentes de alimentación continua conmutadas, o como una fuente de tensión continua en serie con una resistencia y una bobina en el caso de un motor de continua.

Choppers: Esquema eléctrico

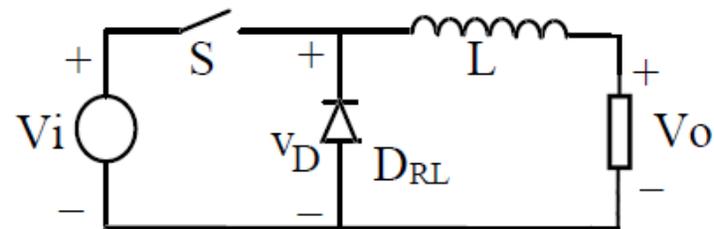


Convertidor DC-DC más simple, y forma de onda V_{Ro} .

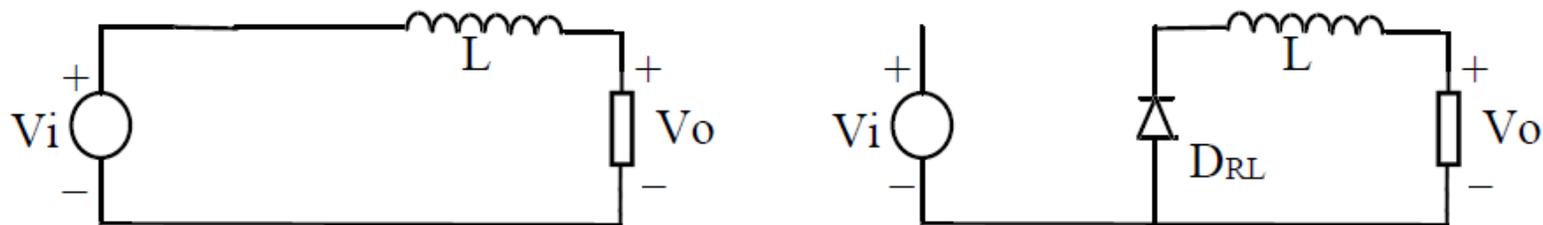
Clasificación de choppers, en función de que reduzcan o eleven el nivel de continua de la entrada a la salida:

- Buck: Sólo reductores
- Boost: Sólo elevadores
- Buck-Boost: Reductor/Elevador (según el valor en cada momento)

Conversor Buck



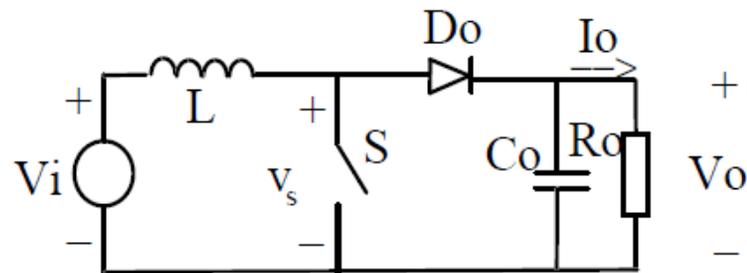
Conversor Buck, circuito simplificado.



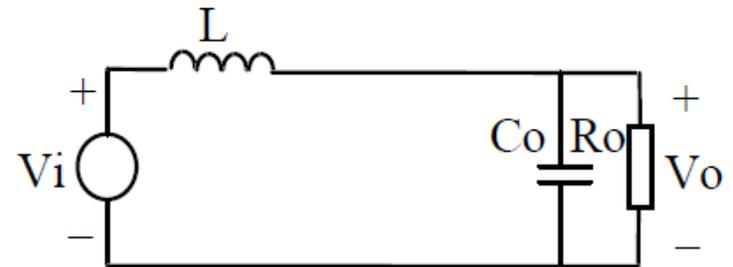
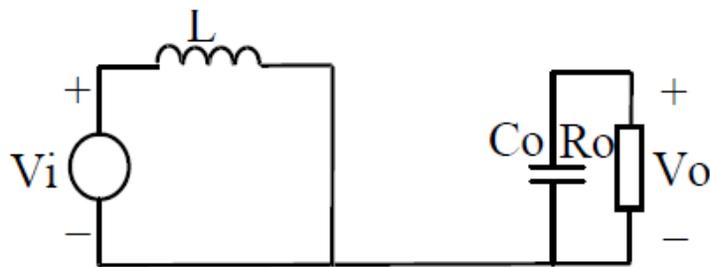
(a) Circuito equivalente durante $0-\delta T$, y (b) durante $\delta T-T$.

- Análisis similar a la de un circuito RL con interruptor ON-OFF.
- Salida en la carga (V_o): Nivel de continua + Rizado (filtrable).
- Nivel de continua regulable a partir de la frecuencia del interruptor.

Conversor Boost



Conversor Boost.



