



# Equipo de FA para Principiantes (Inversores)

Esta es una visión general rápida de los Inversores para principiantes.

## **Introducción** Propósito del Curso

Este es un curso introductorio diseñado para proporcionar a los principiantes que sean nuevos con los Inversores una oportunidad para aprender las bases de los Inversores.

## Introducción Estructura del Curso



Los capítulos de este curso se componen de la siguiente manera.  
Recomendamos que inicie con el Capítulo 1.

### Capítulo 1 - ¿Qué son los Inversores?

Aprenda sobre las bases de los Inversores, incluyendo: rol, aplicaciones prácticas, estructuras, ventajas.

### Prueba Final

Calificación para aprobar: 60% o superior.

## Introducción **Cómo usar esta Herramienta de e-Learning**

Ir a la página siguiente		Ir a la página siguiente.
Regresar a la página anterior		Regresar a la página anterior.
Ir a la página deseada		Se visualizará el "Índice", lo que le permitirá navegar a la página deseada.
Salir del aprendizaje		Salir del aprendizaje. El aprendizaje y las ventanas como la pantalla de "Contenidos" se cerrarán.

## Introducción Precauciones de Uso

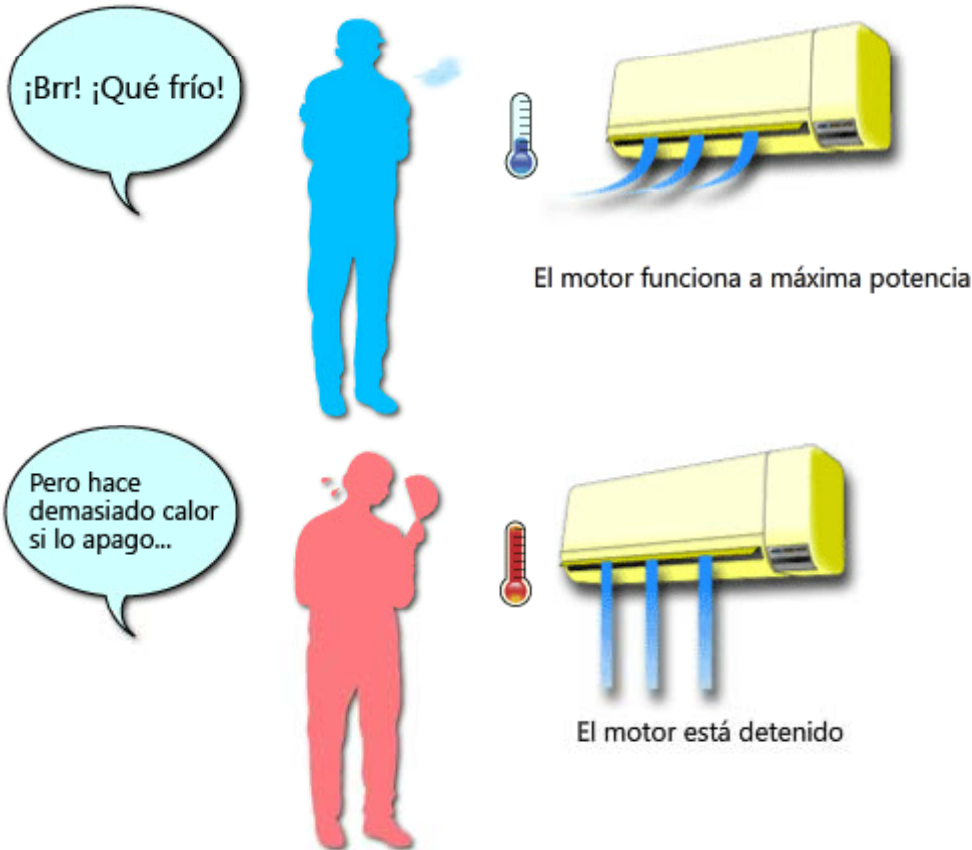
### Precauciones de Seguridad

Antes de usar el hardware físico, lea las Precauciones de Seguridad en los manuales correspondientes y siga la información de seguridad relevante contenida en ellos.

## Capítulo 1 ¿Qué es un Inversor?

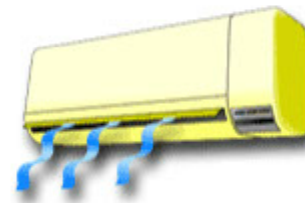
### 1.1 El Rol de un Inversor

Han surgido más y más productos electrónicos comerciales en los últimos años que usan la palabra "inversor" en su nombre. Por ejemplo, la mayoría de los acondicionadores de aire actualmente son "acondicionadores de aire inversores". Los acondicionadores de aire sirven para ajustar la temperatura al usar el poder de un motor para circular un refrigerante. Sin embargo, un acondicionador de aire podría no ser considerado como algo muy útil si, por ejemplo, las únicas dos configuraciones disponibles son utilizarlo a máxima potencia o apagarlo completamente.



**1.1****El Rol de un Inversor**

Puede configurar un aire acondicionado a una temperatura deseada si tiene la posibilidad de controlar flexiblemente la velocidad a la que gira el motor.



Si puedo cambiar libremente la velocidad a la que gira el motor

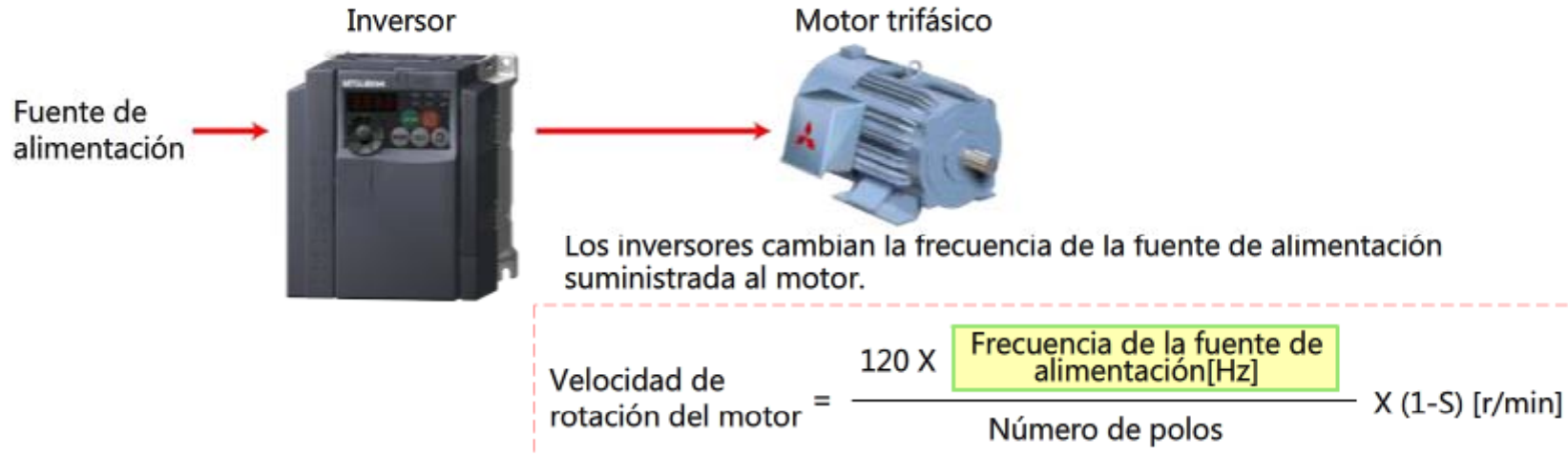
En resumen, un inversor utilizado en este tipo de situaciones es un dispositivo que le permite cambiar libre, continua y eficientemente la velocidad de rotación de un motor.

## 1.1

## El Rol de un Inversor

Para inversores de uso industrial, el tipo de motor comúnmente utilizado es un motor de jaula de ardilla (de inducción) trifásico. (A continuación, este tipo de motor será llamado motor trifásico o simplemente motor, para hacer las cosas más simples.)

[Visión General de los Inversores]



Velocidad de rotación sincrónica ( $N_0$ )	$N_0 = (120 \times \text{Frecuencia de fuente de alimentación}) / \text{Número de polos}$
Número de polos	Determinado por la configuración del motor. Ej.) 4P es usado para indicar un motor de 4 polos.
Deslizamiento (S)	Durante una operación nominal, S normalmente está alrededor de 0.03 a 0.05. Cuando el motor se detiene, S es equivalente a 1.

La velocidad de rotación de un motor es normalmente determinada por la frecuencia de la fuente de alimentación transmitida al motor mismo y el número de polos que el motor tiene.

El número de polos que tiene un motor no puede ser cambiado flexible o continuamente.

Por otra parte, aunque la frecuencia de fuente de alimentación suministrada por una compañía de servicios públicos está fijada (ya sea a 50 Hz o a 60 Hz para Japón), aún debe ser capaz de cambiar libremente la velocidad de rotación del motor si puede idear una forma de ajustar libremente la frecuencia transmitida al motor.

Un inversor es un dispositivo construido con este objetivo en mente para poder ajustar libremente la frecuencia.



## 1.1

## El Rol de un Inversor



[Características Básicas de un Motor (de Jaula de Ardilla de Inducción)]

Conocer las características del motor (de jaula de ardilla de inducción) que necesita controlar es extremadamente importante para poder utilizar un inversor en forma adecuada.

Hemos incluido una visión general de las características básicas de los inversores a continuación para ayudarle a entender mejor lo que hacen los inversores.

### (1) Características de Velocidad de rotación--Par de torsión/Corriente

Las características básicas de un motor (de jaula de ardilla de inducción) incluyen las características de velocidad de rotación-par de torsión de salida y las características de velocidad de rotación-corriente.

El par de torsión del motor y la corriente cambian, como se muestra en el diagrama a continuación, después de que la fuente de alimentación es encendida y mientras el motor arranca → es acelerado → y alcanza cierta velocidad.

La corriente es más alta cuando el motor arranca y comienza a disminuir a medida que la velocidad de rotación se incrementa. El par de torsión se incrementa a medida que la velocidad de rotación se incrementa, pero comienza a disminuir una vez que la velocidad de rotación ha excedido un valor determinado. La operación a velocidad normal comienza cuando el par de torsión de carga y el par de torsión generado por el motor son iguales.

## 1.1

## El Rol de un Inversor



## (2) Velocidad de rotación del motor

La velocidad de rotación del motor es determinada no sólo por el par de torsión de carga sino también por el número de polos en el motor y la frecuencia de fuente de alimentación aplicada.

Poner esto en la forma de una ecuación genera la expresión mostrada a continuación.

$$\text{Velocidad de rotación del motor} = \frac{120 \times \text{Frecuencia } f \text{ [Hz]}}{\text{Número de polos}} \times (1-S) \text{ [r/min]}$$

→ Velocidad de rotación sincrónica
→ Deslizamiento

## (3) Par de torsión nominal del motor

El par de torsión se define como una medida de la fuerza generada que causa que el motor gire.

La unidad estándar para la fuerza por movimiento lineal es el newton, con el símbolo N. Sin embargo, como un motor gira en un eje, la fuerza generada no es por un movimiento lineal sino por un movimiento de rotación, el par de torsión, el cual es expresado en unidades de newton-metros, N•m.

El par de torsión nominal del motor puede ser calculado usando la fórmula mostrada a continuación.

$$\text{Par de torsión nominal } T_m = 9550 \times \frac{\text{Salida nominal del motor } P \text{ [kW]}}{\text{Velocidad nominal de rotación } N \text{ [r/min]}} \text{ [N}\cdot\text{m]}$$

**1.1****El Rol de un Inversor****(4) Deslizamiento**

Cuando una carga es aplicada, la velocidad de rotación del motor cambia de (se reduce para ser menor que) la velocidad de rotación sincrónica.

