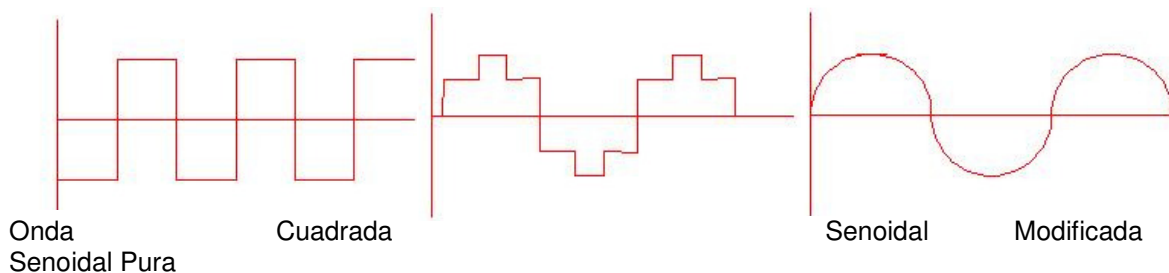


## Capítulo 6: Convertor / Oscilador / Inversor: función y tipos

**Función:** la mayoría de los receptores que se usan habitualmente, no están preparados para trabajar a 12 o 24V en corriente continua, que es la tensión y corriente a la que funciona el sistema. El convertidor de CC/CA o **inversor de corriente es un dispositivo electrónico que permite convertir la corriente continua de un voltaje determinado en corriente alterna de otro voltaje**, ya sea para aplicarla directamente sobre elementos de consumo o para verter a red. Los inversores se han de utilizar tanto en instalaciones conectadas a red como en muchas instalaciones aisladas.

Si el inversor es perfecto la forma de la señal de salida alterna debe ser una senoide, que en el caso de nuestro país debe tener una frecuencia de 50 Hz. Pero esto no siempre es así y en numerosas ocasiones nuestro inversor no genera una señal perfectamente sinusoidal. Existen tres tipos en función de las características de la corriente en su salida:

- De onda cuadrada: son los más baratos, sirven para instalaciones con receptores comunes (iluminación, electrodomésticos, Tv...), no son aptos para motores de inducción.
- De onda senoidal modificada: son más eficientes que los de onda cuadrada, pero más caros, simulan una onda senoidal pura pero no llega a serlo.
- De onda senoidal pura: tienen una electrónica más elaborada, consiguen una onda senoidal pura.



Para cargas de naturaleza resistiva, como lámparas resistencias de hornos, etc. la forma de la onda carece de importancia e incluso podemos utilizar corriente continua ó alterna indistintamente. En el caso de cargas inductivas, como motores, la forma de la onda de tensión es fundamental, ya que la máxima eficiencia en la rotación se produce cuando la alimentación es una onda sinusoidal de 50 hz. Si la señal es una senoide de mayor frecuencia, llamada armónico, no producirá la rotación del motor, pero causará pérdidas por calentamiento de los bobinados de cobre y del núcleo del motor, lo que lo puede dañar gravemente.

Así mismo, los inversores utilizados en instalaciones conectadas a la red eléctrica deben suministrarle una onda lo más sinusoidal posible, al igual que la de la propia red y que debe estar sincronizada con la señal de red, además de presentar su mismo valor de voltaje eficaz. En caso contrario se producirían enormes pérdidas de energía en el momento de verter la corriente eléctrica producida a la red. Este problema es el mismo en otras centrales eléctricas, pero en las instalaciones fotovoltaicas tienen una problemática mayor al partir de una producción de energía eléctrica continua.

### **Tipos de inversores. Según el método de generación de la onda:**

- **De pulso único por semiciclo o estáticos.** Son los más sencillos y en ellos se genera una onda cuadrada de la frecuencia deseada a la salida, cuya amplitud se controla para regular el

valor eficaz del voltaje a generar. Una señal cuadrada puede convertirse en sinusoidal mediante filtros de potencia, aunque en los inversores monofásicos el coste del filtro es casi el mismo que el del inversor. En los inversores trifásicos, de los que luego hablaremos, el coste del filtro es considerablemente mucho menor que el del inversor.

