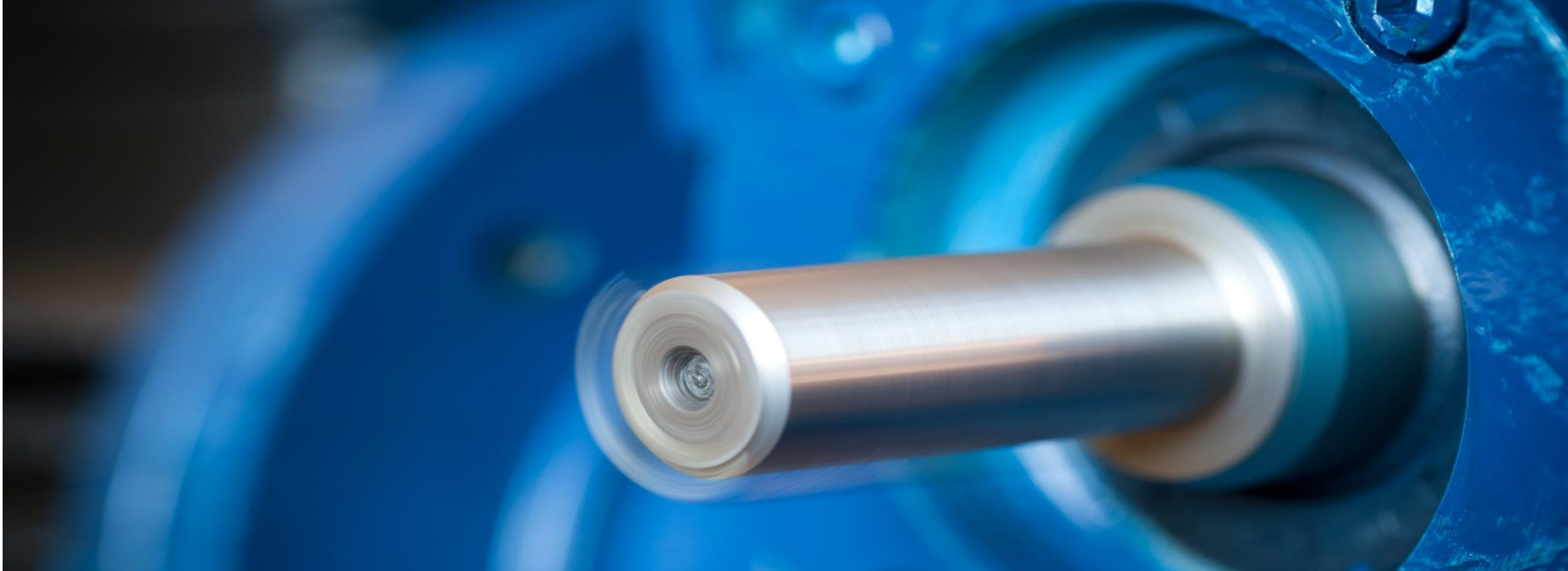




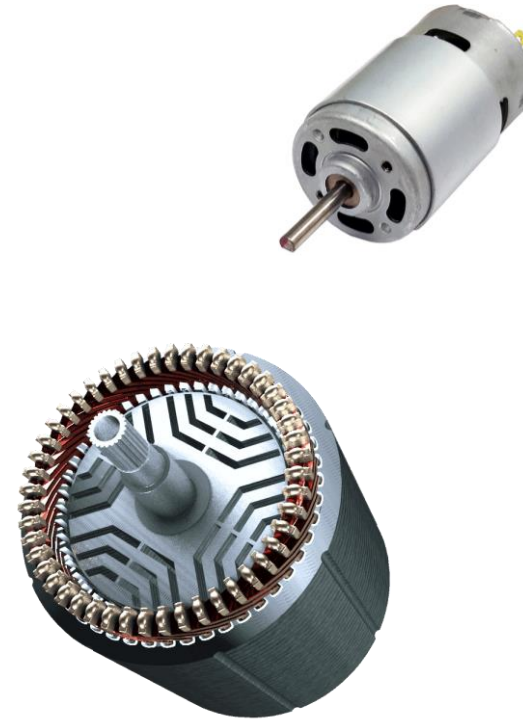
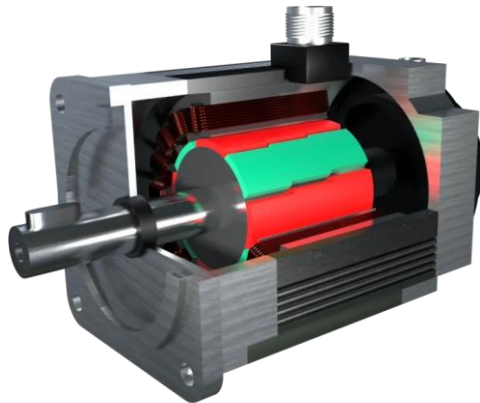
Funcionamiento, perturbaciones electromagnéticas y gestión de la eficiencia energética gracias a los convertidores de frecuencia para el control de motores eléctricos