El deslizamiento se refiere a la cantidad de cambio en la velocidad de rotación del motor con respecto a la velocidad de rotación sincrónica.

$$\text{Deslizamiento } S = \frac{\text{Frecuencia de rotación sincrónica Núm} - \text{Velocidad de rotación } N}{\text{Velocidad de rotación sincrónica Núm}} \times 100 \text{ [\%]}$$

- El deslizamiento está al 100% al inicio (cuando la velocidad de rotación es 0). (el deslizamiento es normalmente expresado como Deslizamiento 1.)  
El deslizamiento es en gran porcentaje como la frecuencia es lentamente incrementada con el inversor (lo que también se refiere a la frecuencia de inicio).
- El deslizamiento se encuentra normalmente entre el 3% y el 5% mientras el motor esté operando con un par de torsión normal.  
El deslizamiento se incrementa a medida que se incrementa el par de torsión (sobrecarga), causando que la corriente del motor también se incremente.
- El deslizamiento se vuelve negativo cuando la velocidad de rotación excede la velocidad de rotación sincrónica ( $N > N_0$ ).

## 1.2

# Aplicaciones Prácticas de los Inversores

Los inversores también son usados en aplicaciones eléctricas comunes y otro equipo tal como los acondicionadores de aire comerciales. Aquí, presentaremos ejemplos de inversores usados principalmente en aplicaciones industriales.

1. Control del ventilador y la bomba (volumen del flujo de aire, velocidad del flujo)
2. Control de transporte (transportador)
3. Control de procesamiento de red
4. Control de procesamiento de alimentos
5. Control de herramienta de máquina

Conocer las características de la carga es extremadamente importante para poder utilizar un inversor en forma adecuada. Esto es porque enfocarse en las características de carga al formar un método de control optimizado para el sistema en uso específico le permitirá recortar dramáticamente el uso de energía, mejorar las características de procesamiento y experimentar otros beneficios. Las características de carga típicas son mostradas en el diagrama a continuación.

Tipo	Carga bajo par de torsión disminuido	Características de carga bajo par de torsión constante	Características de carga bajo salida constante
Características	<p>Par de torsión ↑ Salida ↑</p> <p>Frecuencia (velocidad de rotación) →</p>	<p>Par de torsión ↑ Salida ↑</p> <p>Frecuencia (velocidad de rotación) →</p>	<p>Par de torsión ↑ Salida ↑</p> <p>Frecuencia (velocidad de rotación) →</p>
Característica	<p>Una carga que requiere un par de torsión que es casi directamente proporcional al cuadrado de la velocidad de rotación. La cantidad de energía dinámica requerida es aproximadamente directamente proporcional al cubo de la velocidad de rotación.</p>	<p>Una carga que requiere un par de torsión casi constante que sea independiente de la velocidad de rotación. La energía dinámica requerida disminuye directamente proporcionalmente a la disminución en la velocidad de rotación. (Transportador, rectificadora y otro equipo)</p>	<p>Una carga que requiere un par de torsión que sea inversamente proporcional al número de vueltas de un motor. (Eje principal de las herramientas de la máquina y otras secciones)</p>

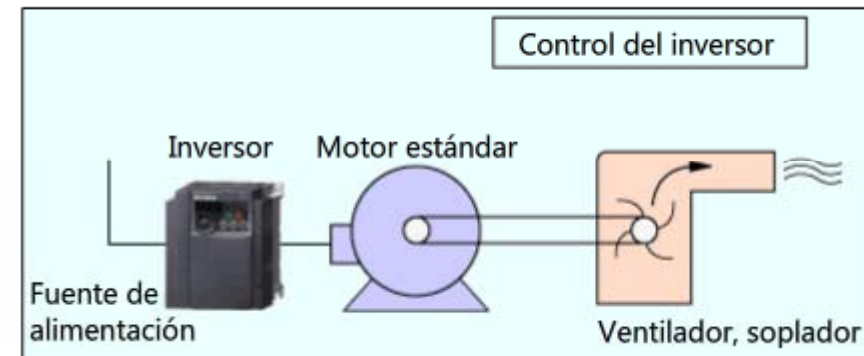
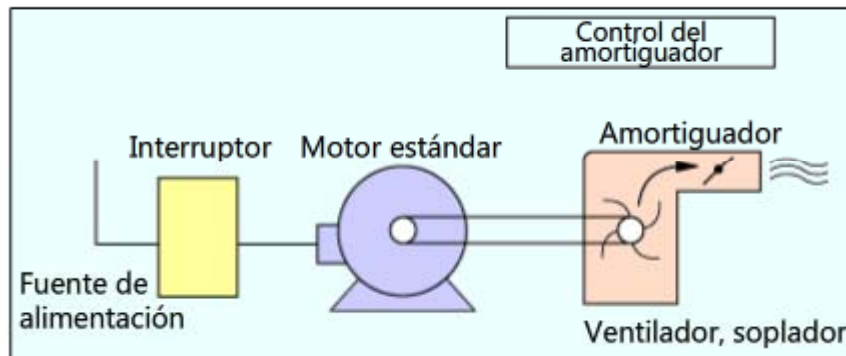
## 1.2

## Aplicaciones Prácticas de los Inversores



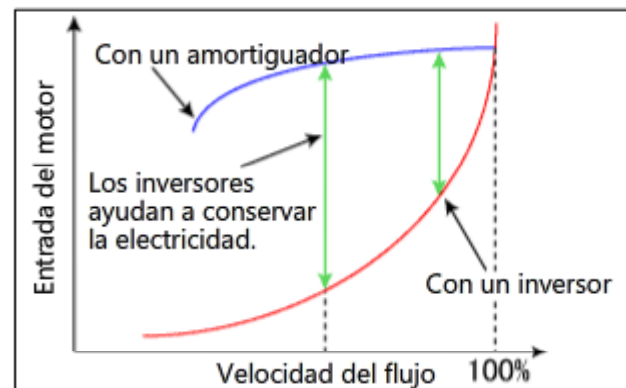
[Control del ventilador y la bomba (volumen del flujo de aire, velocidad del flujo)]

Anteriormente, era común ajustar el volumen del flujo de aire y la velocidad del flujo usando un amortiguador o una válvula en los casos en que una fuente de alimentación comercial era utilizada para arrancar el ventilador y la bomba. Frecuentemente en esos casos es difícil reducir la cantidad de energía usada por el motor aún reduciendo el volumen del flujo de aire o la velocidad del flujo.



Para la conducción del ventilador y la bomba, el par de torsión de rotación es proporcional al cuadrado del número de revoluciones por minuto y la cantidad de energía usada al cubo del número de revoluciones por minuto.

El uso del control del inversor permite que el uso de energía sea recortado en forma dramática, particularmente en regiones de rotación a baja velocidad.



Como se muestra, un inversor es un dispositivo común de ahorro de energía usado para el control del ventilador y la bomba.

## 1.2

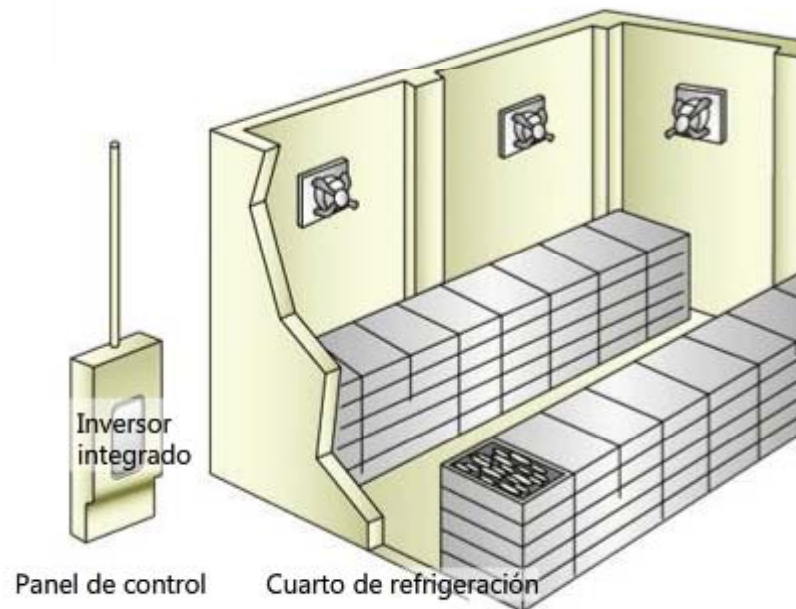
## Aplicaciones Prácticas de los Inversores



Dispositivo de ventilación:

**Razones para usa  
los inversores**

- Puede obtener un control de temperatura más preciso y ahorrar energía al unir tres dispositivos de ventilación en un solo inversor en serie y usar el inversor para activar los ventiladores y controlar sus velocidades de rotación.



## 1.2

## Aplicaciones Prácticas de los Inversores

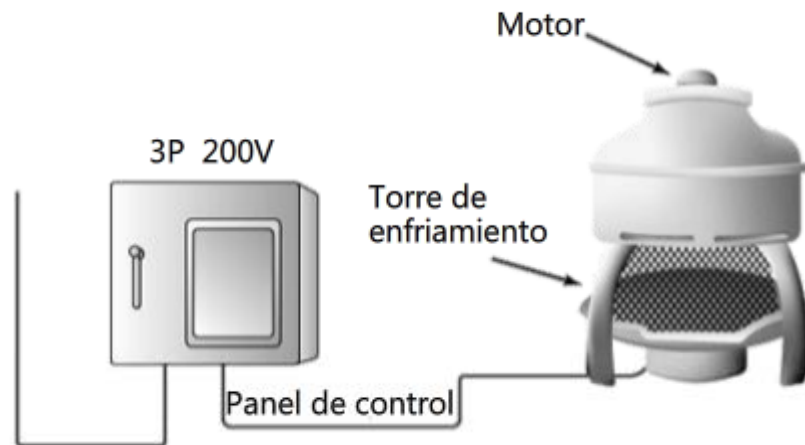


Torre de enfriamiento:

**Razones para usar los inversores**

- Pueden ser usados para controlar la temperatura usando un sensor de temperatura. Esto ayudará a recortar el uso de energía.
- Pueden ser configurados para funcionar en modo automático.
- Pueden funcionar en modo silencioso al ajustar el volumen del flujo de aire. (Control de velocidad para operación nocturna)

\*PRECAUCIÓN: Asegúrese de instalar los inversores en interiores.



## 1.2

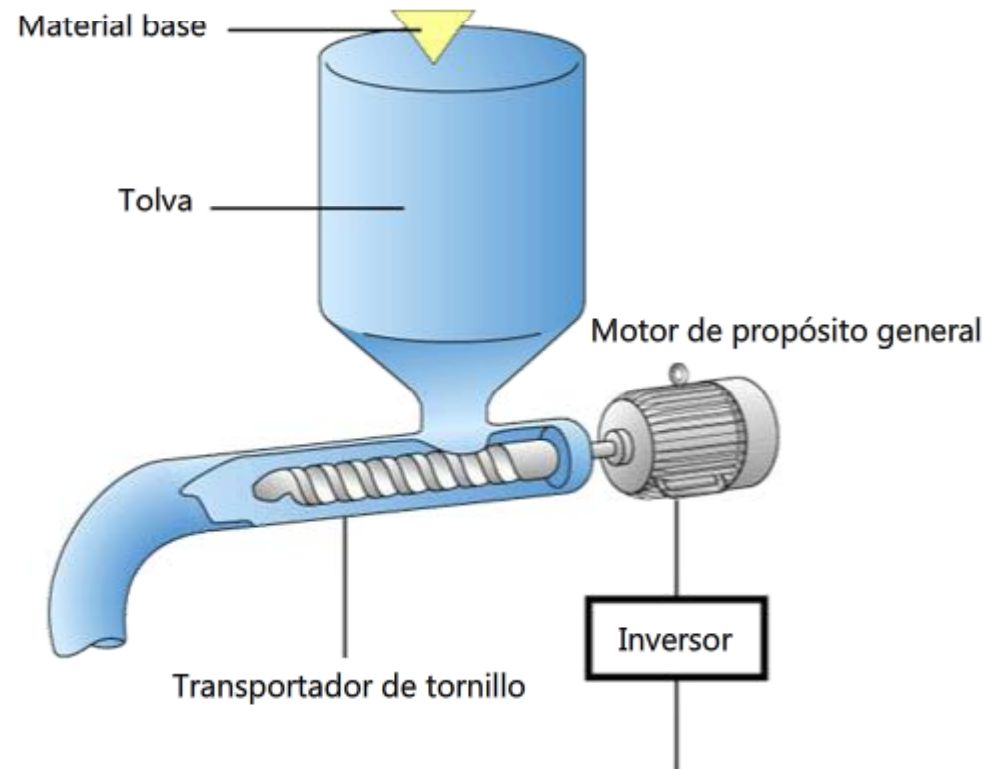
## Aplicaciones Prácticas de los Inversores



Transportador de tornillo:

**Razones para usa los inversores**

- Le permiten ajustar la cantidad de alimentación de material base en el dispositivo con una simple perilla.
- Le permiten ajustar la velocidad de rotación del transportador de tornillo y la cantidad de alimentación de material base en el dispositivo para la cantidad adecuada.
- Pueden ser usados con motores de uso externo y propósito general así como con otras partes estándar.





