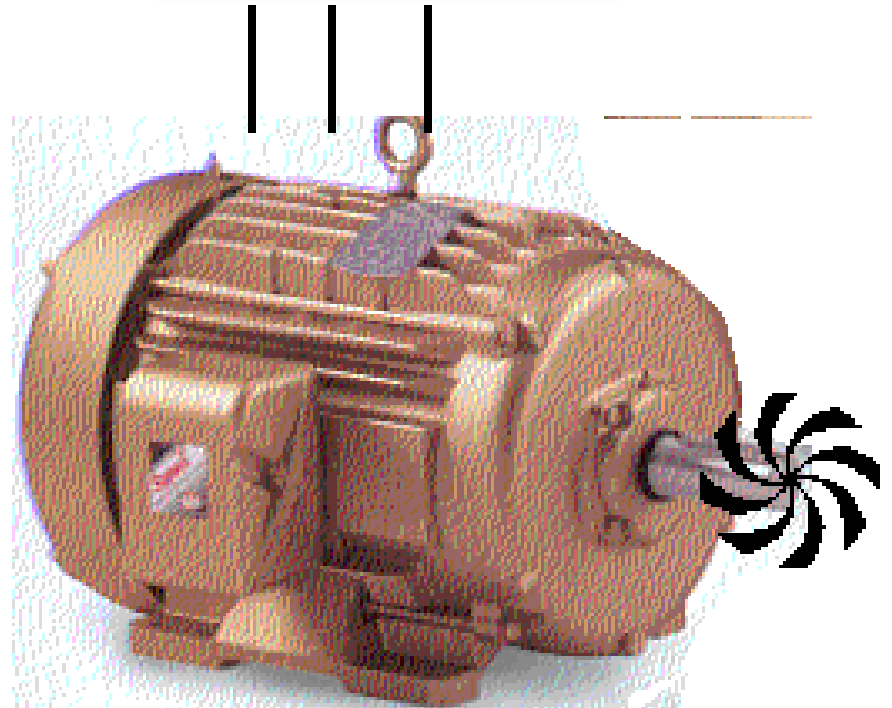




Inversores De Frecuencia

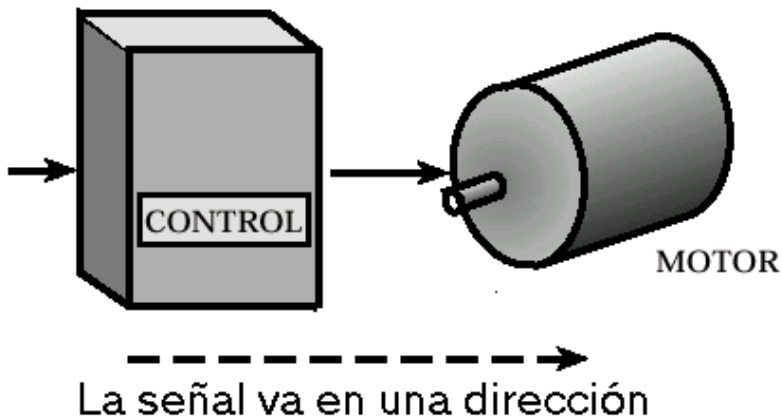
¿QUÉ ES UN INVERSOR?

Un inversor es un control para motores, que hace variar la velocidad a motores C.A. De inducción. Esta variación la logra variando la frecuencia de alimentación al motor. El inversor también ajusta el voltaje de alimentación al motor