Índice

- Tipos de motores
- Funcionamiento de un motor trifásico
- Tipos de arranque
- Funcionamiento de un convertidor de frecuencia
- Tipos de cargas y aplicaciones de un convertidor
- Tipos de aplicaciones de convertidores
- Clase energética de motores eléctricos
- Accesorios para la instalación
- Ayuda a la selección de convertidores y accesorios.

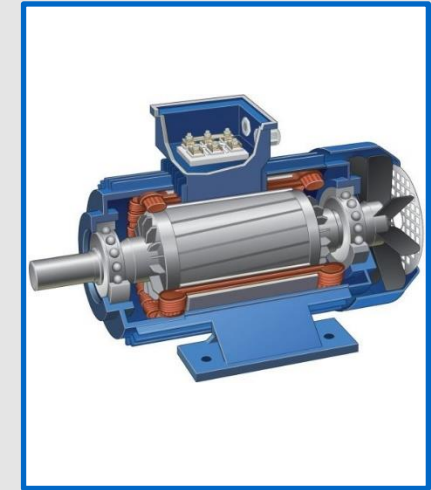
Motores que se utilizan en la industria

- Motores de corriente continua
- Motores Reluctancia síncrona
- Motores de CC sin escobillas
- Motores de imanes permanentes
- Motores síncronos
- Servomotores
- Motores de inducción trifásico (jaula de ardilla)