## 1.2

## Aplicaciones Prácticas de los Inversores



[Control de transporte (transportador)]

Los dispositivos de transporte son elementos indispensables en diversos campos actuales, a medida que las industrias se vuelven más sofisticadas y automatizadas.

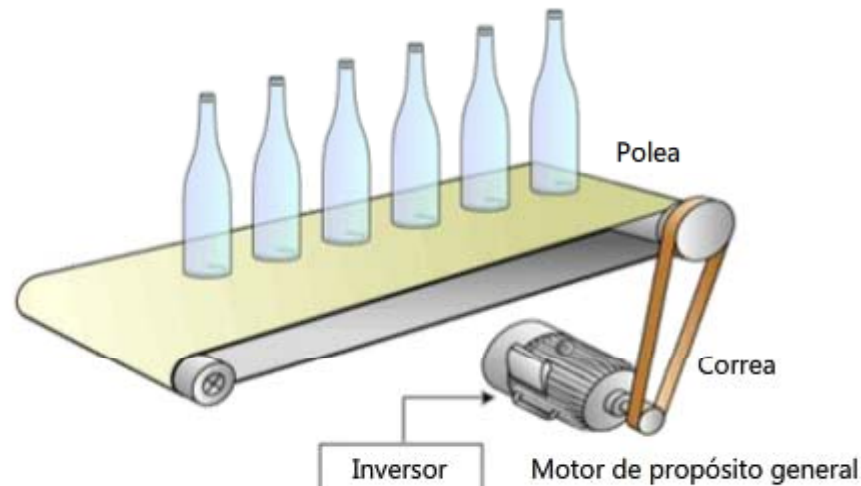
Algunas de las ventajas de usar los inversores con dispositivos en este campo incluyen las siguientes:

- Permiten que los dispositivos se simplifiquen y sean más compactos.
- Hacen más fácil establecer las configuraciones de velocidad sin necesidad de un sistema mecánico.
- Trabajan para prevenir que las cargas se colapsen debido a impactos por inicios lentos o paradas lentas.
- Pueden ser usados en el control de posición hasta cierto punto.

Transportador de correa:

Razones para usa  
los inversores

- Pueden ser usados como iniciadores suaves o para paradas suaves de un transportador para evitar que las botellas de vidrio llenadas con líquido que están siendo transportadas con un transportador se vuelquen y se rompan o que se derrame su contenido.
- Pueden ser usados para mejorar la eficiencia operativa usando cambios en la velocidad cuando el tipo de botella de vidrio cambia.
- Pueden ser usados en distintos entornos de uso para coincidir con el tipo de motor, si es resistente al agua, a la oxidación, para exteriores, etc.



## 1.2

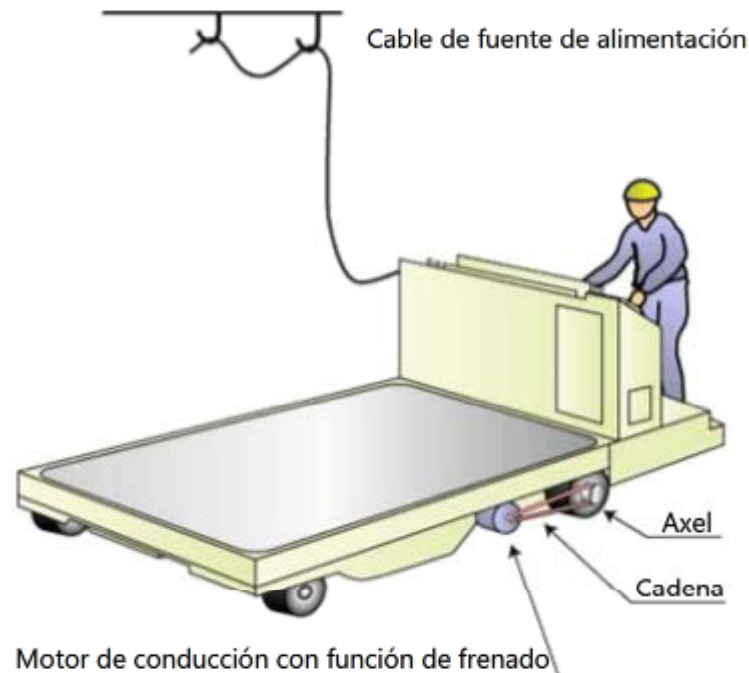
## Aplicaciones Prácticas de los Inversores



Conducción del transporte:

Razones para usar los inversores

- Pueden ser usados para mejorar la eficiencia operativa al ajustar la velocidad de transporte a la velocidad óptima con base en las condiciones operativas.
- Pueden ser usados para incrementar o disminuir la velocidad para reducir el impacto de los choques en la maquinaria o proteger a la maquinaria de los choques.
- Permiten que el par de torsión de frenado regenerativo sea usado con inversores equipados con funciones de frenado.  
Un convertidor regenerativo para fuente de alimentación puede ser utilizado para generar energía de control para enviar energía regenerativa de regreso a la fuente de alimentación si una función de frenado mayor se vuelve necesaria.
- Pueden ser utilizados en interiores, ya que no liberan gases de escape.



## 1.2

## Aplicaciones Prácticas de los Inversores



[Control de procesamiento de red]

La red a la que nos referimos aquí es un producto que consta de grandes hojas de papel, cinta, goma, trapo u otros materiales disponibles en rollos.

El material está bobinando en un rollo como una hoja alargada que continúa desde el comienzo del rollo hasta el final.

La hoja necesita ser procesada para ajustar la tensión en el material a medida que la hoja es avanzada o rebobinada.

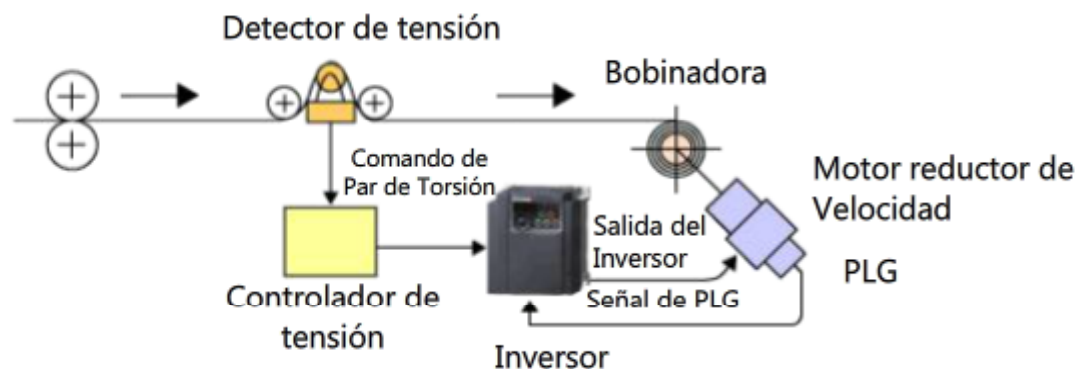
El producto se extiende desde el comienzo del rollo hasta el final. Un ejemplo con el rollo es mostrado a continuación.

Este tipo de control es necesario para su uso en otros campos tales como el bobinado de las líneas eléctricas y los cables de fibra óptica.

Bobinado de material de red:

### Razones para usa los inversores

- Pueden ser usados para detectar la tensión actual en un material de hoja para permitir que el material sea bobinado en rollos con una tensión óptima.
- Pueden ser usados para mitigar los efectos de las variaciones en el material de hoja mismo debido a la temperatura y la humedad y por los cambios en el par de torsión de la maquinaria.
- Los inversores y los servos de vector pueden ser usados para controlar el par de torsión. Sin embargo, los inversores de vector son más fáciles de usar en los casos en que la aceleración es de alguna manera gradual en lugar de repentina y la inercia de carga es alta y la maquinaria debe funcionar continuamente.



## 1.2

## Aplicaciones Prácticas de los Inversores



[Control de procesamiento de alimentos]

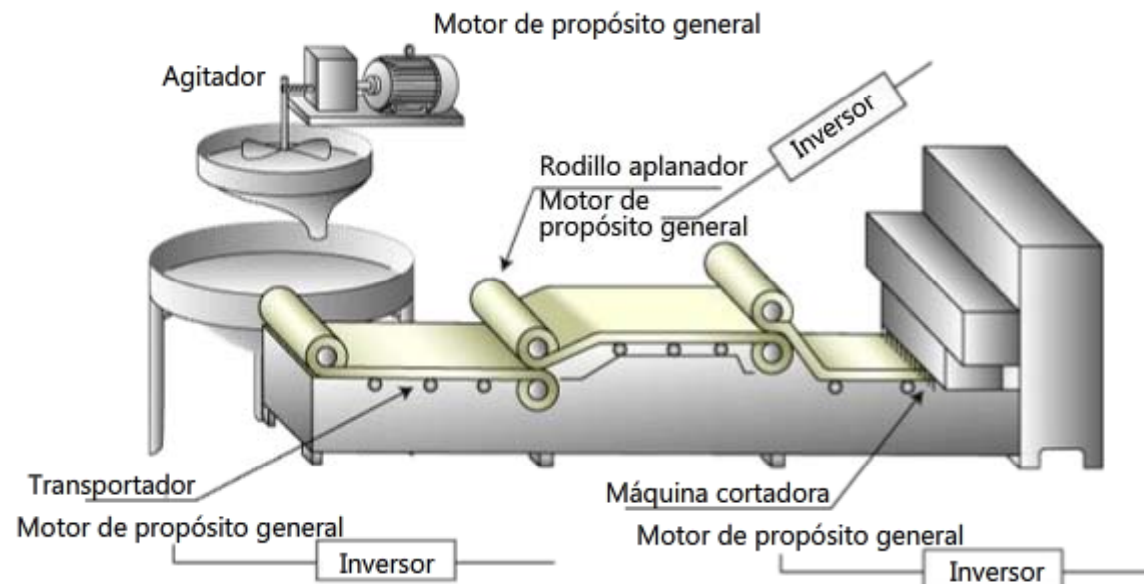
Existe una demanda incrementada de una mayor sofisticación en la fabricación de productos alimentarios así como de métodos de procesamiento de alimentos de mayor calidad y más seguros.

Los inversores están siendo cada vez más utilizados también en el procesamiento de alimentos debido a esta situación.

Máquina para hacer fideos:

Razones para usa  
los inversores

- Pueden ser usados para ajustar la velocidad de alimentación de un rodillo aplanador.
- Pueden ser usados para ajustar libremente el grosor de los fideos con el tamaño deseado.
- Ayudan a simplificar los controles de la máquina.