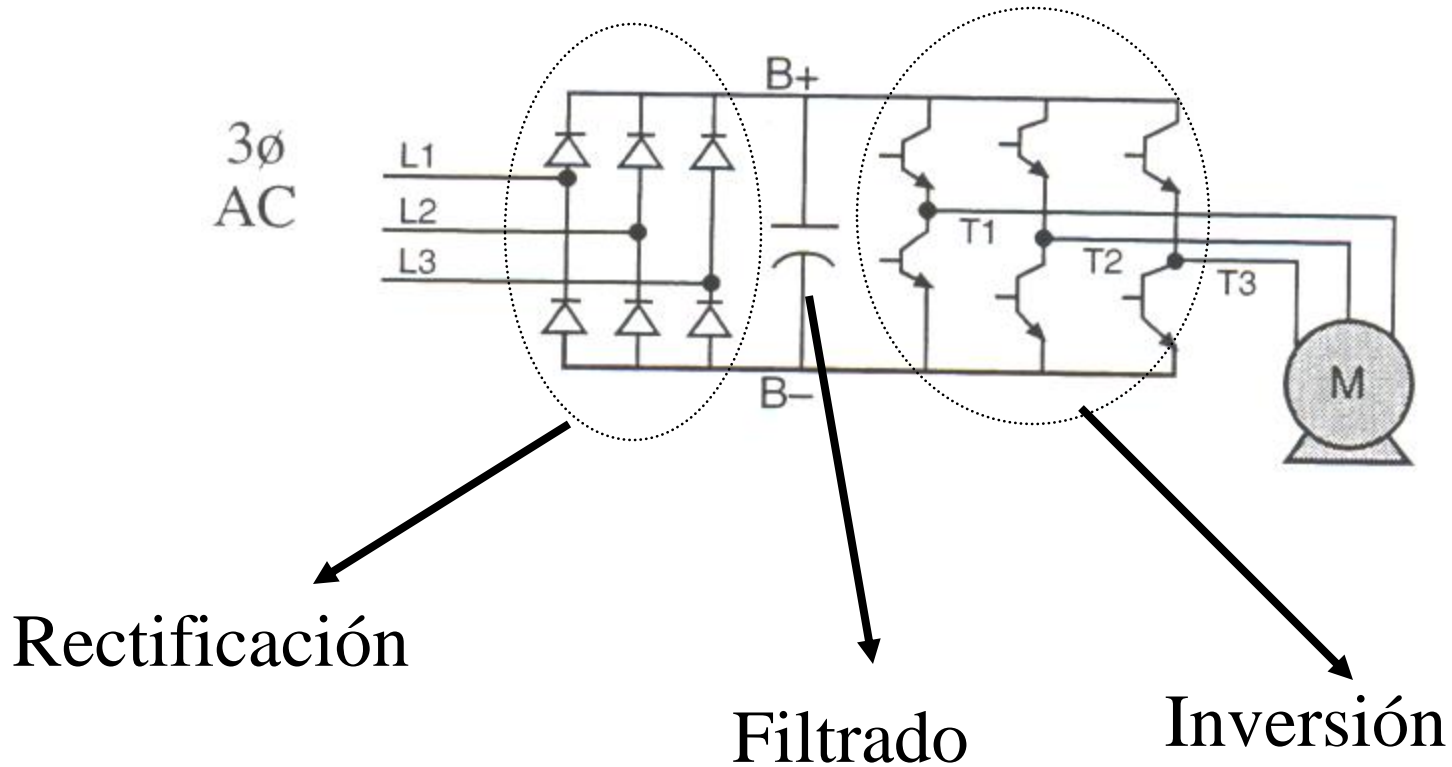


Los Inversores Son Dispositivos De Lazo Abierto

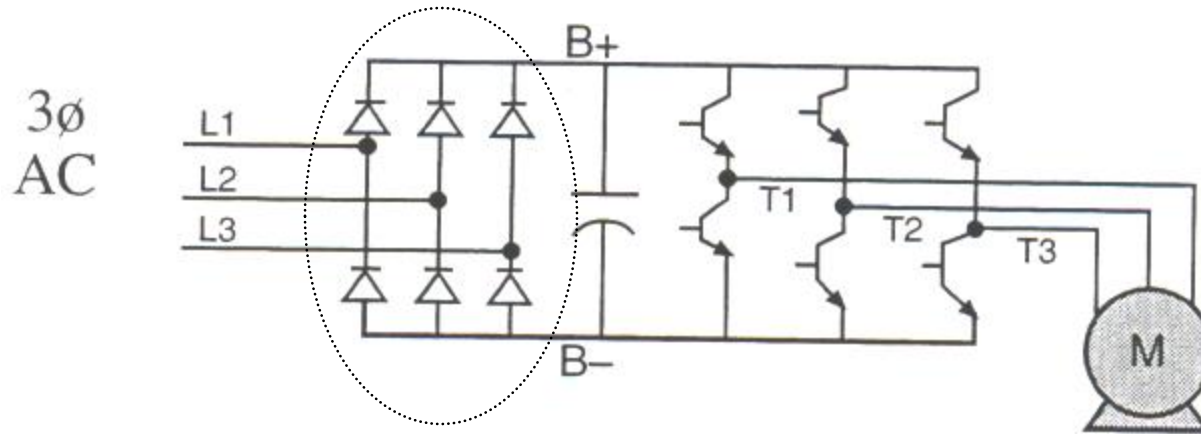
- Lazo abierto.
- En un lazo abierto no existe una señal de retroalimentación precisa que nos proporcione información sobre el motor o la carga.



¿Cómo Funciona un inversor?