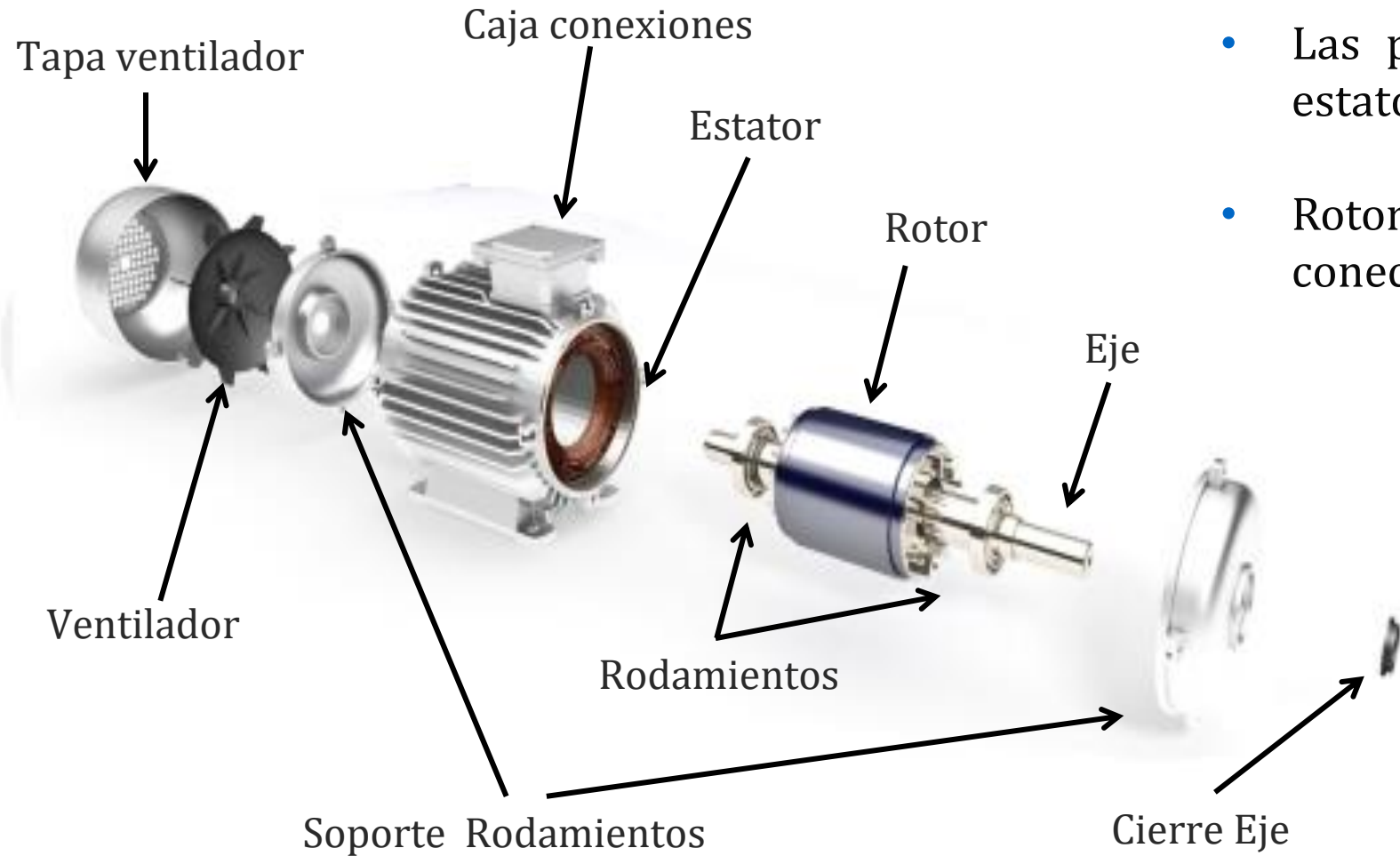
Motor de inducción trifásico

- El motor trifásico es el más importante y el más empleado en la industria.
- Son más pequeños, más ligeros e igualan la potencia de otros tipos de motores como los de combustión.
- El par de giro es elevado y constante, aparte que su rendimiento es más alto.
- No requieren de otros aparatos para construir sistemas y además, requieren de muy poco mantenimiento.
- Son escalables y por lo tanto se pueden construir a cualquier tamaño.



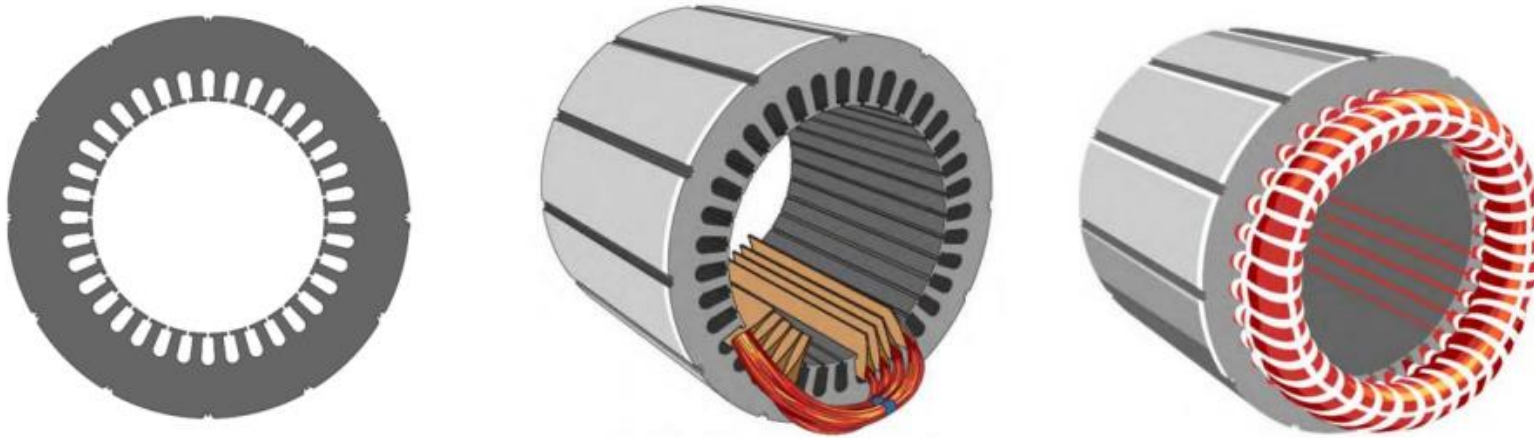
- ➔ Construcción y manipulación simples
- ➔ Protección de clase alta