## 1.2

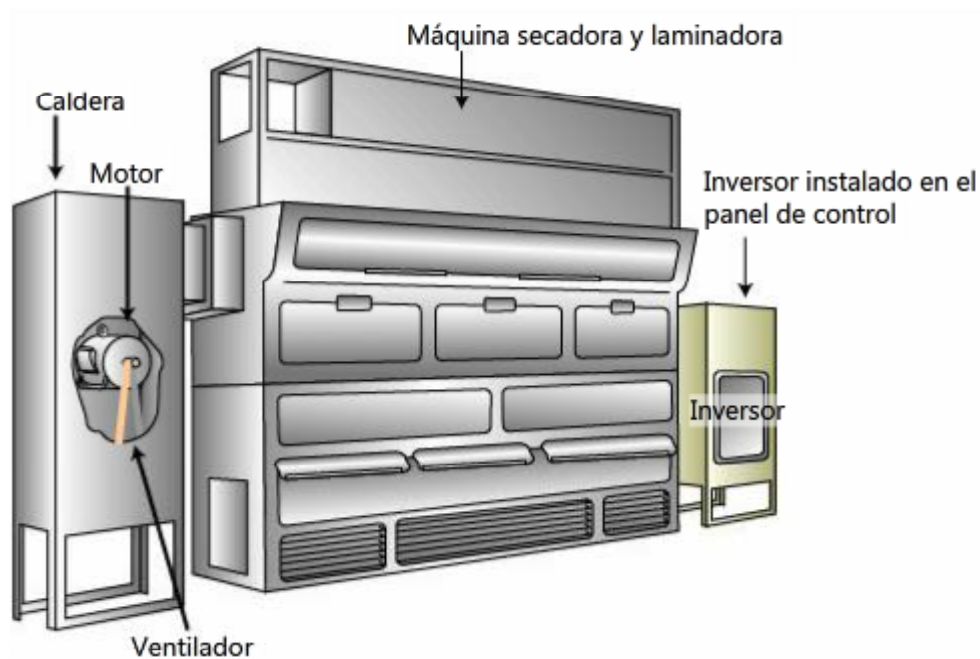
## Aplicaciones Prácticas de los Inversores



Máquina procesadora de té:

Razones para usa  
los inversores

- Pueden ser usados para optimizar la velocidad del ventilador de la caldera para que coincida con la cantidad de té insertado en la máquina.
- Pueden ser utilizados para mejorar la calidad del té.



## 1.2

## Aplicaciones Prácticas de los Inversores



[Control de Herramienta de Máquina]

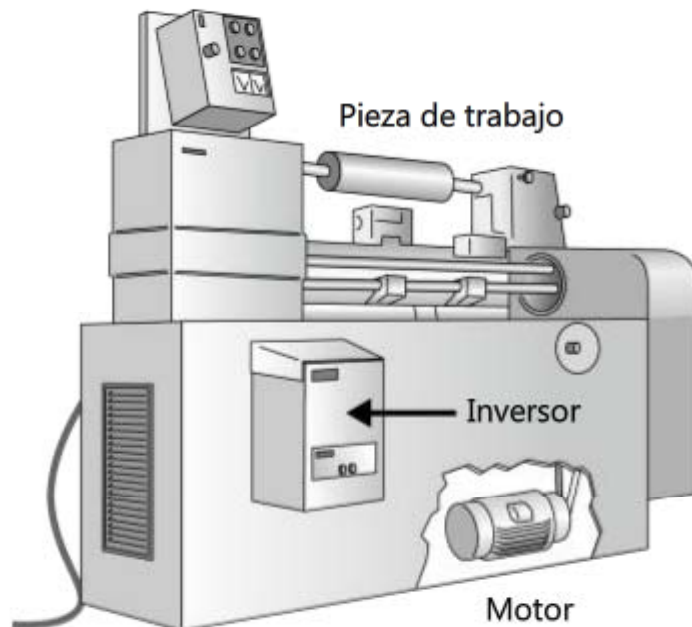
Los inversores son utilizados frecuentemente en el eje principal en herramientas de máquina (el eje fijado para y usado para girar la pieza de trabajo o herramienta).

En particular, cuando se requiere procesamiento de alta precisión, una combinación de un inversor de vector y un detector de posición (codificador de impulsos) puede usarse para detener el eje maestro en una posición establecida (función de orientación) y mantener el motor a una velocidad constante aún si la carga cambia usando retroalimentación de señal del detector.

Conducción del eje maestro para herramientas de máquina:

Razones para usa  
los inversores

- Anteriormente, la velocidad de rotación del eje maestro era controlada mediante velocidad de polea variable en respuesta al tamaño de la pieza de trabajo. Con la conducción de inversor, sin embargo, el mecanismo de velocidad variable puede simplificarse para permitir que la maquinaria sea más compacta.
- La precisión de procesamiento de la pieza de trabajo puede ser mejorada, ya que la velocidad de rotación del eje maestro puede ajustarse.



## 1.2

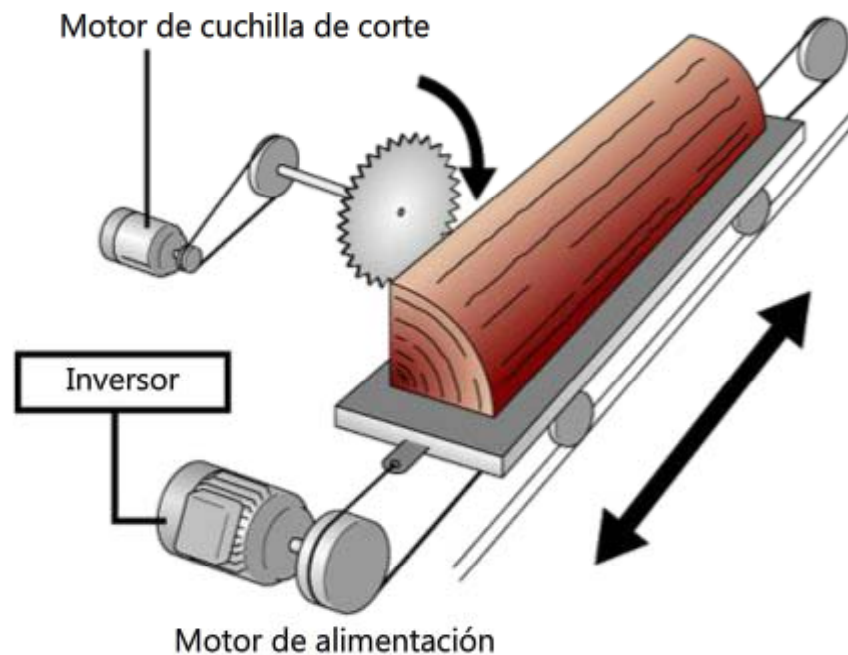
## Aplicaciones Prácticas de los Inversores



Maquinaria para Carpintería:

Razones para usa  
los inversores

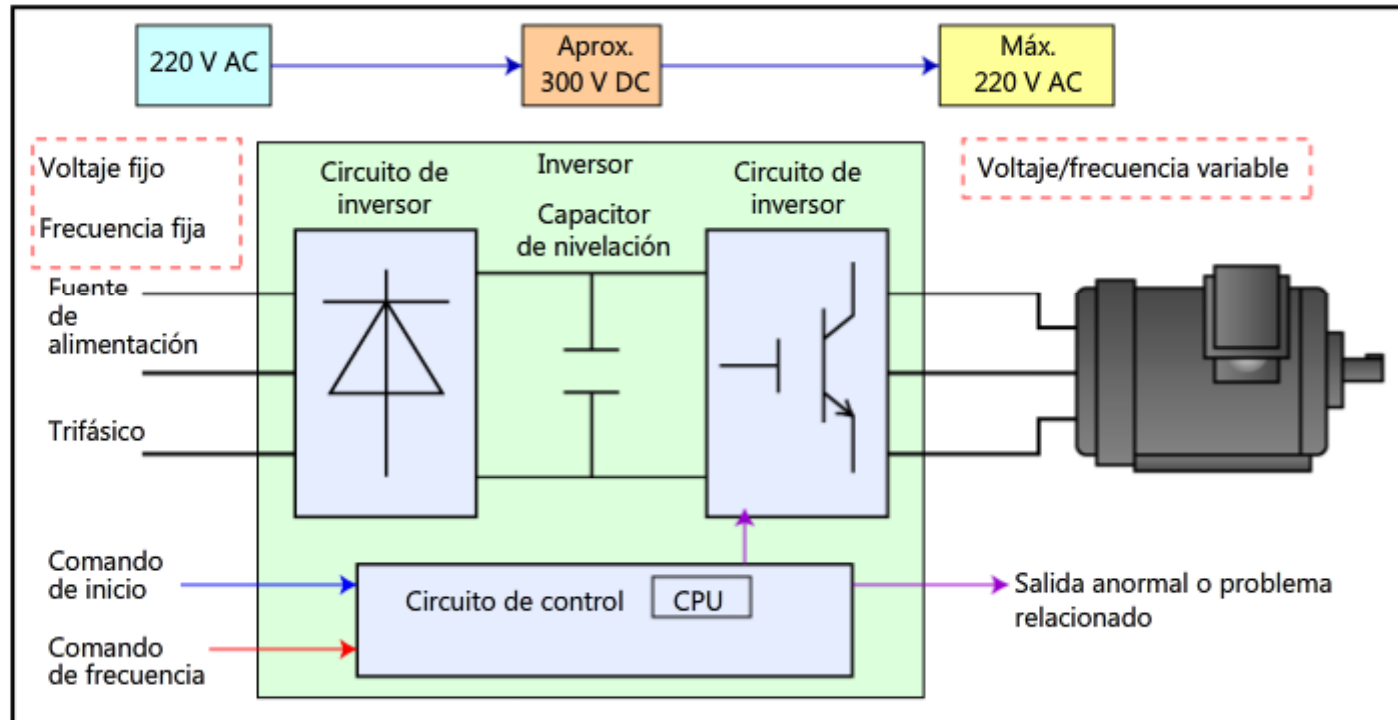
- Ayudan a mejorar la eficiencia para el cortado de la madera.
- Permiten que la velocidad de transporte sea establecida en un nivel óptimo de acuerdo con la calidad de la madera.
- Pueden ser usados para mejorar la eficiencia operativa y detener el transporte en una posición establecida.
- Trabajan para proteger la cuchilla de corte durante los inicios suaves.



## 1.3 Estructura del inversor

La estructura de un inversor usado para producir una frecuencia establecida flexible a partir de una frecuencia fijada proporcionada desde una compañía de energía eléctrica es mostrada.

¡Puedo convertir de AC a DC y después regresar al AC que deseo!