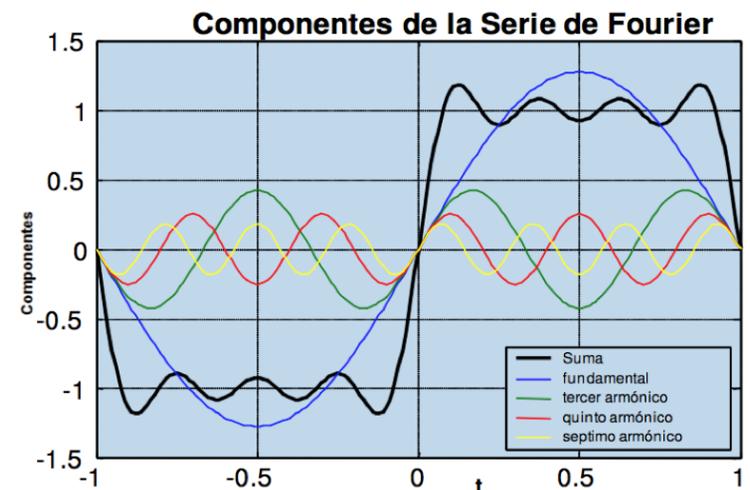
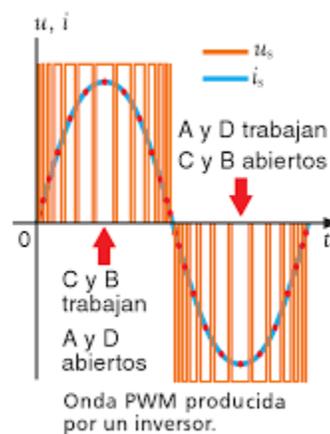
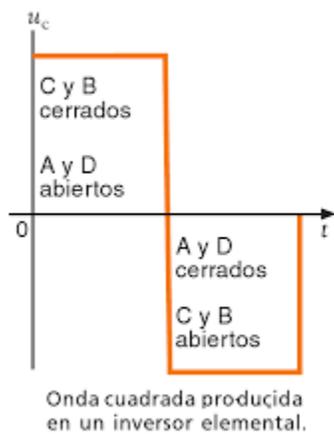
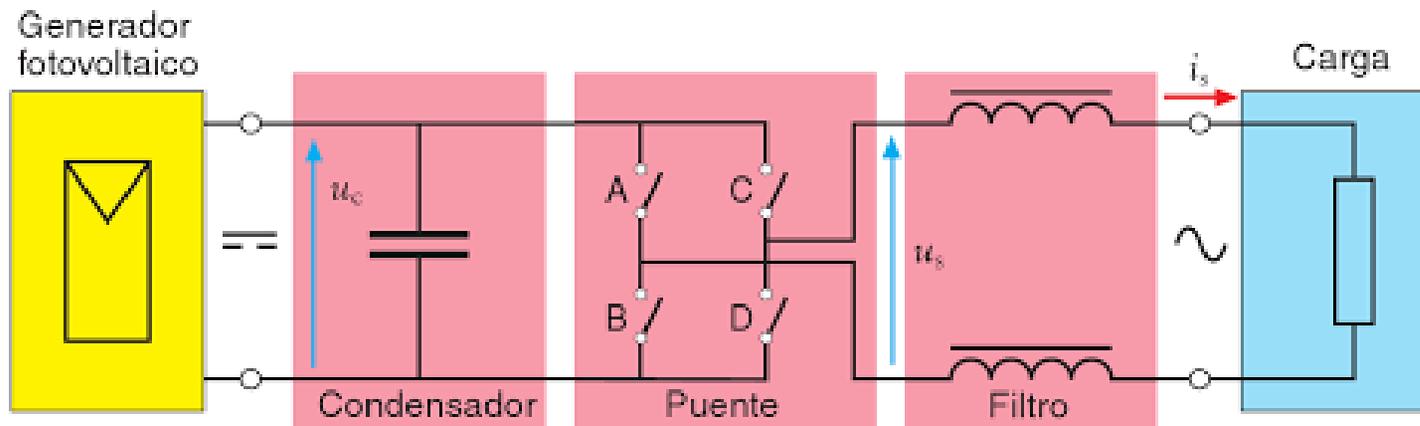
(a) Circuito equivalente cuando S conduce ($0 < t < \delta T$) (b) Circuito equivalente cuando S bloquea ($\delta T < t < T$).

- Análisis similar a la de un circuito RC con interruptor ON-OFF.
- La bobina almacena energía que entrega al RC además de la fuente cuando el interruptor se abre.
- Salida en la carga (V_o): Nivel de continua + Rizado (filtrable).
- Nivel de continua regulable a partir de la frecuencia del interruptor.