Consiste de una sección de rectificación, filtrado y una sección de inversión



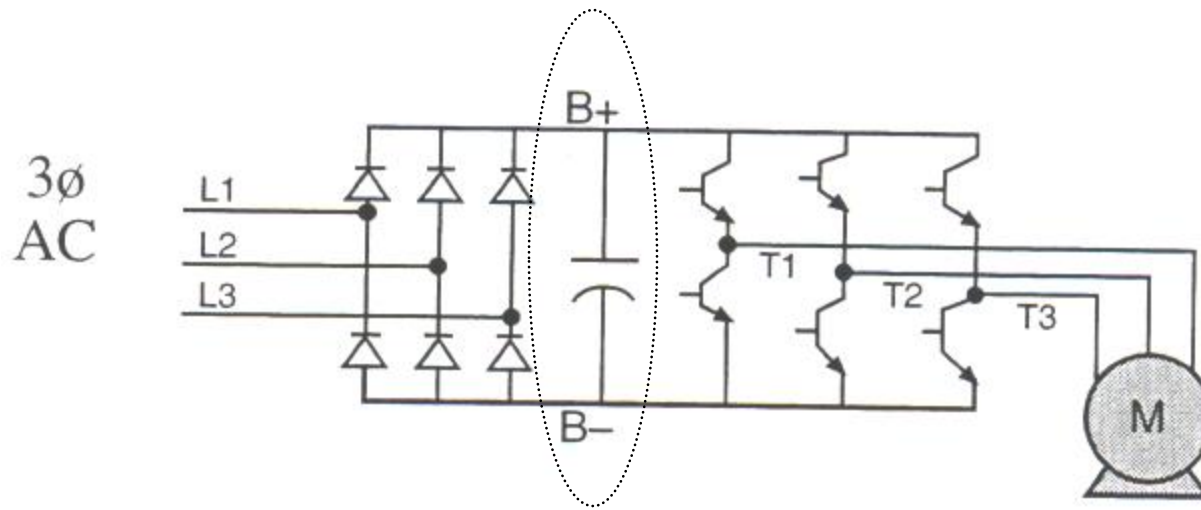
1 FASE 60 HZ



DC Bus



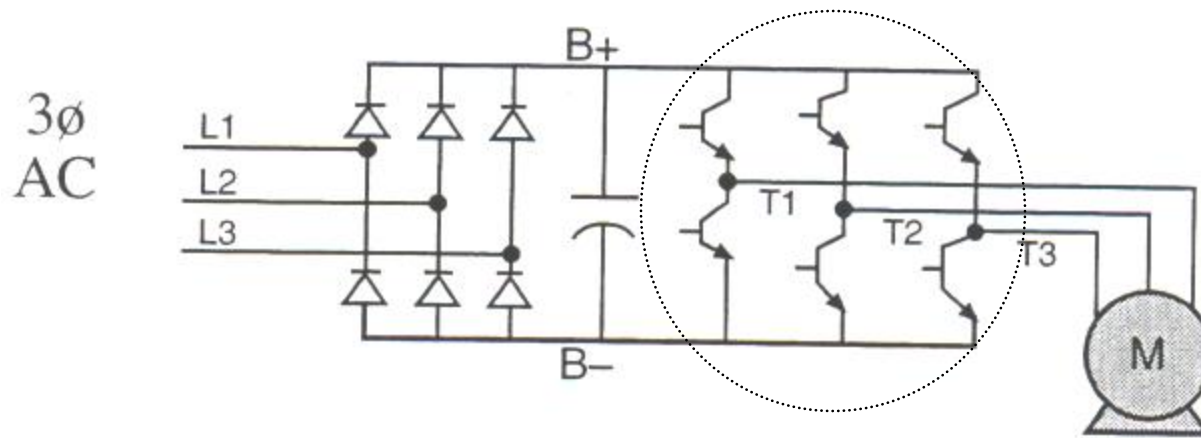
La sección de rectificación utiliza dispositivos semiconductores que convierten el voltaje de línea AC en DC.



DC Bus



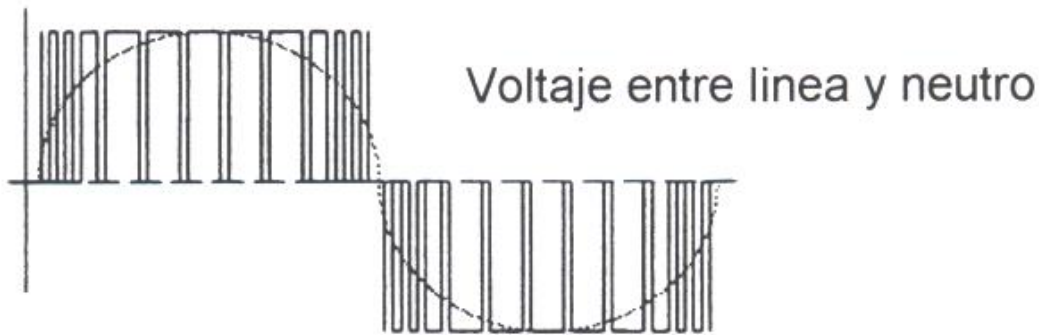
Después de esto los capacitores almacenan esta carga. Los capacitores son una fuente estática de corriente para los elementos de potencia localizados en la sección de inversión.



VOLTAJE DE SALIDA



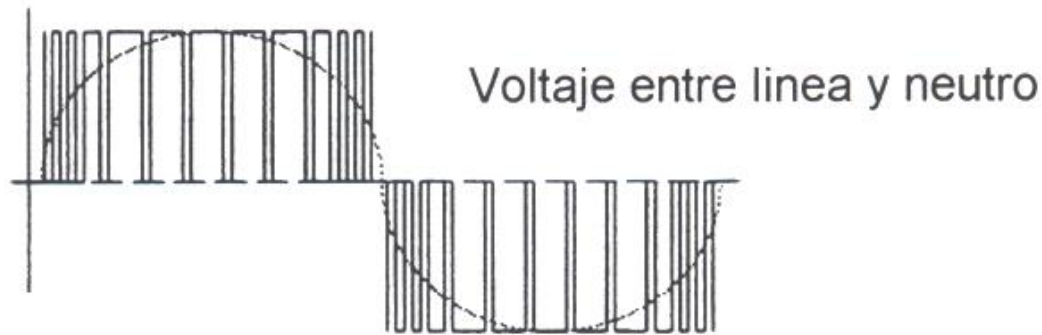
La sección de inversión toma corriente del banco de capacitores, la invierte transformándola en una señal trifásica simulada de frecuencia y voltaje que es usada para variar la velocidad de los motores trifásicos de inducción.



¿Qué significa PWM?

El proceso de conmutación usado para obtener la frecuencia y voltaje ajustables es llamada PWM (Pulse Width Modulation) o modulación por ancho de pulso. Este tipo de modulación se refiere a los transistores conmutando su estado de encendido y apagado en intervalos discretos. La magnitud de los pulsos es la misma en el ciclo, lo que varía es el ancho del pulso.

¿Cuál es la frecuencia portadora?