[Visión General de la Estructura de un Inversor]

Circuito de convertidor	Convierte AC en DC. Usa un elemento semiconductor que es conocido como un diodo.
Capacitor de nivelación	Sirve para nivelar un voltaje de DC que fue convertido por un circuito de convertidor.
Circuito de inversor	Usado para producir un voltaje de AC a partir de un voltaje de DC. Este dispositivo, que es llamado un inversor, es el opuesto de un convertidor en su nombre y su función. Usado para proporcionar a un motor un voltaje/frecuencia variable que fue producido. Usa elementos de cambio de semiconductor (IGBTs y partes similares) que pueden ser encendidos y apagados.
Circuito de control	Controla el circuito de inversor



## 1.3

## Estructura del inversor



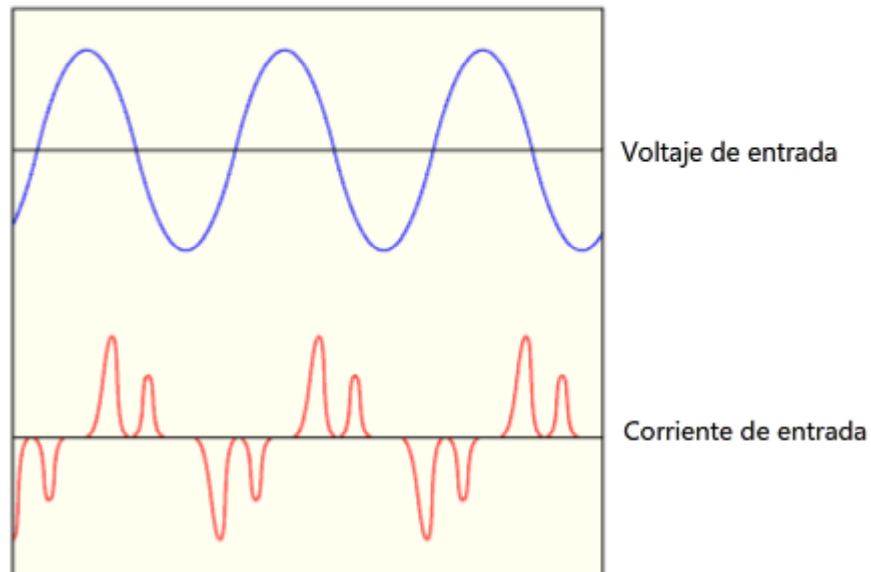
[Características de Forma de Onda]

¿Cómo cambian exactamente la entrada y la salida cuando se usa un inversor?

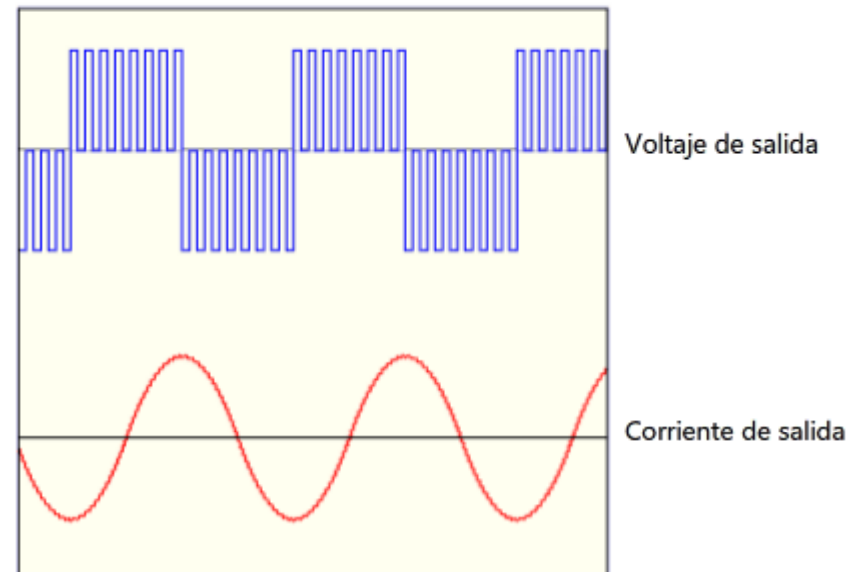
- Corriente de entrada ... Una forma de onda de corriente que se ve como la oreja de un conejo [Incluye componentes de paso más alto]
- Voltaje de salida ... Una forma de onda que se ve como un conjunto de rallas (rectángulos) [Incluye componentes de alta frecuencia y componentes de sobrecarga de voltaje]

Este tipo de forma de onda es creado a partir de la conmutación de operaciones de elementos de semiconductor en un inversor.

Forma de onda de entrada de inversor



Forma de onda de salida de inversor



## 1.3 Estructura del inversor

[Principios Operativos para la Sección del Convertidor]

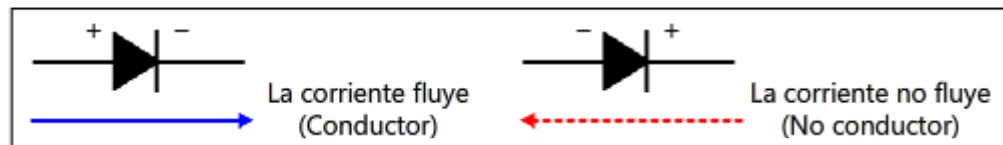
### (a) Principios Operativos para la Sección del Convertidor

<Cómo producir un voltaje de DC a partir de un suministro eléctrico (comercial) de voltaje de AC>

Consideremos este principio usando un ejemplo simple de voltaje de AC de una sola fase.  
Para simplificar nuestra explicación, usemos condiciones de carga de resistencia para este ejemplo.

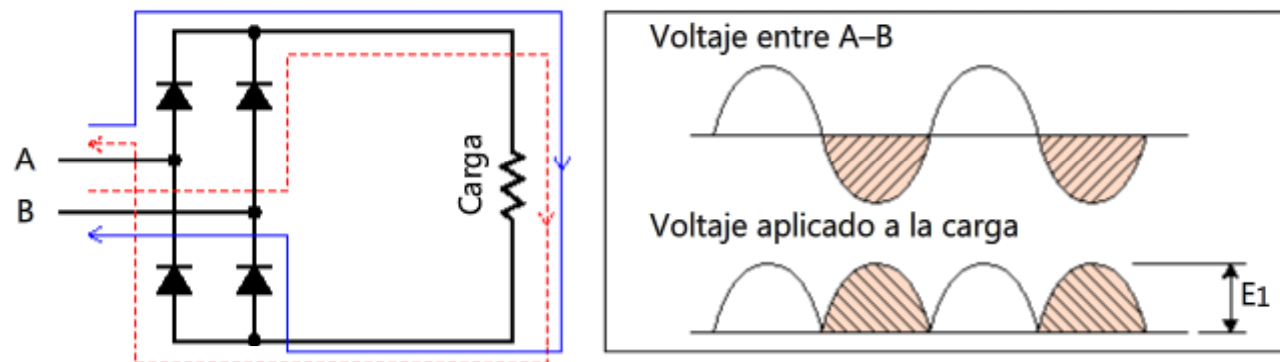
El elemento utilizado es un diodo.

Un diodo sólo permite que la corriente fluya en una dirección y no en la otra de acuerdo con la dirección en la cual es aplicado el voltaje.



Utilizando esta propiedad, cuando un voltaje de AC es aplicado en A y B en el circuito rectificador, un voltaje también es aplicado en la carga en la misma dirección.

En otras palabras, el voltaje de AC es convertido (rectificado) en un voltaje de DC.



## 1.3

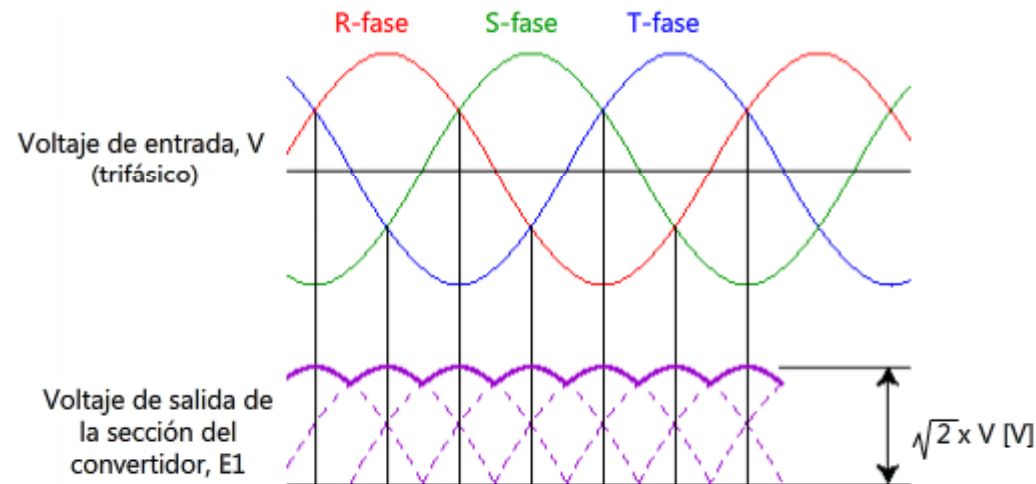
## Estructura del inversor



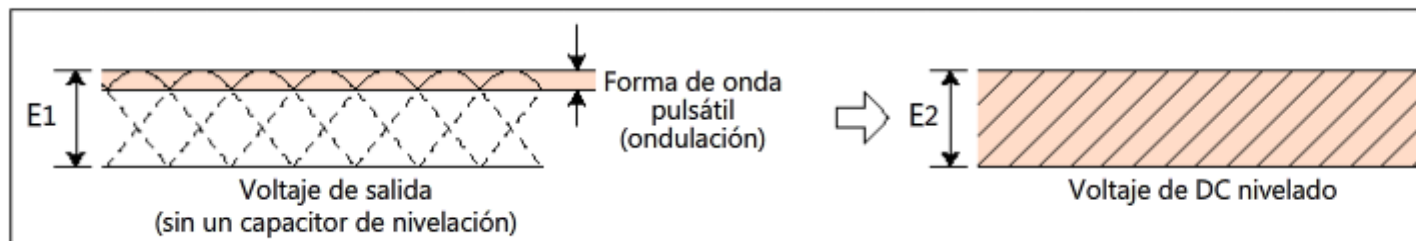
[Principios Operativos para la Sección del Convertidor]

(b) Principios Operativos para la Sección del Convertidor

Para la entrada de AC trifásica, una combinación de seis diodos es usada para rectificar la forma de onda de la fuente de alimentación de AC para producir un voltaje de salida como el que se muestra a continuación.



(c) Principios Operativos para el Circuito de Nivelación



## 1.3

## Estructura del inversor



[Principios Operativos para la Sección del Convertidor]

(d) Circuito de Límite de Corriente de Entrada

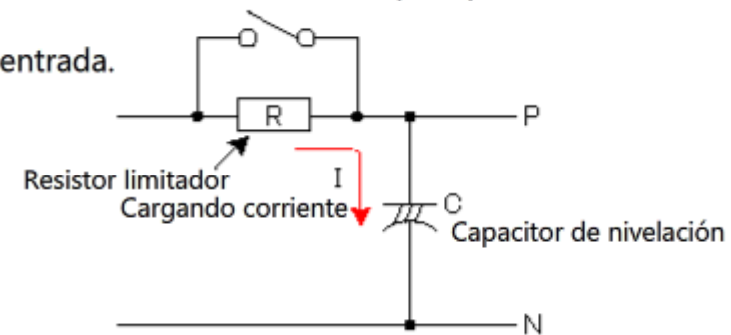
Una explicación de los principios detrás de la rectificación fue dada usando una carga de resistor, pero en aplicaciones reales un capacitor de nivelación es usado como la carga.

Una alta corriente de entrada fluye a través del circuito en el instante en que un voltaje es aplicado para cargar el capacitor.

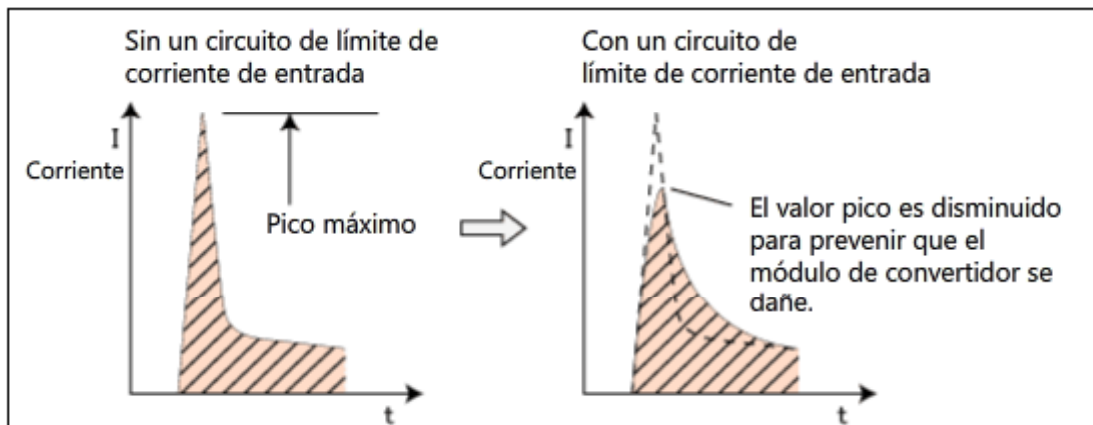
Para prevenir que el diodo rectificador se dañe debido a esta alta corriente de entrada, un resistor es insertado en el circuito en serie para suprimir la corriente de entrada durante un corto periodo de tiempo después de que se encienda.