Inversores u onduladores: Convertidores DC-AC

- Muy populares ya que en ocasiones no se dispone de red eléctrica para alimentar dispositivos AC => Inversores autónomos a partir de paneles solares o baterías, cargadores de automóvil, etc.
- También sirven para inyectar energía a la red a partir de fuentes renovables o crear una red de distribución en comunidades rurales o grupos de usuarios aislados => Inversores de conexión a red.
- Habitualmente crean la forma de onda senoidal mediante el filtrado de una onda cuadrada (Serie de Fourier), creada por accionamiento de interruptores y modulación PWM (Anchura de pulso).
- Se verán con mayor detalle en el T.6.

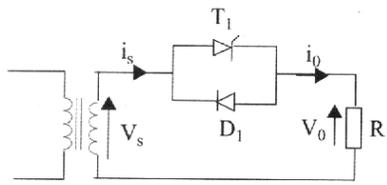
Inversores u onduladores: Diagrama de bloques habitual



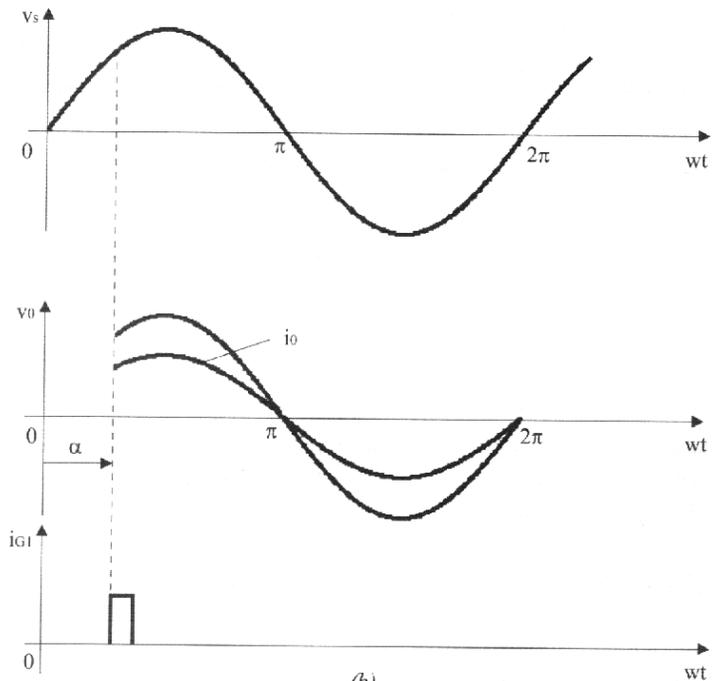
Convertidores AC-AC

- Controladores AC: Únicamente regulan el valor eficaz de la tensión alterna de salida, manteniendo su frecuencia fija.
- Convertidores en cascada y Cicloconvertidores: Variadores de frecuencia => Punto 5.5
- Diversas técnicas para el Controlador AC empleando diodos y tiristores, entre las que destacan:
 - Control On-Off: Los tiristores conectan la carga a la fuente durante unos ciclos para volverla a desconectar de forma secuencial.
 - Control de Fase: El tiristor conecta y desconecta fuente y carga durante una parte del ciclo de la tensión de entrada.

Controladores AC

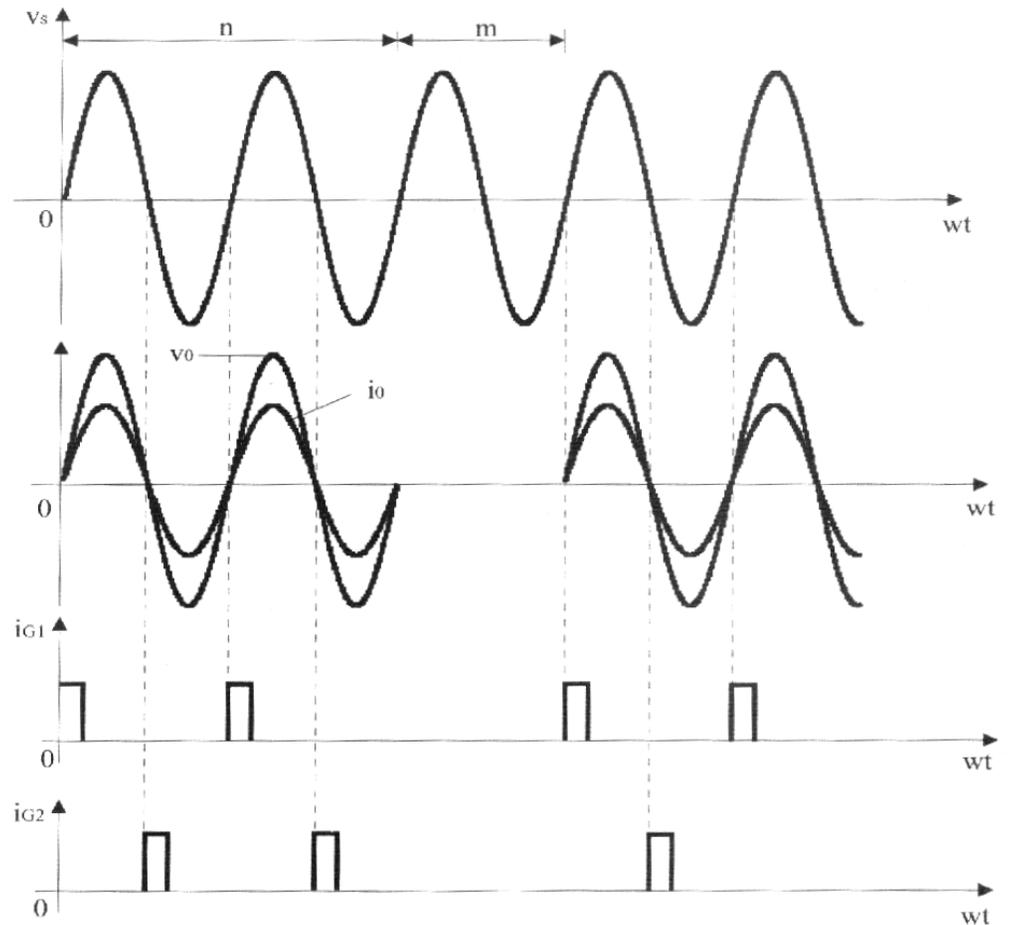
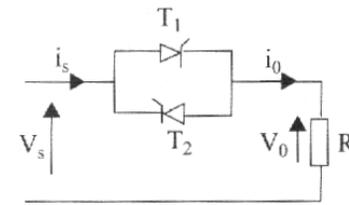