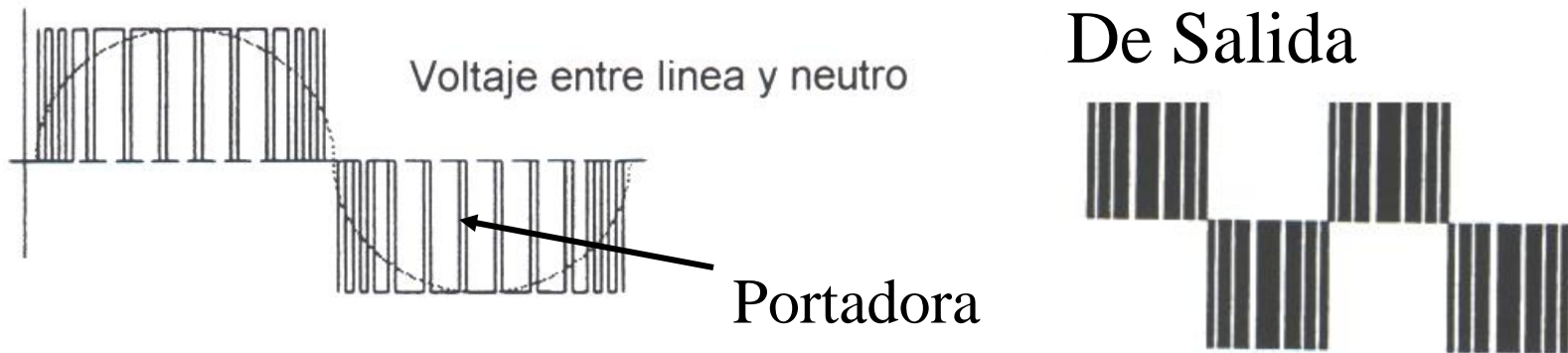


La razón a la cual se producen los pulsos de salida del inversor se conoce como frecuencia portadora. En el caso de los inversores 15H, la frecuencia portadora es programable en el rango de 1000 a 15000 Hertz.



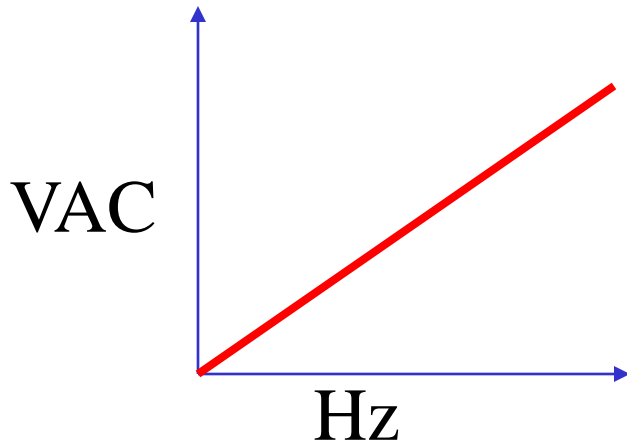
- Las frecuencias portadoras bajas producen ruido audible en el motor. Al elevar la frecuencia este ruido audible se disminuye pero produce calentamiento en los dispositivos de potencia lo que reduce la capacidad de salida de potencia en el inversor.

¿Es la frecuencia de salida igual a frecuencia portadora?



- La frecuencia de salida no es la frecuencia portadora. Un ciclo de frecuencia de salida consiste de una serie de pulsos positivos y negativos cuyo ancho y frecuencia dependen de la frecuencia portadora.

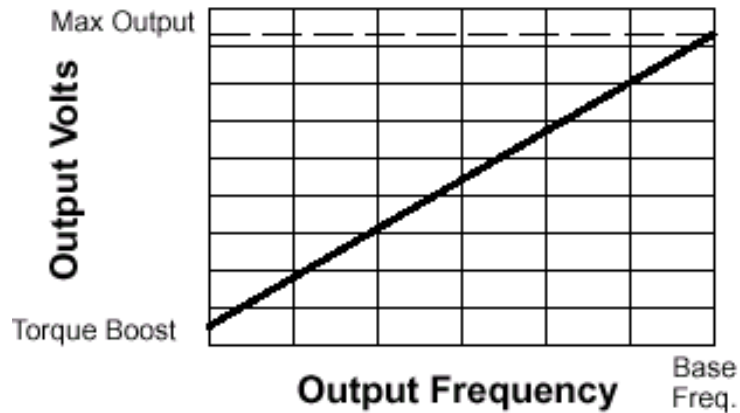
¿Existe alguna relación entre voltaje y frecuencia?



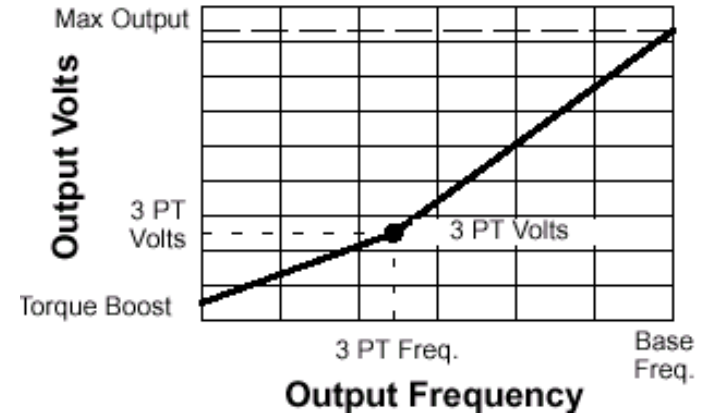
$$\frac{460}{60} = 7.67 = \frac{230}{30}$$

- Si la interrelación entre voltaje y frecuencia que alimenta al motor, controlada por el inversor, es llamada razón volts por hertz (rango V/F). Los inversores están diseñados para mantener la interrelación voltaje – frecuencia, y así, lograr un mejor rango de operación del inversor