- **De pulso múltiple.** En ellos se genera serie sucesiva de pulsos de igual voltaje pero de duración variable, cuya suma establece el valor del voltaje requerido en cada zona de la sinusoide deseada, para nuestra corriente alterna. Este sistema produce generalmente armónicos indeseados, lo que implica, para el filtrado de los armónicos más próximos al fundamental, del uso de condensadores y bobinas que reducirán el rendimiento del sistema, así como dispositivos de conexión desconexión de los mismos. Aumentando la frecuencia de los pulsos conseguimos armónicos más alejados de la frecuencia principal, que son más fáciles de filtrar y con menos pérdidas de potencia.

#### **Tipos de inversores. Según su funcionamiento ideal:**

- **Inversores como fuente de corriente,** en ellos fijamos la corriente y esta se mantiene constante aunque varíe la carga. Este tipo de inversores tiene una fuerte dependencia de la carga para funcionar correctamente y necesitan la presencia de una carga mínima. Tienen la ventaja de que pueden soportar cortocircuitos a la salida o unas demandas puntuales muy altas para el arranque de un motor sin sufrir daños en sus componentes.

- **Inversores como fuente de tensión,** en ellos fijamos la tensión y esta se mantiene constante aunque varíe la carga. Este tipo de inversores no tiene dependencia de la carga para funcionar correctamente. Es necesario protegerlos contra los cortocircuitos.

#### **Tipos de inversores. Según el tipo de corriente que suministran:**

- Inversores de corriente monofásica. Utilizados fundamentalmente en instalaciones aisladas donde no se utilizan máquinas de gran potencia.

- Inversores de corriente trifásica. Utilizados en instalaciones conectadas a red de potencia media y grande y en instalaciones aisladas que utilicen máquinas de cierta potencia.

Los inversores, además de proporcionarnos una frecuencia de voltaje correcta, deben de regular el valor de la tensión de salida, para que coincida con determinados valores de trabajo estándar. Esto se consigue de varias formas:

- Regulando la tensión antes del inversor mediante un convertidor CC/CC adecuado, anterior al inversor.

- Regulando la tensión dentro del propio inversor mediante su sistema de control, que puede ser similar a un convertidor CC/CC o variando el ángulo de fase entre voltaje e intensidad.

- Regulando el ancho de los pulsos, sistema que se denomina de modulación de ancho de pulso (PWM).

- Regulando a la salida del inversor mediante un auto-transformador variable, que ajusta el voltaje de salida en alterna.

#### **Conceptos básicos.**

**Voltaje eficaz:** El voltaje eficaz es la diferencia de potencial promedio entre el polo activo y el polo neutro, a la salida del inversor, independientemente del signo de la diferencia de potencial. Se indica por las siglas VRMS.

**Potencia nominal:** Potencia nominal (VA). Potencia máxima, especificada por el fabricante, que el inversor es capaz de entregar de forma continua. Esta potencia nominal considera el voltaje y corriente suministrados, pero no considera el desfase que puede haber entre ellos.

**Potencia activa:** Es la potencia (W) real que suministra el inversor, teniendo en cuenta el desfase entre tensión y corriente.

**Factor de potencia:** El factor de potencia es el cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor. Su valor es como máximo 1, en el caso de que no se produzcan pérdidas por corriente reactiva, este es el caso ideal en el que el inversor suministra la corriente en las mejores condiciones posibles. El Factor de potencia, también es conocido como Coseno de phi ( $\cos \phi$ ), que cuantifica el desfase entre las ondas de tensión y de corriente inyectadas en la Red.

**Autoconsumo del inversor:** El autoconsumo del inversor, en condiciones normales de operación es la potencia es el tanto por ciento de potencia consumida comparada con la potencia nominal de salida.

**Capacidad de sobrecarga:** La capacidad de sobrecarga es la posibilidad que puede tener el inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos periodos de tiempo.