Partes de un motor de inducción trifásico



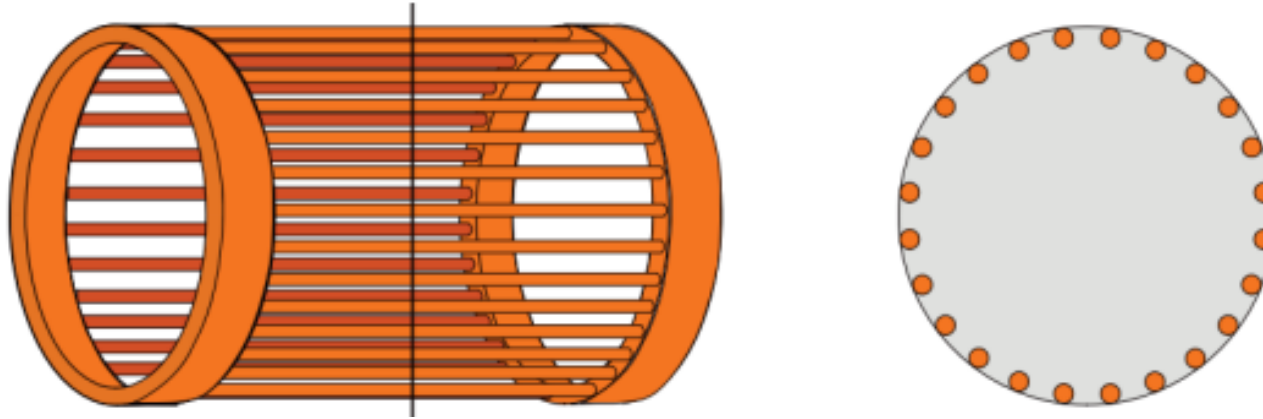
- Las partes principales son el Rotor y el estator.
- Rotor y estátor no están físicamente conectados