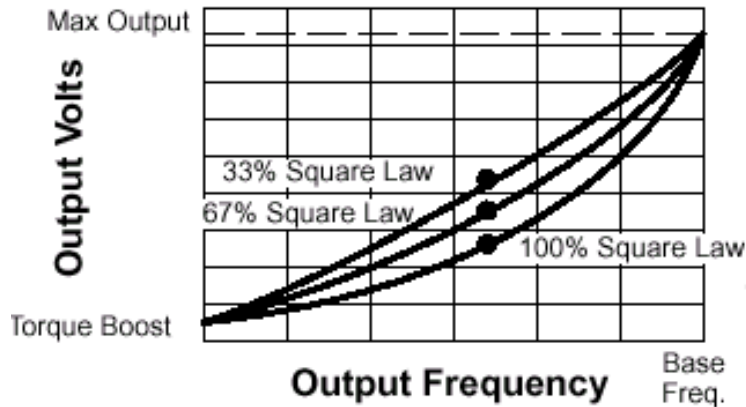
Tipos de relaciones V/Hz



Lineal



Tres Puntos



Cuadrática

¿Qué rango de velocidad en par constante se puede obtener de un motor controlado por inversor?

- Sin que exista un sobre esfuerzo, la reducción de velocidad en par constante puede ser de 10:1, para un motor súper-e de factor de servicio 1.15 con un control PWM, por ejemplo. Un motor cuya velocidad nominal sea de 1750 RPM, puede ser disminuido a 175 RPM.

¿Qué Posibilidades De Comunicación Tiene Un Inversor?

- Puede comunicarse con un PLC por dos métodos:
 - Mediante protocolos de comunicación:
 - Profibus
 - DeviceNet
 - ModBus
 - Rs485
 - Rs232
 - Mediante contactos secos, utilizando una lógica binaria de 4 bits

¿Qué Tipos De Entradas De Comando De Velocidad Puede Recibir?

Analógicas

- 0-10 Volts
- 0-5 Volts
- ± 5 Volts
- ± 10 Volts
- 4-20 mA
- 3-15 PSI

Digitales

- Protocolos de comunicación
- Pulsos en cuadratura
- Pulsos en velocidad y dirección

¿Qué Opciones Avanzadas Pueden Manejar Los Inversores?

- Maestro esclavo (seguimiento de velocidad y sentido de giro).
- Control de procesos (sistema de lazo cerrado PID).
- Conexión a redes industriales.
- Lectura de entradas analógicas de alta resolución, y generación de salidas analógicas de alta resolución.

¿Por Qué Utilizar Los Inversores?

- Incremento de uso de 30% anual
- Ventajas
 - Control de corriente de arranque
 - Mantener constante la velocidad fijada
 - Cambios rápidos de velocidad
 - Inversión de rotación
 - Mínimos tiempos muertos

Ahorro Energético

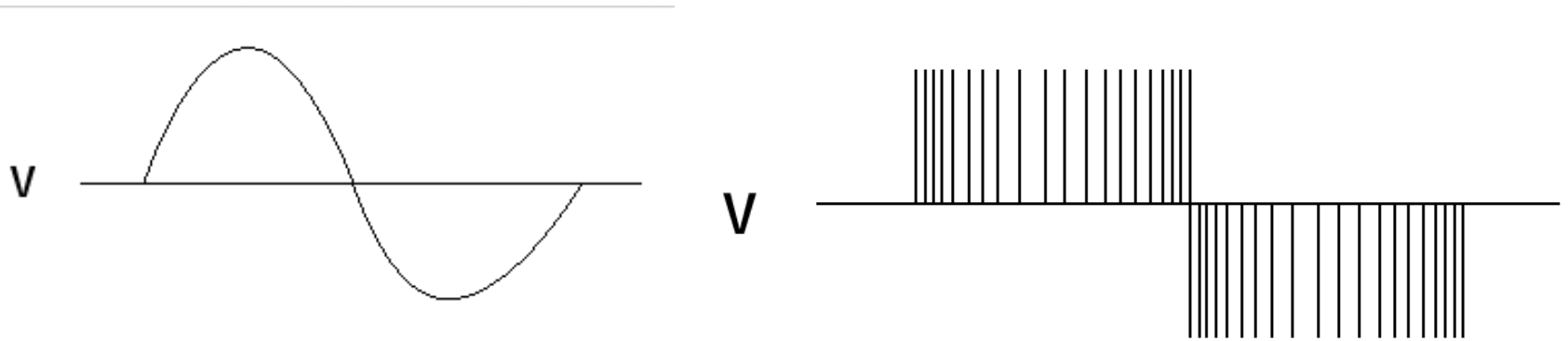
<u>% de Cambio Velocidad</u>	<u>% Cambio Par</u>	<u>% de Potencia Original</u>	<u>% de Cambio Potencia</u>
-20	-36	51	-49
-15	-28	61	-39
-10	-19	73	-27
- 5	-10	86	-14
0	0	100	0
+5	+10	116	+16
+10	+21	133	+33
+15	+32	152	+52
+20	+44	173	+73

- Mención especial merecen las aplicaciones de par variable en donde es posible ahorrar entre un 25 y 50 %, donde la variación de caudal es por medios mecánicos.