### **Inversores para instalaciones aisladas.**

- El sistema debe funcionar autónomamente. En ellas el inversor debe ser auto-conmutado y puede ser monofásico o trifásico, dependiendo de las cargas que se prevean conectar a él.
- Se recomienda el uso de inversores de onda sinusoidal, aunque se permitirá el uso de inversores de onda no sinusoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran.
- El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema. La regulación del inversor debe asegurar que la tensión de salida esté en el margen de +15% / -10% del voltaje nominal (VNOM) en cualquier condición de operación.
- El inversor debe arrancar y operar cualquier carga, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Operación sin batería.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor, en condiciones normales de operación (es decir, generando la onda de tensión en vacío) será menor o igual al 2% de la potencia nominal de salida.

### **Inversores para instalaciones conectadas a la red.**

Tendrá una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico. Características básicas:

- Principio de funcionamiento: Fuente de corriente.
- Tipo auto-conmutado.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionará en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y compatibilidad electromagnética (Ambas serán certificadas por el fabricante) incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.

- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

El inversor no deberá entregar energía a una línea sin protecciones y debe ser capaz de desconectarse automáticamente cuando aparezca un fallo, tanto en él como en la red.

### **Rendimiento de los inversores.**

El rendimiento del inversor es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada al inversor. Para que este rendimiento sea real hay que considerar como parte del inversor los sistemas de filtrado, protecciones y transformadores auxiliares.

En las condiciones más óptimas y trabajando a plena carga, los inversores pueden alcanzar rendimientos entre el 90 y el 95%, incluyendo aquí todos los elementos auxiliares como filtros y demás. Las pérdidas se producen en:

- El proceso de conmutación, para producir la onda sinusoidal o similar.
- Los elementos adicionales necesarios para obtener una onda de unas características de frecuencia y tensión adecuadas como transformadores, filtros, condensadores etc.
- Los inversores, cuando actúan como fuente de tensión, tienen un rendimiento mayor a plena carga que cuando trabajan en otras condiciones.
- El rendimiento de un inversor es mayor cuando la tensión continua de entrada crece.

Es recomendable que la potencia del generador y sea 1,2 veces la potencia nominal del inversor, de esta manera el inversor funcionará en la mayoría de los casos por encima del 90% de su potencia nominal.

### **Protecciones de los inversores.**

Los inversores son equipos electrónicos de un coste considerable, que deben estar dotados de las protecciones adecuadas que garanticen su correcto funcionamiento y su vida útil.

Todos los inversores, tanto los conectados a red como los aislados deben de disponer:

- Sistema que desconecte por la noche el inversor o cuando no haya condiciones suficientes de operación.
- Sistema que detecte e interrumpa el funcionamiento cuando existan faltas de aislamiento en continua o en alterna.
- Sistema que produzca la parada del inversor cuando se sobrecaliente.
- Sistema que proteja frente a descargas eléctricas tanto en la parte de continua como en la de alterna, normalmente mediante varistores.
- En los casos de sobrecarga debido a una sobretensión, procedente del generador, el inversor se debe adaptar limitando la corriente absorbida. Esta protección debe ser establecida en el diseño del inversor.
- En los casos de sobrecarga debido a un incremento de la demanda de corriente eléctrica o a un cortocircuito, el inversor debe disponer de fusibles a su salida que le protejan. Estos fusibles estarán calculados para que el inversor funcione adecuadamente dentro de sus parámetros nominales.
- Los inversores deben ir equipados de filtros que eliminen los armónicos que producen emisiones de radiofrecuencia que pueden interferir con las frecuencias utilizadas en los equipos de telecomunicaciones como radio, televisión o teléfono.

- En los casos de conexión a la red eléctrica, el inversor debe ir equipado con las siguientes protecciones:
  - Es necesario aislar el inversor de la red, normalmente esto se hace mediante un transformador situado entre la red y el inversor.
  - Es necesario utilizar protecciones que interrumpan el funcionamiento del inversor en el caso de que este comience a verter corriente continua a la red, producido por algún fallo interno, para evitar problemas en la red.
  - El inversor debe de ir equipado con un sistema que solo permita su conexión a la red y al generador cuando detecte que este suministra suficiente potencia como para poder conectarse a la red satisfactoriamente.
  - Sistema de medida de las condiciones de la red, como tensión de línea y frecuencia, para interrumpir la conexión en caso de que las condiciones no sean las apropiadas.
  - Sistema de control que detecte el funcionamiento incorrecto de una fase y desconecte el inversor en caso de producirse.