(a)



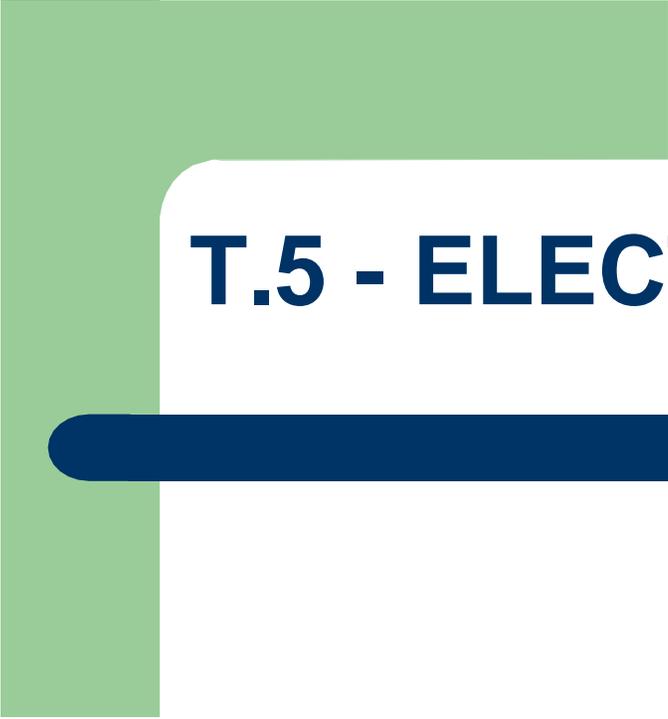
(b)