Como Son Afectados Los Motores Por Los Inversores

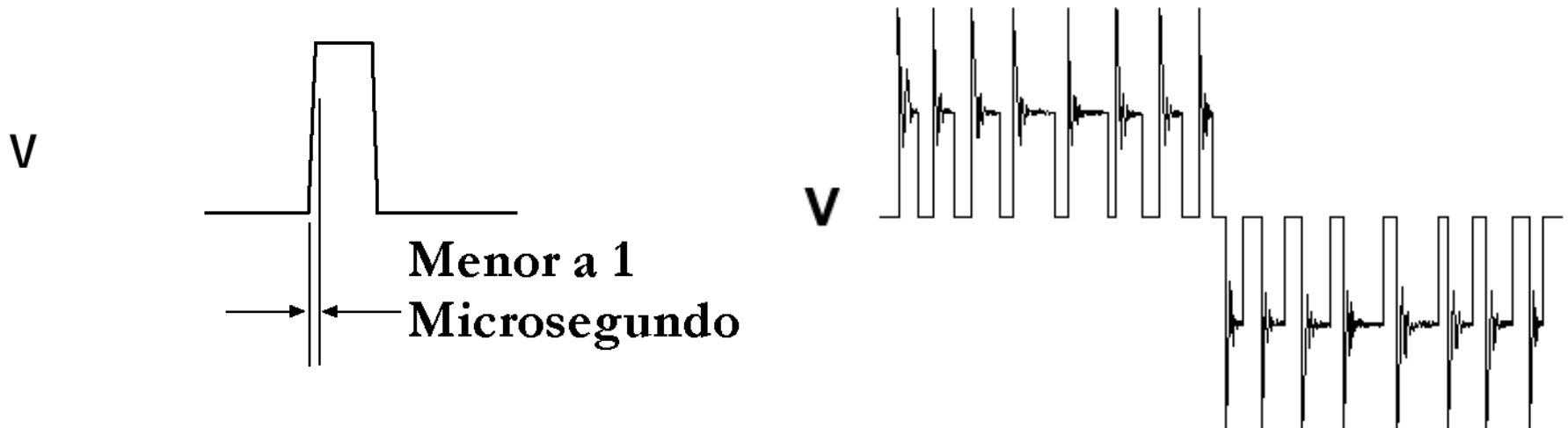
- Incremento de temperatura
- Picos de voltaje
- Incremento del ruido del motor
- Desgaste en los rodamientos

Diseño vs. Utilización

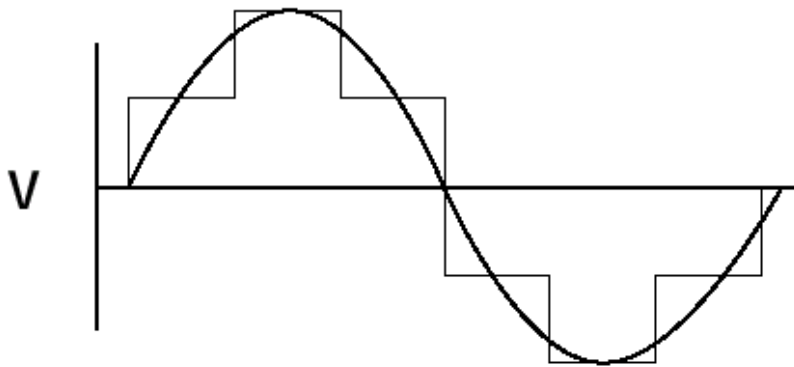
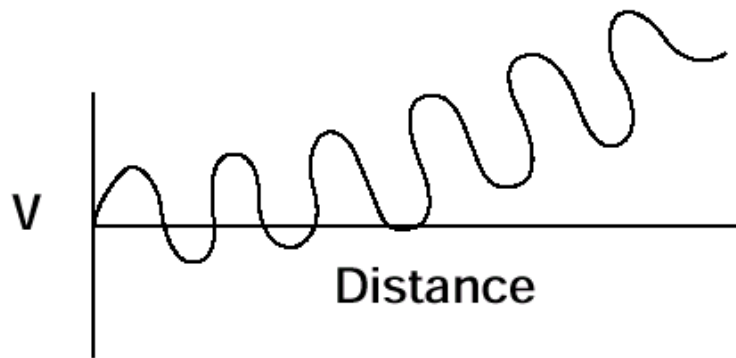


- Los motores fueron diseñados para ser utilizados con fuentes de energía senoidales pero los inversores de frecuencia son fuentes de energía de pulsos cuadrados.

¿Como Se Comportan Los Pulsos?

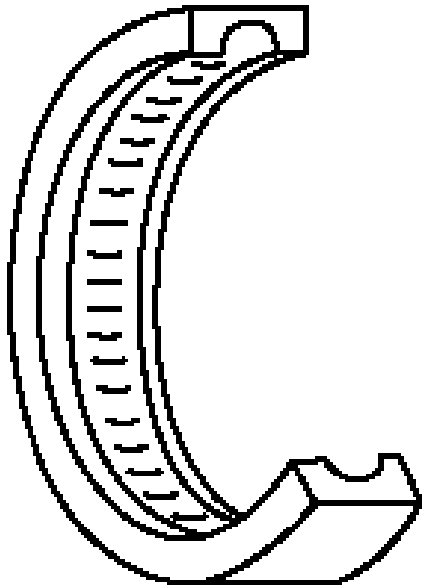


- Los tiempos de subida del flanco del pulso son muy cortos y los sobre impulsos pueden ser cercanos al doble del voltaje del bus de DC.



