

Conversores DC-DC: **Convertidores conmutados (Fuentes Switching).**

Un convertidor DC/DC es un sistema electrónico cuya misión es transformar una corriente continua en otra de igual carácter pero diferente valor. Se puede encontrar un símil en alterna con los transformadores y su relación de transformación.

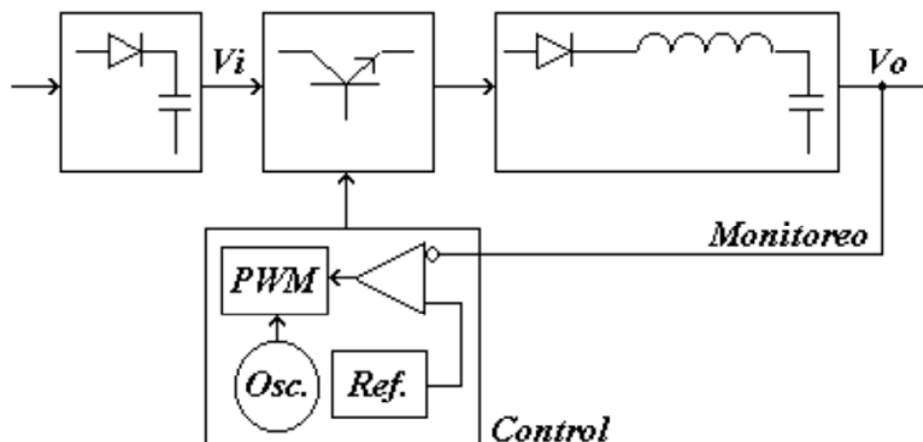
Existen dos métodos para realizar la conversión DC/DC:

- Los **convertidores lineales** basados en el uso de elementos reguladores que trabajan en su zona activa disipando energía.
- Los **convertidores conmutados** que se basan en el empleo de elementos que trabajan en conmutación (corte/saturación), regulando de esta forma el flujo de potencia hacia la salida del convertidor. Estos dispositivos semiconductores pueden ser, indistintamente, un transistor (BJT, MOSFET, IGBT) o un tiristor o GTO. El empleo de un dispositivo u otro dependerá de las características y necesidades de la aplicación a desarrollar.

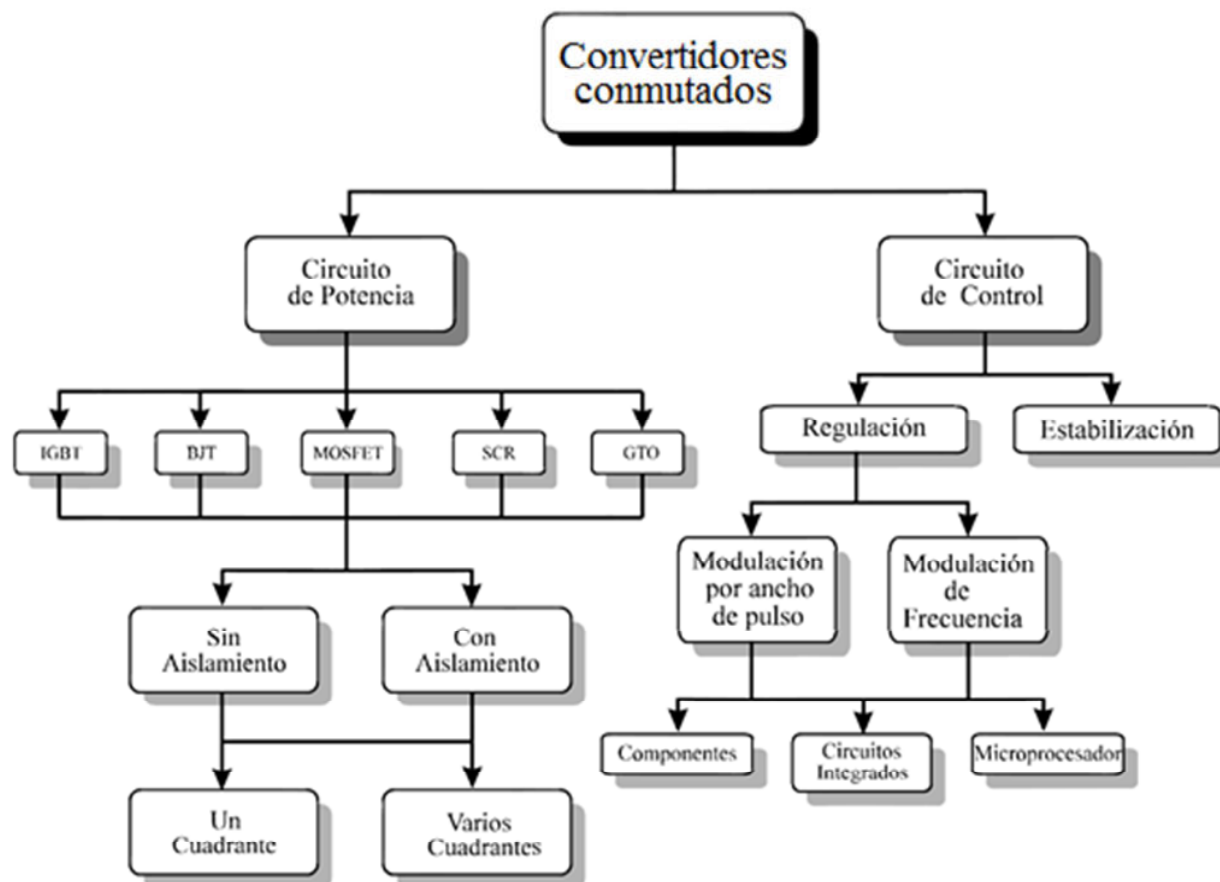
Los convertidores conmutados DC/DC se utilizan fundamentalmente en dos tipos de aplicaciones:

- **Fuentes de alimentación conmutadas**, en las que el regulador en vez de ser lineal es conmutado, consiguiéndose un importante aumento del rendimiento y una buena respuesta dinámica.
- **Alimentación de motores de corriente continua**, cuya regulación requiere tensiones continuas variables. Las potencias utilizadas en este caso son considerables en magnitud.

A continuación veremos un esquema general de un convertidor conmutado (también llamado chopper o troceador), en función de: la etapa entrada, el elemento semiconductor de potencia, la etapa de control (PWM), tipo de acoplamiento (lazo de realimentación) y el filtro de salida.



Existen muchas variantes de convertidores según los requerimientos de la aplicación. En este estudio inicial, nos enfocaremos en el diseño de los convertidores electrónicos de potencia sin aislamiento.



En el siguiente esquema se pueden observar las diferentes configuraciones que existen.



Convertidores conmutados sin aislamiento.

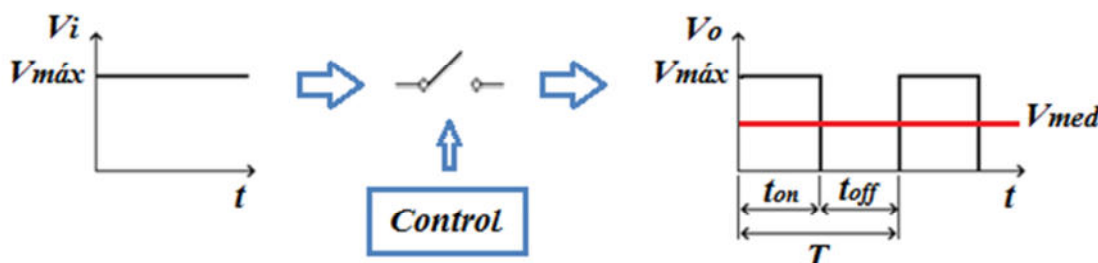
Las tres configuraciones principales:

Son varios los tipos de convertidores DC-DC existentes. Normalmente se clasifican en tres grupos: los que disminuyen la tensión a su salida (convertidor reductor), los que aumentan la tensión a su salida (convertidor elevador) y los que son capaces de realizar ambas funciones (convertidor inversor).

- **Convertidores reductores (Buck converter):** En esta configuración el voltaje que se obtiene a la salida es inferior a la aplicada en la entrada. En este caso la razón de transformación dada por $\frac{V_o}{V_i} < 1$ (es menor a la unidad).
- **Convertidores elevadores (Boost converter):** En esta configuración el voltaje que se obtiene a la salida es mayor a la aplicada en la entrada. En este caso, la razón de transformación dada por $\frac{V_o}{V_i} > 1$ (es mayor a la unidad).
- **Convertidores inversores (Buck-boost converter):** En esta configuración el voltaje que se obtiene a la salida está invertido con respecto a la entrada. En este caso, la razón de transformación puede ser mayor o menor a la unidad.