Una vez que ha servido su propósito, el resistor es cortocircuitado en sus dos terminales para producir un circuito que evite al resistor.

Este circuito es llamado un circuito de límite de corriente de entrada.



Si un circuito de límite de corriente de entrada es utilizado, el valor pico de corriente puede ser disminuido para prevenir que el módulo de convertidor se dañe.



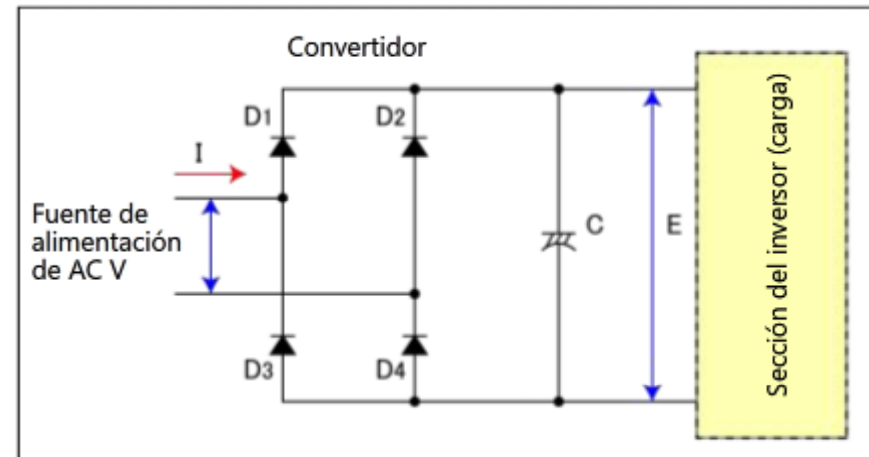
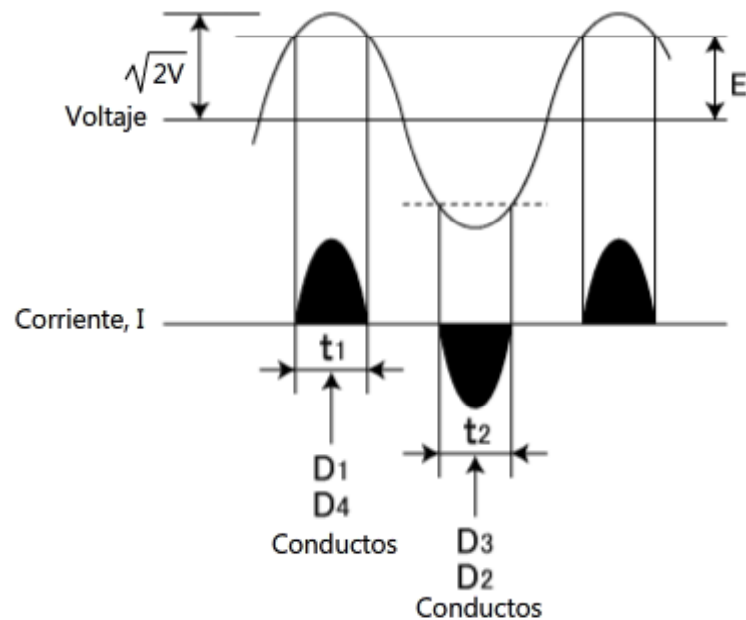
## 1.3 Estructura del inversor

[Principios Operativos para la Sección del Convertidor]

### (e) Forma de onda de corriente de entrada con carga de capacitor

Una explicación de los principios detrás de la rectificación fue dada usando una carga de resistor, pero en aplicaciones reales un capacitor de nivelación es usado como la carga.

El flujo de forma de onda de corriente de entrada en este caso ocurre sólo cuando el voltaje de AC es más alto que el voltaje de DC. Esto causa que la forma de onda se distorsione como se muestra en el diagrama y no una onda sinusoidal.



## 1.3

## Estructura del inversor



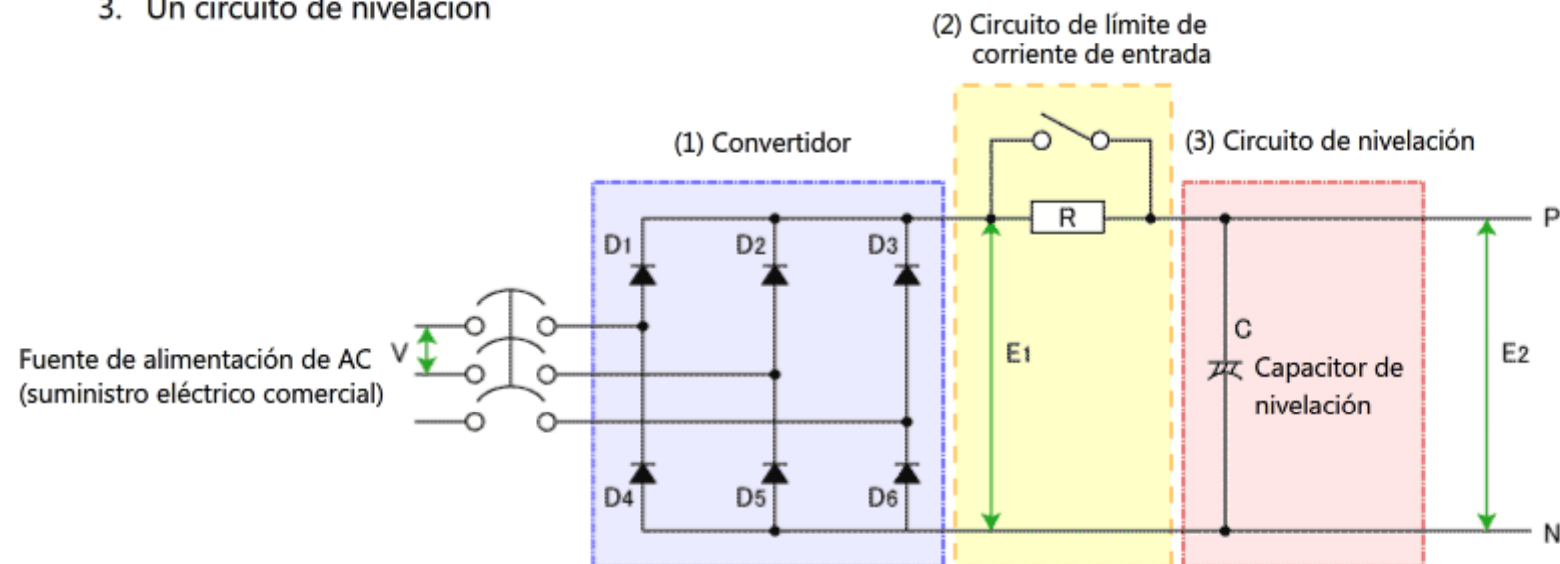
[Principios Operativos para la Sección del Convertidor]

<Resumen>

Principios de Convertidor

Como se describió anteriormente, la sección del convertidor está conformada por lo siguiente:

1. Un convertidor
2. Un circuito de límite de corriente de entrada
3. Un circuito de nivelación



## 1.3

## Estructura del inversor



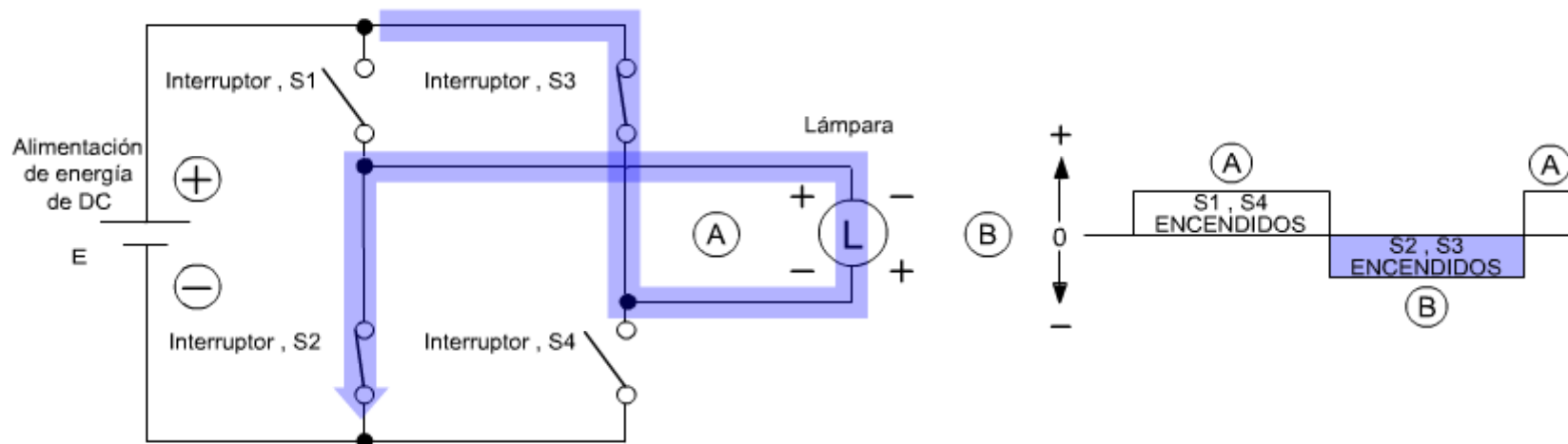
[Principios Operativos para la Sección del Inversor]

(a) ¿Cómo puede obtener voltaje de AC a partir de voltaje de DC?

Consideremos este principio usando un ejemplo simple de voltaje de AC de una sola fase.

Describamos cómo funciona esto usando un ejemplo con una lámpara usada como la carga en lugar del motor a continuación.

Cuatro interruptores, S1 a S4, son conectados a una fuente de alimentación de voltaje de DC, con los interruptores S1 y S4 en pareja y también los interruptores S2 y S3. A medida que los interruptores en pareja son ENCENDIDOS y APAGADOS, la corriente fluye a través de la lámpara como se muestra en el diagrama a continuación.



Forma de onda de corriente

- Cuando los interruptores S1 y S4 son encendidos, la corriente fluye a través de la lámpara en la dirección A.
- Cuando los interruptores S2 y S3 son encendidos, la corriente fluye a través de la lámpara en la dirección B.

Si estas operaciones de interruptor son repetidas durante un periodo establecido, la dirección del flujo de corriente cambia de ida y vuelta para producir una corriente alternativa.

## 1.3

## Estructura del inversor

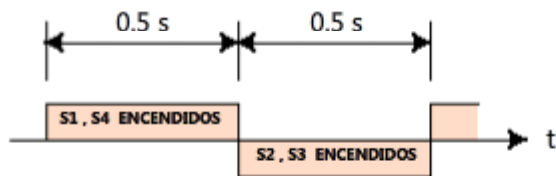


[Principios Operativos para la Sección del Inversor]

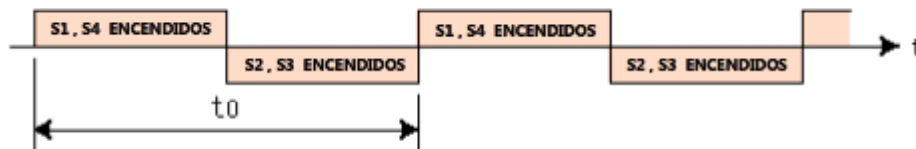
(b) ¿Cómo puede cambiar la frecuencia?