De Fase



On-Off

T.5 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA

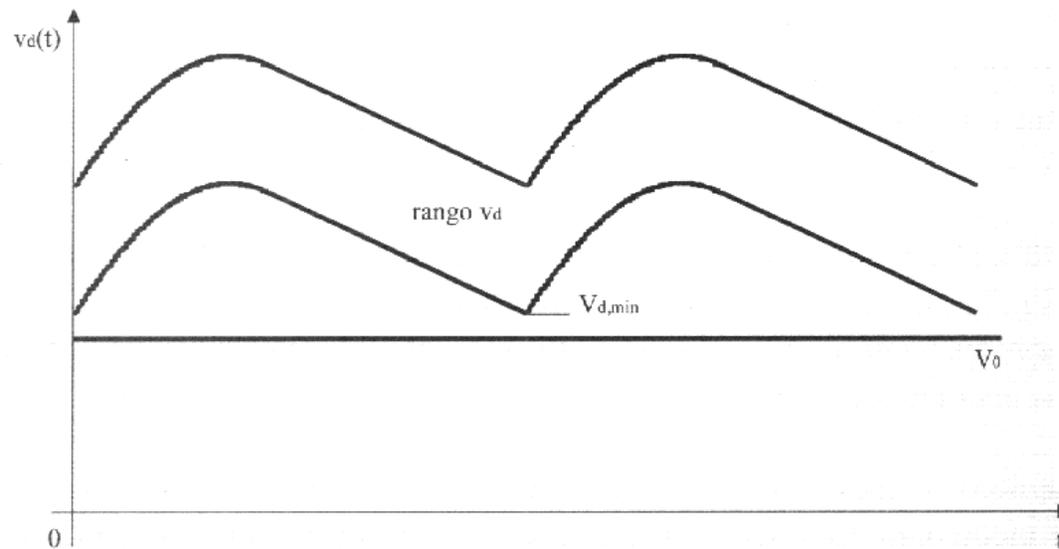
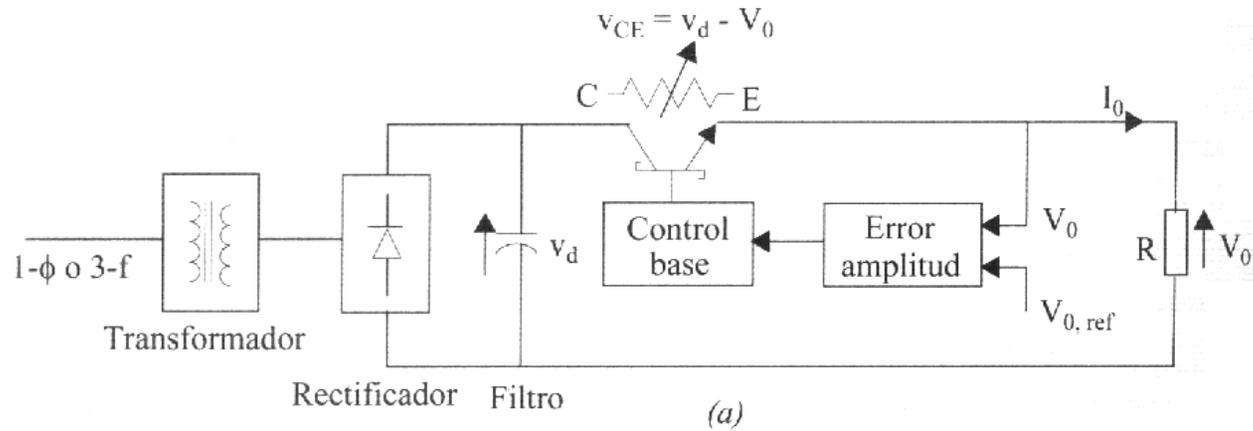


5.4. FUENTES DE ALIMENTACIÓN CONMUTADAS

Fuentes de alimentación conmutadas

- Empleadas por la mayor parte de los equipos electrónicos.
- Diseñadas para que cumplan los siguientes requisitos:
 - Salida regulada dentro de unos determinados márgenes de tolerancia, ante posibles variaciones de la tensión de entrada o de la corriente demandada por la carga.
 - Aislamiento galvánico entre la entrada y la salida.
 - Múltiples salidas aisladas eléctricamente unas de otras.
- Además, se pretende conseguir una reducción del tamaño y del peso de la fuente y mejorar su eficiencia energética.

Fuentes lineales



Fuentes lineales

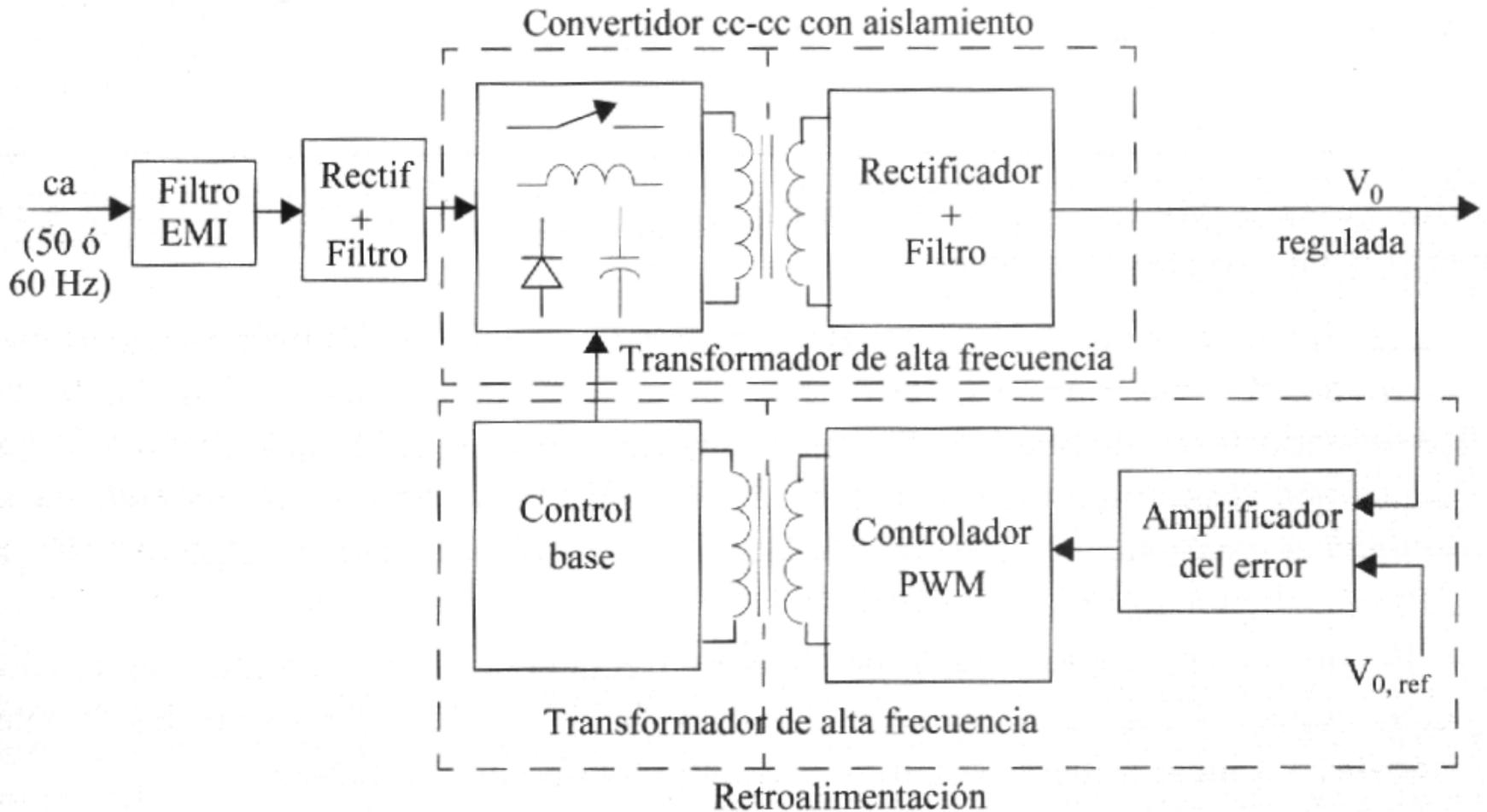
Ventajas:

- Simplicidad del circuito y menor coste.
- No producen interferencias electromagnéticas con otros equipos.
- Actualmente, las fuentes de alimentación lineales se suelen emplear en aplicaciones de baja potencia, menores a 25 W.

Inconvenientes:

- El montaje requiere un transformador de baja frecuencia (50/60 Hz), de gran tamaño y peso.
- El transistor funciona en su región activa, lo que origina un gran consumo de potencia y disminución significativa en la eficiencia de las fuentes lineales, que oscila en el margen del 30% al 60%.

Fuente conmutada: Diagrama de bloques



Fuentes conmutadas

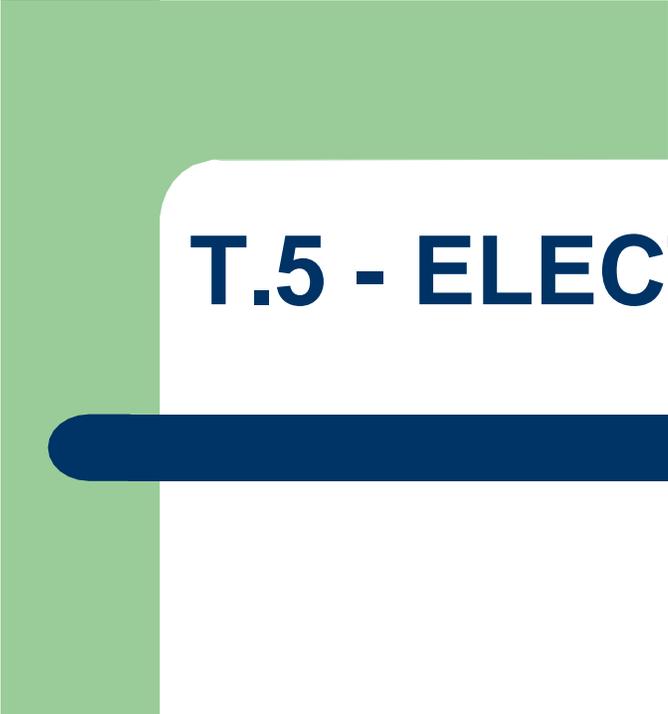
Principio de funcionamiento (I):

- Mayor complejidad que las fuentes lineales.
- La transformación entre diferentes niveles de tensión continua se lleva a cabo a través de convertidores DC-DC.
- Estos convertidores emplean semiconductores de potencia operando a modo de interruptores que, al no operar en su región activa, disipan mucha menos potencia.
- La tensión de red (50 ó 60 Hz), a través de:
 - Un filtro EMI (Electromagnetic Interface) para evitar las interferencias electromagnéticas introducidas por las conmutaciones de alta frecuencia.
 - Un rectificador de diodos, se transforma en una tensión continua no regulada.