Funcionamiento básico:

El interruptor se abre y se cierra siguiendo una señal de periodo " T " denominada periodo del convertidor. El tiempo que el interruptor está cerrado se denomina tiempo de conducción " t_{on} ", y es este tiempo durante el cual la carga se encuentra conectada a la fuente primaria de energía. Por otro lado el tiempo que el interruptor permanece abierto, dejando aislada la carga, se llamará tiempo de bloqueo, " t_{off} ". La suma de t_{on} y t_{off} , da el periodo del convertidor (T).



Como podemos observar, el voltaje de salida no es constante, sino que está formado por pulsos de voltaje con magnitud $V_{máx}$ y una duración t_{on} .

El voltaje que se aplica a la carga es igual al voltaje promedio durante un periodo T :

$$V_o = \frac{V_{máx} \cdot t_{on} + 0 \cdot t_{off}}{T} = V_{máx} \cdot \frac{t_{on}}{T} =$$

$$V_o = V_{máx} \cdot \delta$$

Al cociente entre t_{on} y T se lo denomina **ciclo de trabajo, δ** .

Las conclusiones más destacadas son: La tensión media en la carga, V_{med} es directamente proporcional a la tensión aplicada a la entrada del convertidor. Variando δ se consigue que δ tome valores entre 0 y 1 , con lo que la señal de salida podrá variar entre 0 y $V_{m\acute{a}x}$. De esta manera se podrá controlar el flujo de energía a la carga.

De la expresión que define el ciclo de trabajo se podrá deducir que se presentan tres formas diferentes de modificar el ciclo de trabajo, y por lo tanto la tensión de salida.

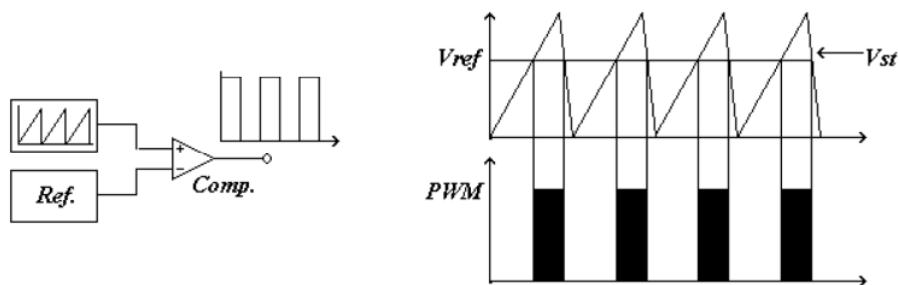
- Variando el tiempo de conducción t_{on} , al mismo tiempo que se mantiene T fijo. Llamado también **Modulación por Ancho de Pulso (PWM)** ya que la frecuencia de la señal del convertidor se mantiene constante mientras que no ocurre así con el ancho del pulso que define el tiempo de conducción del convertidor.
- Variando T y conservando t_{on} constante, denominado **Modulación de Frecuencia** ya que es la frecuencia del convertidor la que varía. El inconveniente más destacado de este método de control se encuentra en la generación indeseada de armónicos a frecuencias impredecibles, por lo que el diseño del filtro será de una complejidad, en algunos casos, excesiva.
- Modificando ambos, ancho de pulso y frecuencia.

La opción más utilizada es la variación de la duración del pulso activo utilizando un circuito **PWM** el cual nos permite manipular el elemento de control (**transistor**) de un regulador conmutado a frecuencias fijas de operación que están entre los **25 kHz** y **100kHz**.

El **circuito de control** que maneja al transistor también se encarga de regular el voltaje a la salida mediante su monitoreo (**realimentación**) y comparación con un voltaje de referencia. Cuando el voltaje a la salida decrece, el amplificador aumenta el t_{on} con lo cual el transistor permanece más tiempo encendido forzado a aumentar el voltaje de salida.

Como construir un PWM.

La operación de un **PWM** consiste en variar el ancho de pulso dentro de un periodo dado. Su principio de operación es el siguiente:



El voltaje diente de sierra se compara con un voltaje de referencia, cada vez que el voltaje del diente de sierra esté por arriba del valor del voltaje de referencia se producirá un pulso a la salida del comparador. Si varía el valor del voltaje de referencia, también se modificará el ancho de pulso de forma proporcional.