La frecuencia cambia a medida que cambia la duración de tiempo que los interruptores S1 a S4 están ENCENDIDOS y APAGADOS.

Por ejemplo, si pone en ENCENDIDO los interruptores S1 y S4 durante 0.5 s y después los interruptores S2 y S3 durante 0.5 s repetidamente de ida y vuelta, producirá una corriente alterna que invierte la dirección del flujo una vez por segundo, lo cual es equivalente a una frecuencia de 1 Hz.



En general, la frecuencia es definida como  $f = 1/t_0$  (Hz), donde  $t_0$  es el tiempo cíclico en segundos.



En otras palabras, la frecuencia puede ser cambiada si esta vez,  $t_0$ , se cambia.



## 1.3 Estructura del inversor

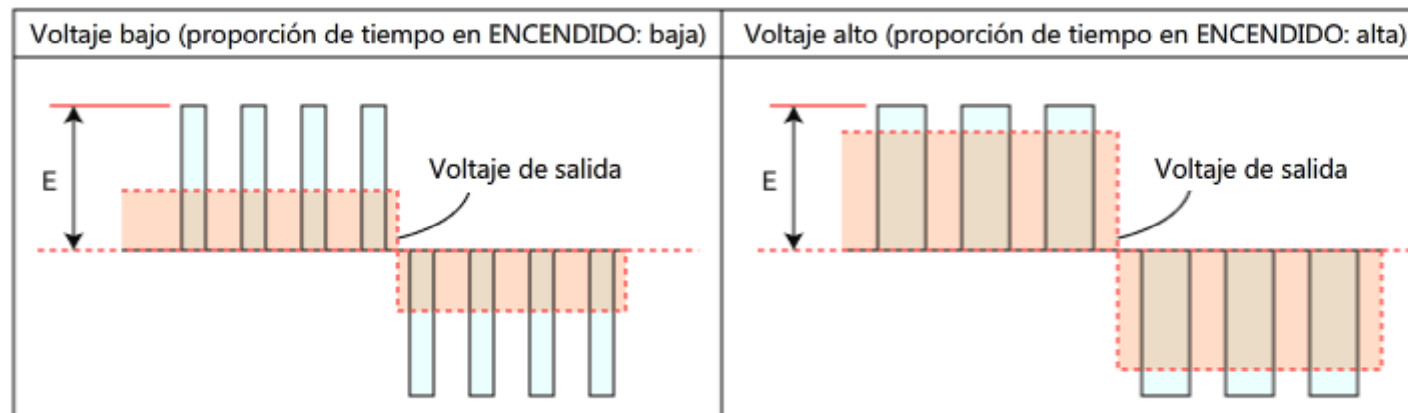
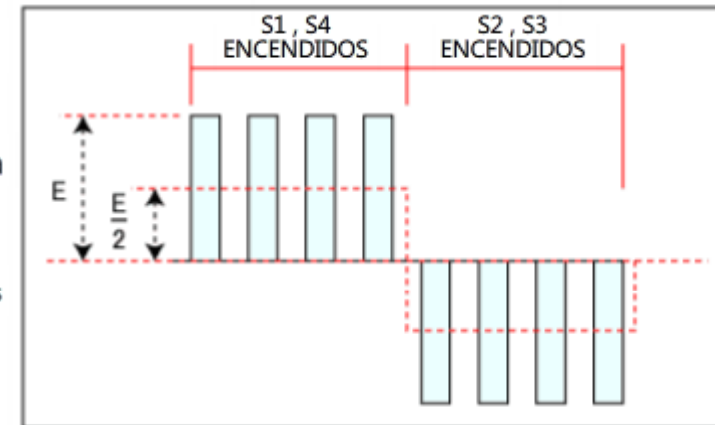
[Principios Operativos para la Sección del Inversor]

(c) ¿Cómo puede cambiar el voltaje?

El voltaje (promedio) puede cambiarse al cambiar la relación de tiempo en la cual los interruptores están ENCENDIDOS/APAGADOS al cambiar el tiempo cíclico,  $t_0$ , a un tiempo cíclico más corto para ENCENDER/APAGAR el voltaje. La frecuencia para estos impulsos cortos es llamada una frecuencia de soporte.

Por ejemplo, si la relación para el tiempo de ENCENDIDO de los interruptores S1 y S4 se recorta a la mitad, el voltaje de salida (promedio) se convierte en un voltaje de AC igual a  $E/2$ , o a la mitad del voltaje de DC,  $E$ .

Para reducir el voltaje (promedio), reduzca la relación para el tiempo de ENCENDIDO, y para incrementar el voltaje (promedio), incremente la relación para el tiempo de ENCENDIDO.



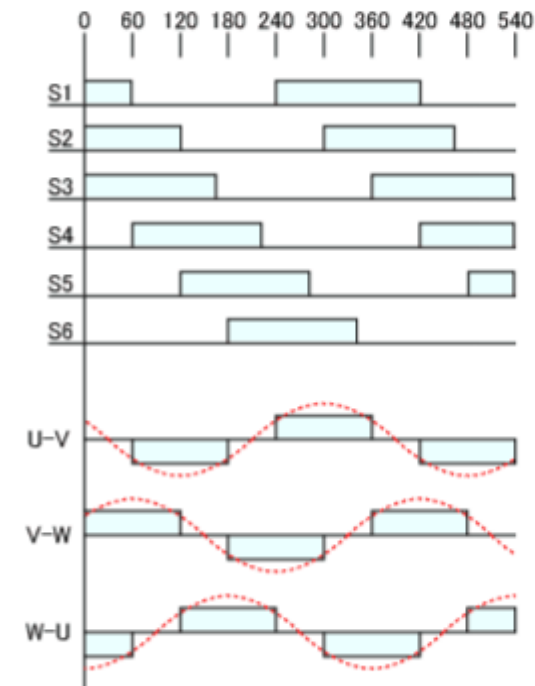
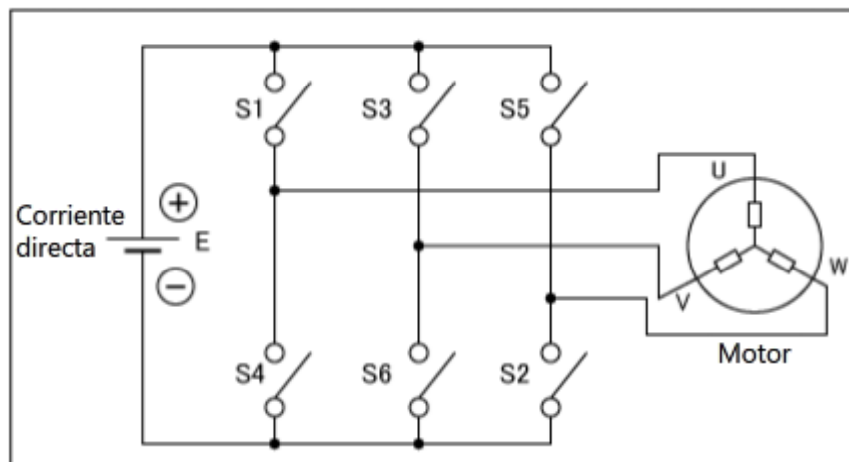
El ancho de pulsos y la relación de ENCENDIDO/APAGADO son controlados para cambiar el voltaje. Este tipo de método de control es conocido como modulación de ancho de pulsos (PWM) y actualmente es comúnmente utilizado en inversores y otros componentes electrónicos.

## 1.3 Estructura del inversor

[Principios Operativos para la Sección del Inversor]

(d) ¿Y con el voltaje de AC trifásico?

La estructura básica de un circuito de inversor trifásico y un voltaje de AC trifásico se muestra a continuación. Si cambia el orden en el cual los seis interruptores son ENCENDIDOS/APAGADOS, la secuencia para U-V, V-W y W-U cambia. Esto puede ser usado para cambiar la dirección de la rotación del motor.



Tome en cuenta que los elementos de semiconductor son usados en los interruptores reales discutidos anteriormente para la conmutación de voltaje, lo cual permite que los interruptores estén ENCENDIDOS/APAGADOS a una velocidad extremadamente alta.

El único inversor de propósito general disponible para campos industriales en la década de 1980 era el inversor de control V/F. Sin embargo, un método de control sin sensor (velocidad) fue introducido en la década de 1990 con la intención de incrementar el par de torsión en las regiones inferiores para el control de V/F.

El rendimiento del inversor se incrementó dramáticamente debido a avances en la tecnología del hardware y en la tecnología de la teoría de control incluyendo los semiconductores.

El control de vector con PLG comenzó a ser aplicado en motores de inducción en la década de 1980 en campos que requería control de velocidad de alta precisión.

Una lista de métodos típicos de control de inversor es proporcionada en la tabla a continuación, principalmente para métodos que involucran el control de velocidad.

En términos generales, recuerde que el rendimiento y la precisión se incrementan a medida que entra en la tabla debajo de un método de control, pero la flexibilidad y la eficiencia económica disminuyen.

Para el control sin sensor, el método y el nombre pueden diferir dependiendo del fabricante. El método mostrado en la tabla es el desarrollado por Mitsubishi Electric.

## 1.4

## Métodos de control de inversor



Método de control	Control de características de la frecuencia de voltaje (V/F)	Control sin sensor		Control de vector con PLG
		Control orientado por el campo	Control de vector sin sensor real	
Rango de control de velocidad	1:10 (6 Hz a 60 Hz: líneas eléctricas)	1:120 (0.5 Hz a 60 Hz: líneas eléctricas)	1:200 (0.3 Hz a 60 Hz: líneas eléctricas)	1:1500 (1 r/min./1500 r/min.: líneas eléctricas, con regeneración)
Respuesta	10 a 20 (rad/s)	20 a 30 (rad/s)	120 (rad/s)	300 (rad/s)
Control de velocidad	(SÍ)	(SÍ)	(SÍ)	(SÍ)
Control de par de torsión	(NO)	(NO)	(SÍ)	(SÍ)
Control de posición	(NO)	(NO)	(NO)	(SÍ)
Sinopsis	Con el tipo más común de método de control de inversor, el voltaje y la frecuencia se mantienen controlados con valores constantes.	Para solucionar el problema con las caídas en el par de torsión de baja velocidad en el control de V/F, un método de control es usado que corrige el voltaje de salida usando cálculos de vector para corriente de motor.	En motores estándar sin PLGs, el control es conseguido mediante cálculos y estimados de la velocidad del motor a partir de la constante del motor y las características de voltaje/corriente.	Este método divide la corriente del motor en los componentes orientados al motor y los componentes generados por el par de torsión y controla cada tipo en forma independiente. Esto permite que el par de torsión y la posición sean controlados con alta precisión y alta respuesta.
Propósito general	Este método es extremadamente flexible para su uso con motores estándar, ya que tiene pocos elementos de control.	Este método requiere una constante de motor, pero la estructura del circuito es relativamente simple porque hay pocos elementos de control.	Este método requiere una constante de motor así como un ajuste de la ganancia de control.	Este método requiere un motor con un PLG así como un ajuste de la ganancia de control.
Motores aplicables	Motor estándar (sin PLG)	Motor estándar (sin PLG)	Motor estándar (sin PLG)	Motor estándar (con PLG) Motor de control de vector dedicado

## Prueba Prueba Final



Ahora que ha completado todas las lecciones del Curso de Equipo de FA para Principiantes (Inversores), está listo para tomar la prueba final. Si no tiene claro cualquiera de los temas cubiertos, aproveche esta oportunidad para revisar esos temas.

Hay un total de 10 preguntas (21 elementos) en esta Prueba Final.

Puede tomar la prueba final tantas veces como desee.

### Cómo calificar la prueba

Después de seleccionar la respuesta, asegúrese de hacer clic en el botón **Score**. Si no lo hace, la prueba no será calificada.