Estator - Construcción



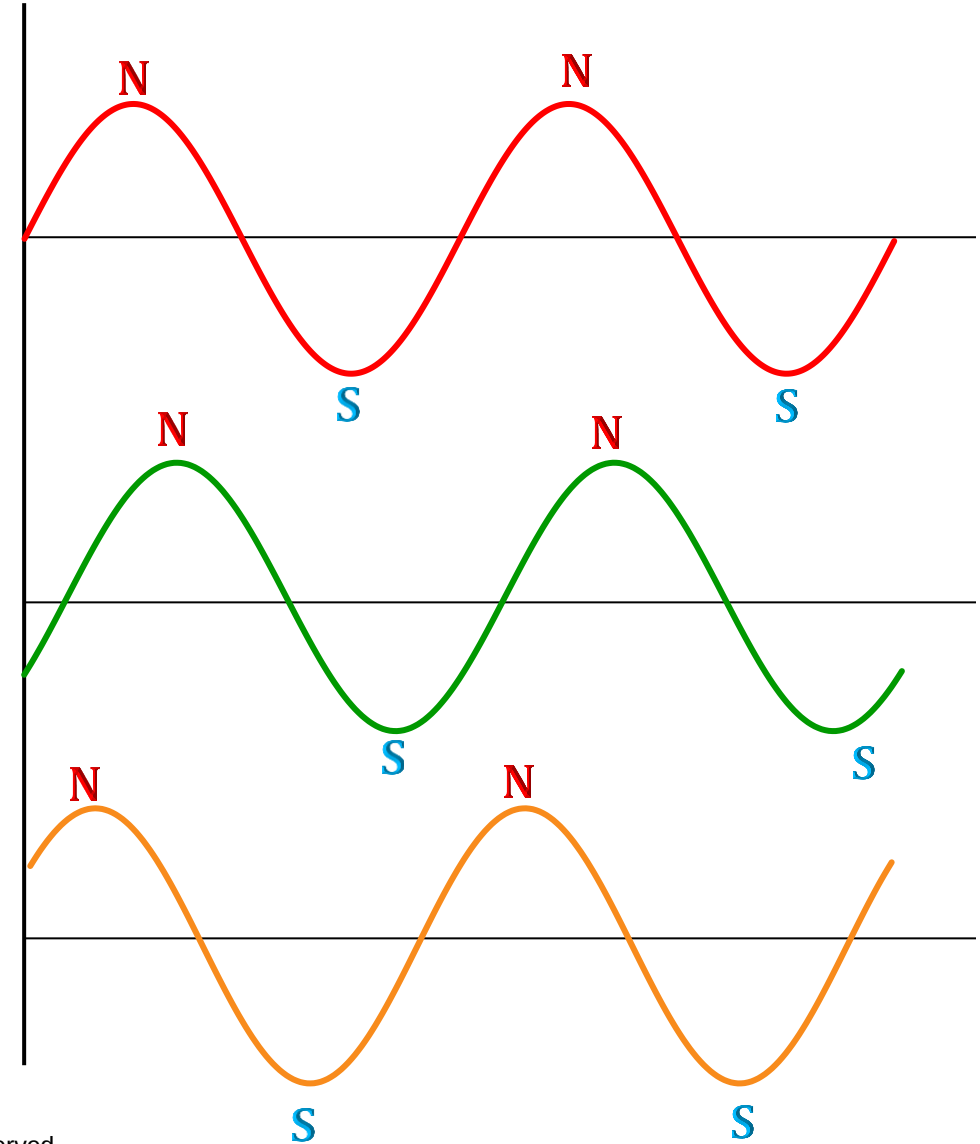
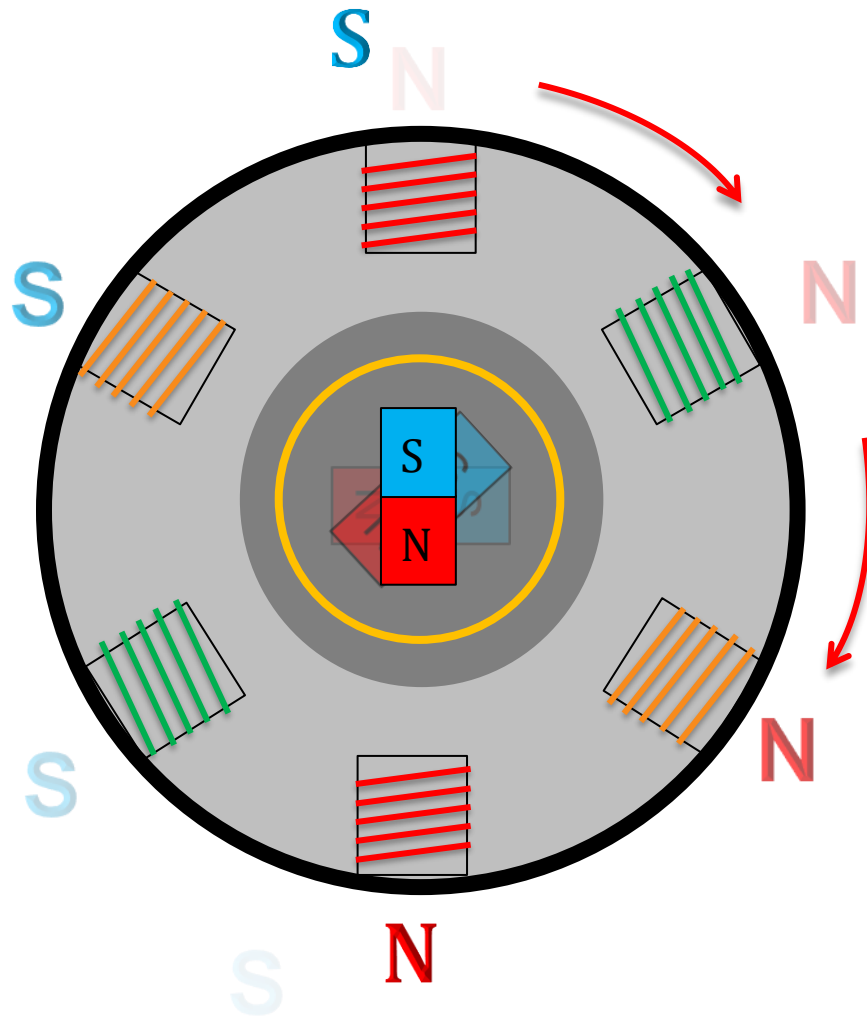
- Laminas acero ranuradas
- Carcasa de acero o hierro fundido
- Laminas material aislante
- Devanados / Bobinas a través de ranuras