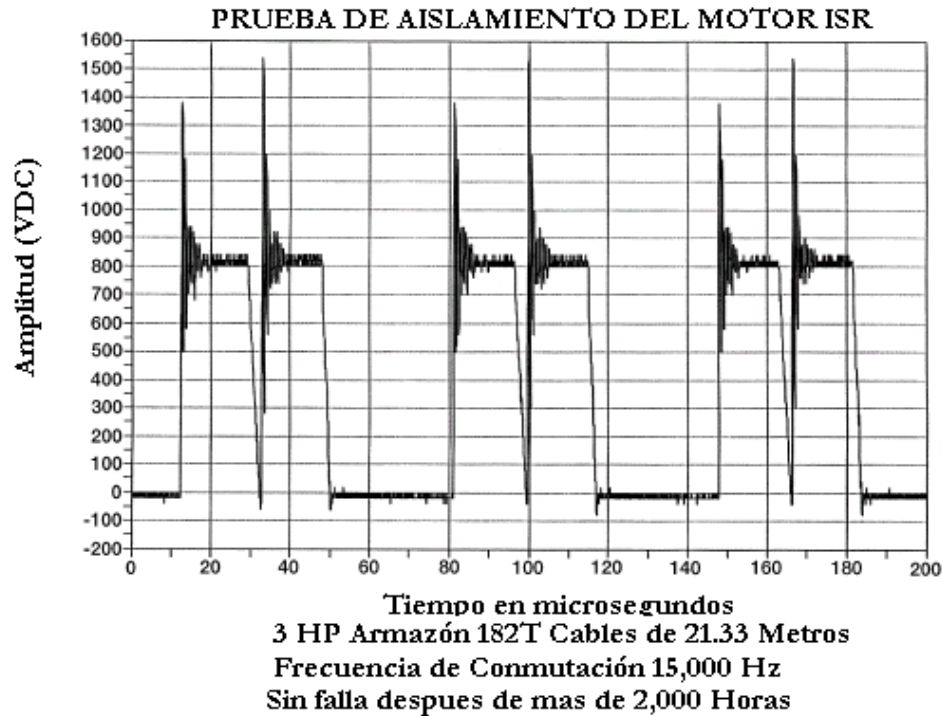
- La resonancia puede lograr que en una línea de transmisión de energía de 460 VAC puedan haber en las terminales del motor 2000 VAC
- Cualquier onda que no sea senoidal genera calor en los devanados

Arqueo Entre Rotor Y Rodamientos



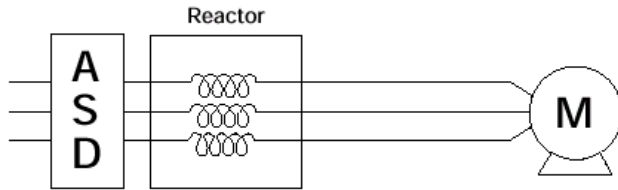
- Las altas frecuencias de conmutación y sobre impulsos de voltaje pueden originar diferencias importantes de potencial y a su vez arqueos entre rotor y rodamientos

Soluciones Sugeridas

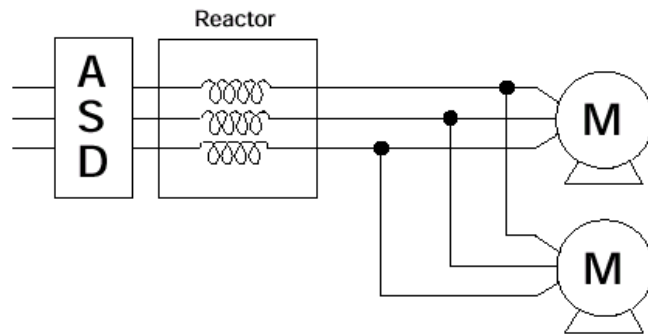


- Utilización del alambre magneto ISR (Inverter Spike Resistance)

Soluciones Sugeridas



- En distancias largas entre control y motor es necesario la utilización de reactores de carga



Soluciones Sugeridas

- Instalación de filtros pasa bajos.
- Sobre dimensionamiento del motor.
- Conexión de la flecha a tierra.
- Disminución de ruido aumentando la frecuencia de conmutación.

Diseñando Con Confiabilidad

- ¿qué tipo de carga va a moverse?

– PAR VARIABLE	PAR CONSTANTE	POTENCIA CONSTANTE
– Ventiladores	Bandas transportadoras	Máquinas herramientas
– Bombas centrífugas	Mezcladoras	Esmeriles
– Sopladores	Compresores	Centrífugas
- ¿qué rangos de velocidad se requieren?
 - 2 a 1, 3 a 1, 10 a 1, 100 a 1,
- ¿qué distancia existe entre el control y el motor?
 - Corta (Menor a 5 mts), Media, Larga (más de 60 mts)

Diseñando Con Confiabilidad

- ¿qué tipo de ambiente existe?
 - Aspectos importantes son: Altitud, temperatura ambiente, humedad, si se lava seguido el motor, o si esta en un ambiente químico, líquidos o polvos explosivos, etc.