(Consideradas como preguntas no contestadas.)

### Resultados de la puntuación

El número de respuestas correctas, el número de preguntas, el porcentaje de respuestas correctas y el resultado de aprobado/reprobado aparecerá en la página de puntuación.

Respuestas correctas : 3

Preguntas totales : 10

Porcentaje : 30%

Para pasar la prueba, se requiere el **60%** de respuestas correctas.

Proceder

Revisar

Reintentar

- Haga clic en el botón **Proceder** para salir de la prueba.
- Haga clic en el botón **Revisar** para revisar la prueba. (Verificación de respuesta correcta)
- Haga clic en el botón **Reintentar** para reintentar la prueba en múltiples ocasiones.

**Prueba Prueba Final 1**

¿Qué es un Inversor?

Seleccione la afirmación correcta de entre las siguientes explicaciones.

- Un inversor es un dispositivo que puede ser usado para cambiar libre y continuamente el par de torsión de salida de un motor eficientemente.
- Un inversor es un dispositivo que puede ser usado para cambiar libre y continuamente la velocidad de rotación de un motor eficientemente.
- Un inversor es un dispositivo que puede ser usado para ENCENDER/APAGAR la rotación del motor.

Puntuación

Regresar

## Prueba Prueba Final 2

Los motores son usados en inversores industriales

Seleccione el tipo de motor usado en inversores industriales.

- Motor de DC
- Motor de inducción de una sola fase
- Motor (de inducción) de jaula de ardilla trifásico
- Motor de servo sincrónico

Puntuación

Regresar

**Prueba Prueba Final 3****Velocidad racional de un motor trifásico**

Llene las partes en blanco indicadas con paréntesis en las afirmaciones a continuación con los términos apropiados de la explicación sobre el uso de un inversor para controlar la velocidad de rotación de un motor.

La velocidad racional de un motor trifásico es directamente proporcional a la

e inversamente proporcional al  del motor.

En un inversor, de las dos propiedades dadas, la rotación del motor es controlada al cambiar libremente la

.

Puntuación

Regresar



**Prueba Prueba Final 4**

Par de torsión generado por el motor

Llene las partes en blanco en la fórmula mostrada para calcular la cantidad de par de torsión generada por un motor con los términos apropiados.

Par de torsión nominal,  $T_m = 9550 \times$   /  (N•m)

Puntuación

Regresar

**Prueba Prueba Final 5****Aplicaciones Prácticas de los Inversores**

Seleccione la afirmación o afirmaciones correctas a partir de la explicación del control del volumen del flujo de aire y de la velocidad del flujo (más de una podría ser correcta).

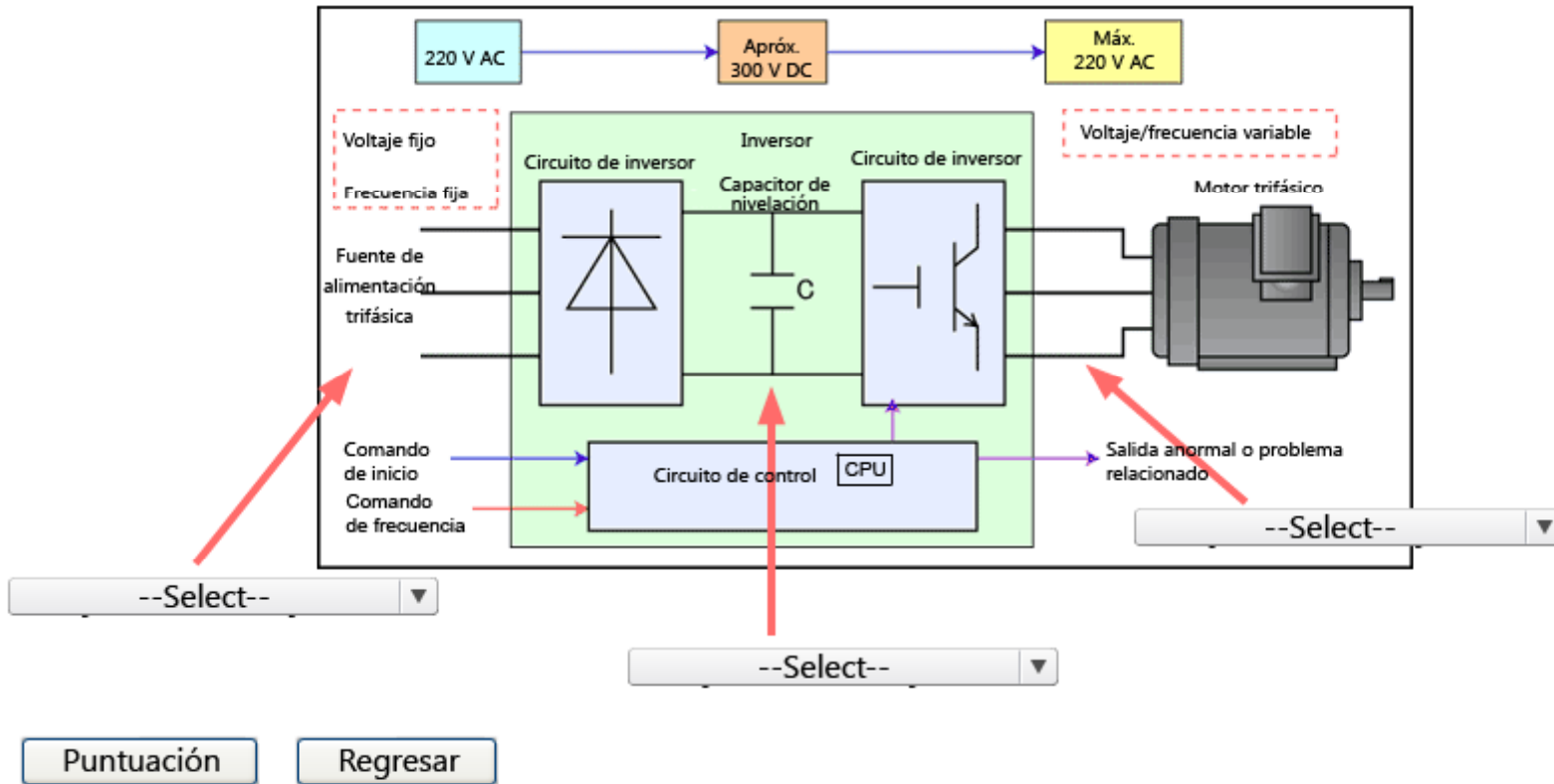
- Para reducir el volumen del flujo de aire, la velocidad de rotación del motor debe incrementarse.
- Para reducir el volumen del flujo de aire, la velocidad de rotación del motor debe reducirse.
- La energía se conserva cuando el volumen del aire es bajo.
- El volumen del flujo de aire no tiene efecto sobre el uso de energía.

[Puntuación](#)[Regresar](#)

# Prueba Prueba Final 6

## Estructura interna de un inversor

Llene las partes en blanco en la explicación de la estructura interna de un inversor con los términos apropiados.



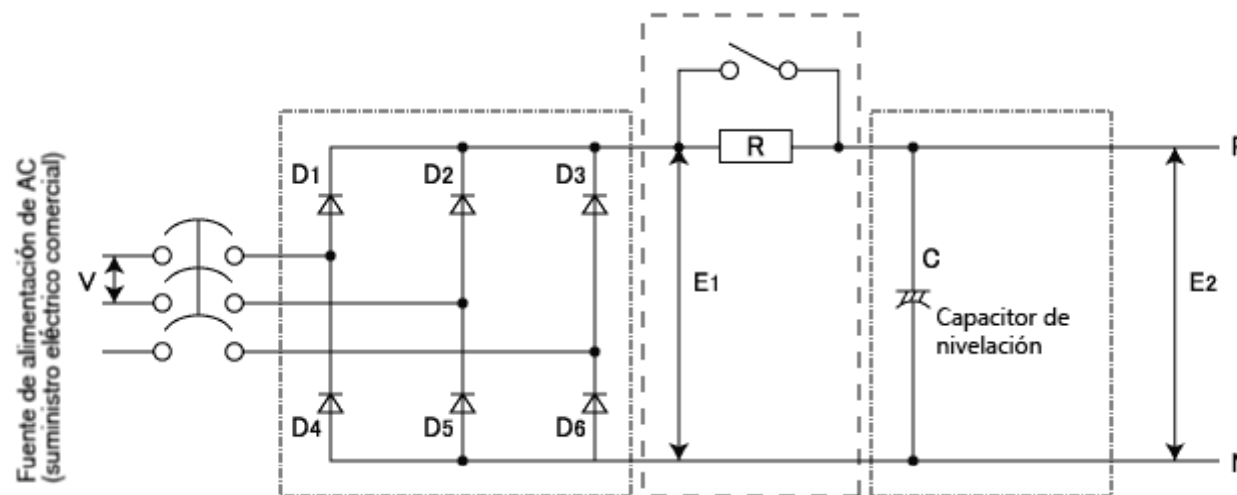
## Prueba Prueba Final 7



Un circuito usado para convertir de AC en DC dentro de un inversor

Seleccione el circuito correspondiente a partir de la explicación sobre los circuitos usados para convertir voltaje de AC en voltaje de DC.

- Select--  El voltaje de fuente de alimentación de AC es rectificado y convertido en voltaje de DC.
- Select--  Los componentes de onda de impulso en el voltaje de DC rectificado son eliminados.
- Select--  Se previene que una corriente de entrada alta fluya a través del circuito cuando la fuente de alimentación está en ENCENDIDO.



Puntuación

Regresar

**Prueba Prueba Final 8**

Un circuito usado para convertir de DC en AC dentro de un inversor

Seleccione la afirmación correcta a partir de la explicación sobre la conversión de DC a AC.

- El voltaje de DC es ENCENDIDO/APAGADO usando contactos de relé.
- El voltaje de DC es ENCENDIDO/APAGADO usando componentes de semiconductor (transistores, etc.).
- El voltaje de DC es ENCENDIDO/APAGADO usando capacitores de nivelación.

Puntuación

Regresar

**Prueba Prueba Final 9**

Método usado para conversión en voltaje de AC con frecuencia variable

Llene las partes en blanco con los términos adecuados a partir de la explicación sobre cómo crear un voltaje de AC con frecuencia variable.

La frecuencia es cambiada mediante el control del  del ENCENDIDO/APAGADO de los interruptores.

El voltaje de salida es cambiado mediante el control de la  del ENCENDIDO/APAGADO de los interruptores.

Puntuación

Regresar

**Prueba Prueba Final 10****Ventajas de utilizar los inversores**

Seleccione los elementos relacionados con las ventajas de usar inversores en el equipo.

--Select--

Los inversores pueden ser usados para reducir los costos de energía al ajustar el volumen del flujo de aire y la velocidad del flujo.

--Select--

El uso de inversores hace que las partes del mecanismo para cambiar de velocidad tales como las correas de velocidad variable sean innecesarias.

--Select--

Los inversores pueden ser usados para aligerar los impactos en la maquinaria durante el arranque/apagado del equipo.

--Select--

Los inversores pueden ser usados en equipo con los motores existentes.

Puntuación

Regresar

## Prueba Puntuación de la Prueba



Ha completado la Prueba Final. Sus resultados son los siguientes.  
Para terminar la Prueba Final, proceda a la siguiente página.

Respuestas correctas : 0

Preguntas totales : 10

Porcentaje : 0%

Proceder

Revisar

Reintentar

**Ha fallado la prueba.**



Ha completado el Curso de **Equipo de FA para Principiantes (Inversores)**.

Gracias por tomar este curso.

Esperamos que haya disfrutado las lecciones y que la información que adquirió en este curso le sea útil para configurar sistemas en el futuro.

Puede revisar el curso tantas veces como desee.

**Revisar**

**Cerrar**