Fuentes conmutadas

Principio de funcionamiento (II):

- Un convertidor DC-DC con aislamiento, que incluye un transformador de alta frecuencia de tamaño y peso reducido, consiguiendo un aislamiento galvánico entre la entrada y la salida.
- La tensión en el secundario del transformador se rectifica y se filtra, dando lugar a una tensión continua V_0 .
- Para regular esta tensión, se realimenta a través de un controlador que emplea la modulación PWM.
- El aislamiento en este bucle de realimentación puede llevarse a cabo a través de otro transformador.
- En muchas ocasiones, se requieren fuentes conmutadas con múltiples salidas, tanto positivas como negativas, que pueden aislarse unas de otras en función de la aplicación.



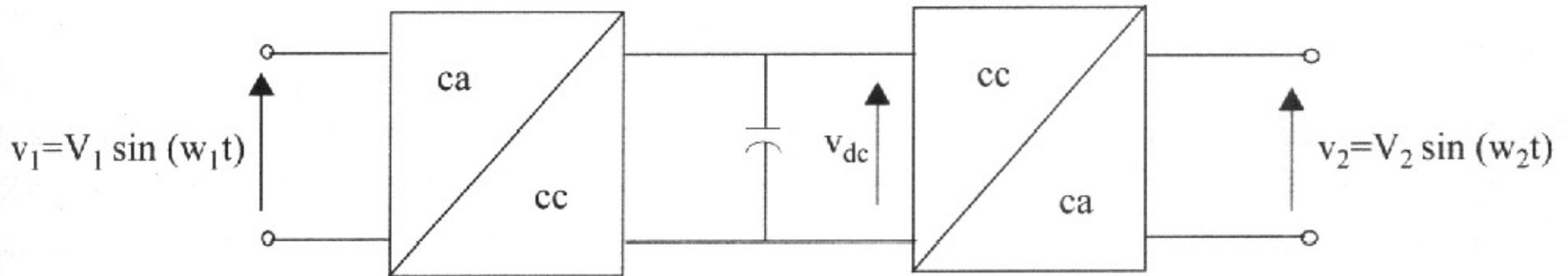
T.5 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA



5.5. VARIADORES DE FRECUENCIA

Variadores de frecuencia

- Dos tipos: convertidores en cascada y cicloconvertidores.
- Convertidores en cascada: Dos etapas convertidoras, pasando a DC. Es decir: AC-DC-AC

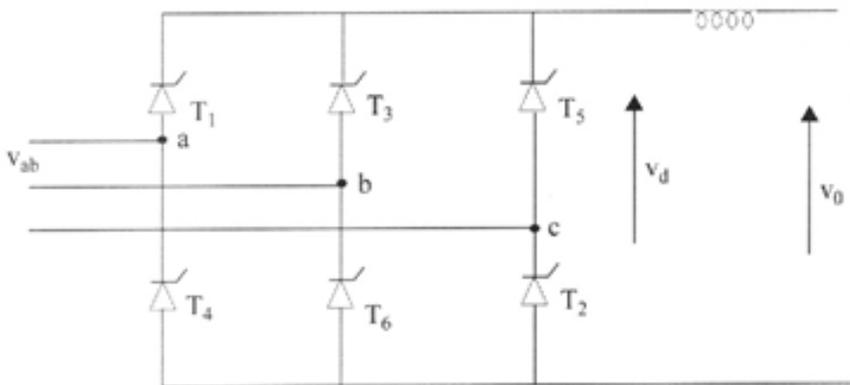


- Cicloconvertidores: Empleando sólo una etapa convertidora. La frecuencia de la tensión alterna de salida es una fracción de la alterna de entrada.

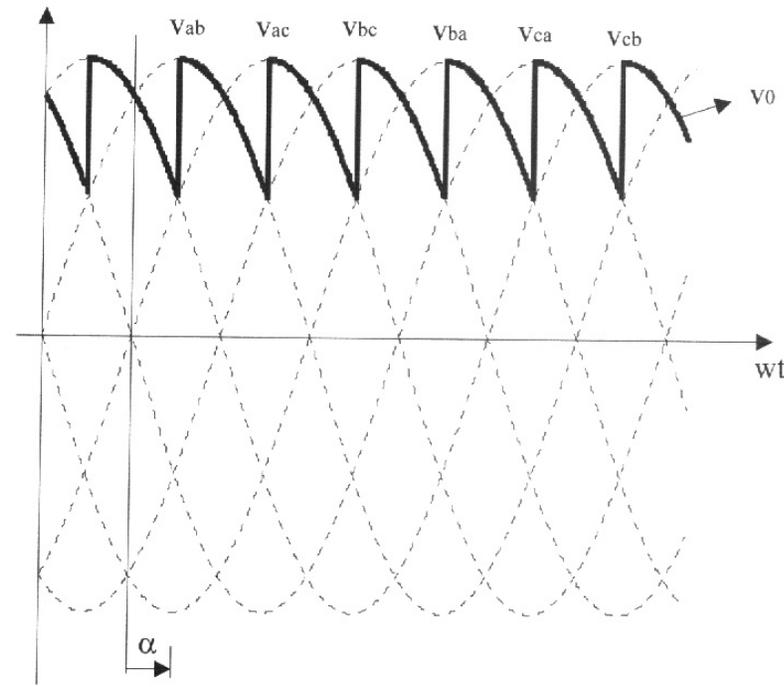
Variadores de frecuencia: Cicloconvertidores