Selección Del Motor Correcto



- Motores de propósito general “abiertos a prueba de goteo” y súper eficientes

Selección Del Motor Correcto

- Motores para inversor



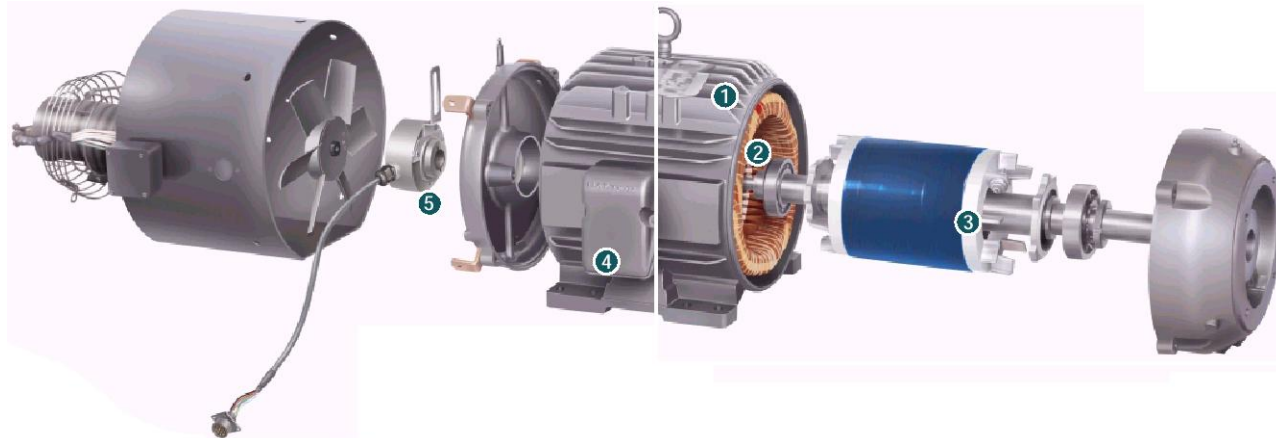
Selección Del Motor Correcto



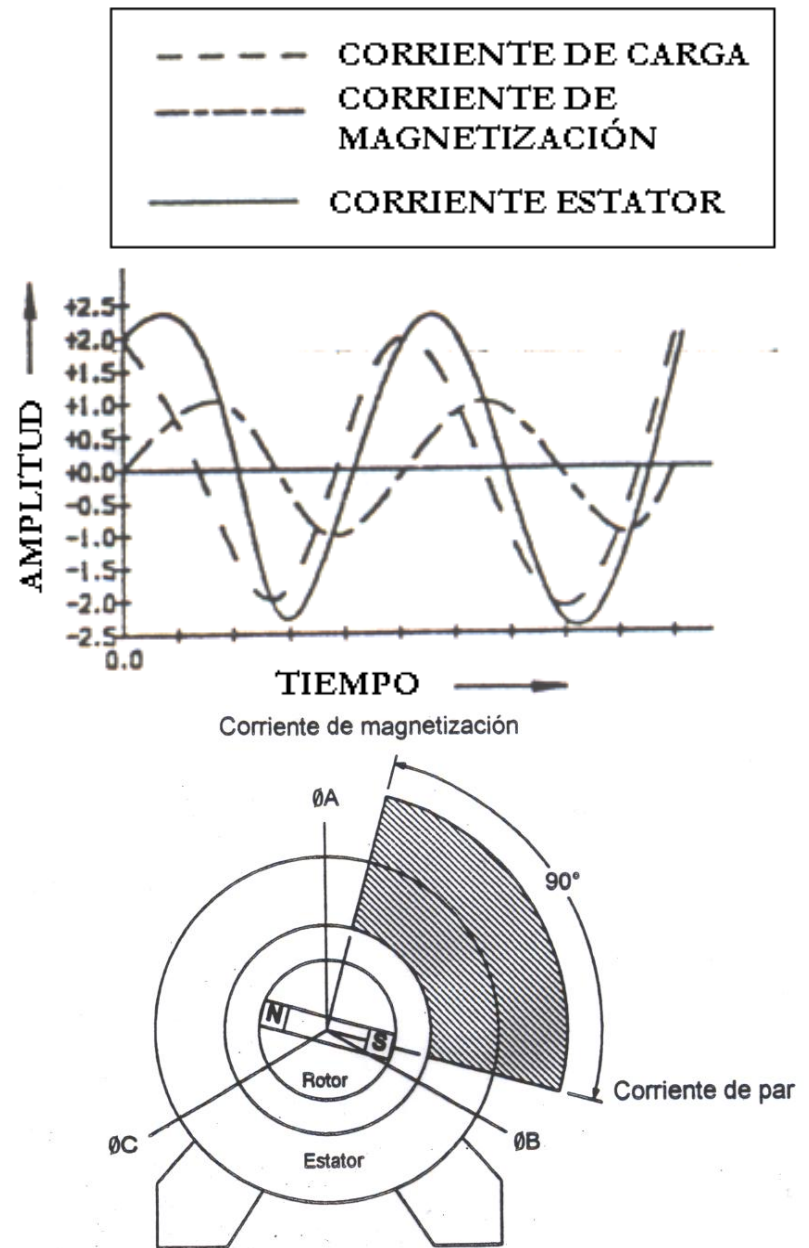
- Motores de propósito definido

Vectoriales

- Son inversores de lazo cerrado en los cuales se monitorea la velocidad real del motor mediante algún dispositivo, generalmente encoder.



- En estos controles se mantiene un Angulo de 90° entre los campos del estator y del rotor logrando máximo par aun en velocidad cero, mejorando incluso el desempeño de CD.



Vector vs Inversor

- Modo velocidad o modo par
 - Regulación de 0.1%
 - Par constante desde velocidad cero
 - Incrementos de ajuste de velocidad desde 1 RPM
- Modo velocidad
 - Regulación del 3%
 - Par constante dependiendo del motor
 - Incrementos de velocidad desde 2 Hz