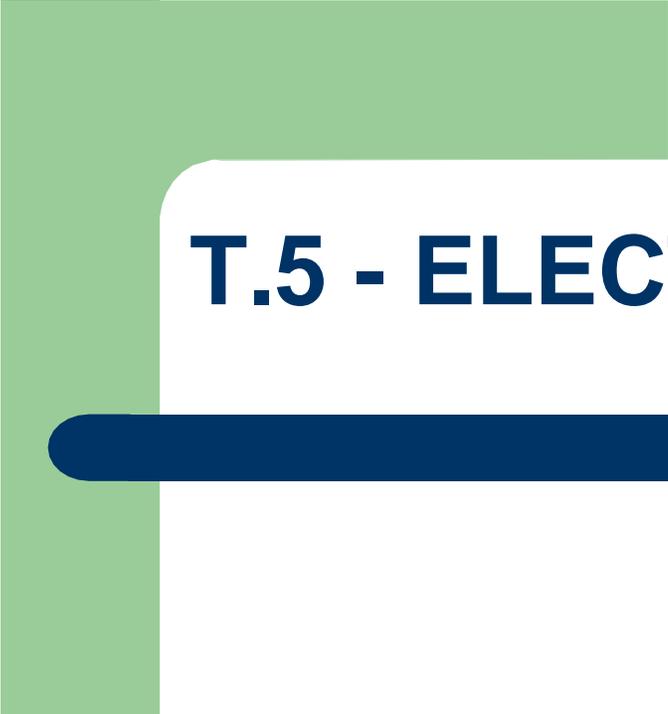
- Se utilizan en especial en aplicaciones de muy alta potencia
- Basan su funcionamiento en los convertidores controlados por fase, mediante tiristores y un filtro paso-bajo.

Convertidor controlado por fase de seis pulsos.



Forma de onda de la tensión de salida en un convertidor controlado por fase de seis pulsos para un α determinado.





T.5 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA



5.6. APLICACIONES EN ROBÓTICA

Aplicaciones de la Electrónica de Potencia

- La Electrónica de Potencia se basa en la conmutación de los dispositivos semiconductores de potencia.
- Entre las principales aplicaciones tenemos:
Control de iluminación



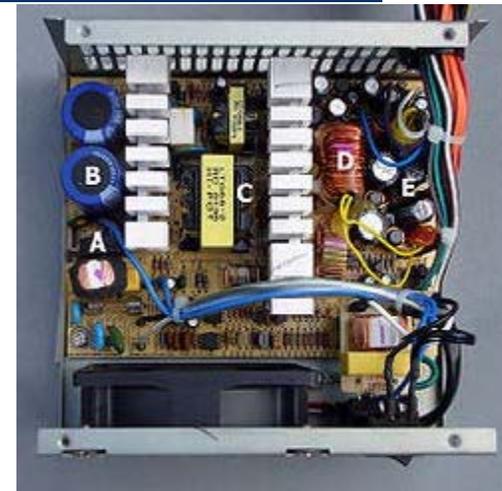
Aplicaciones (Cont.)

- Cargadores de baterías
- Control de motores

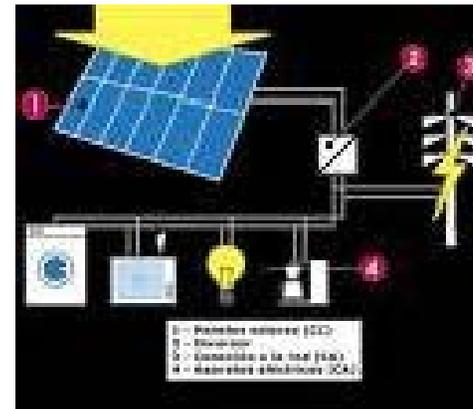


Aplicaciones (Cont.)

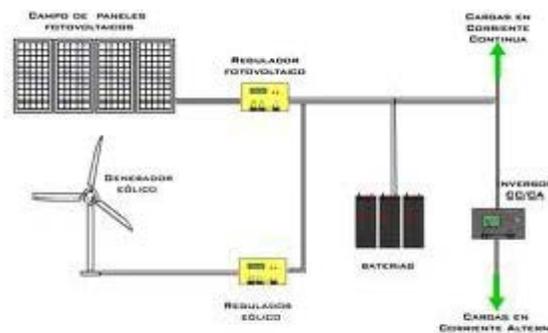
- Fuentes Conmutadas



- Inversores



Fuentes alternas de energía



Continúa en el T.6 – Baterías y células solares