Rotor

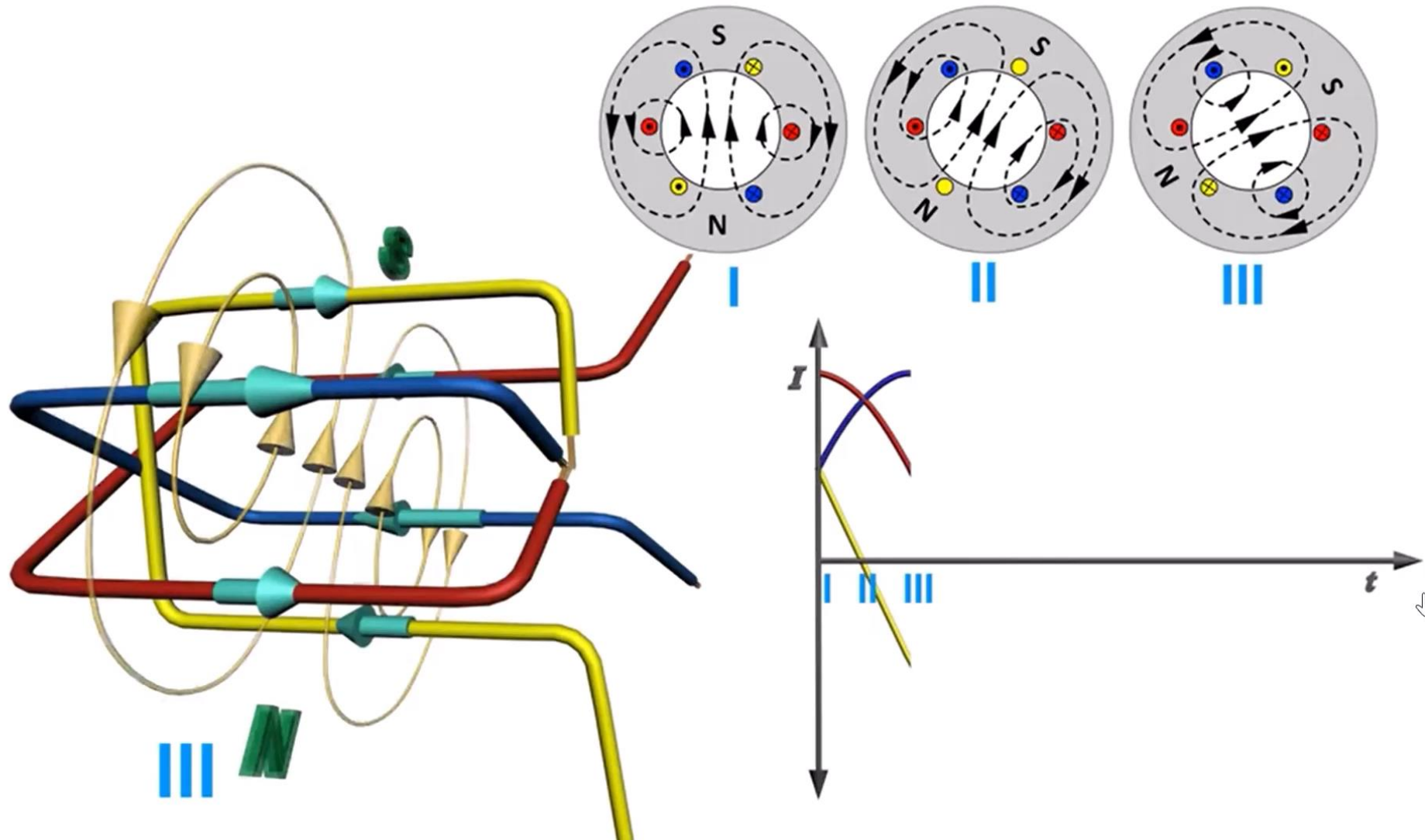


- Jaula de ardilla
- Inducción de corriente por el flujo magnético del estator
- Campo magnético giratorio

Conjunto - Funcionamiento



Conjunto - Funcionamiento



Tipos de arranque

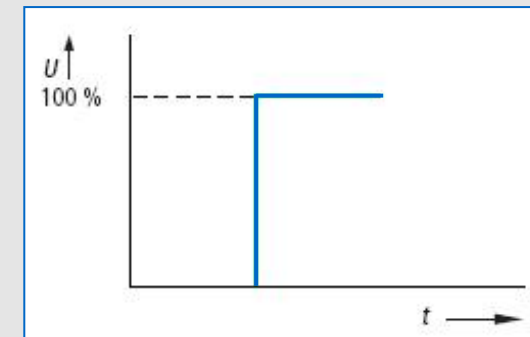
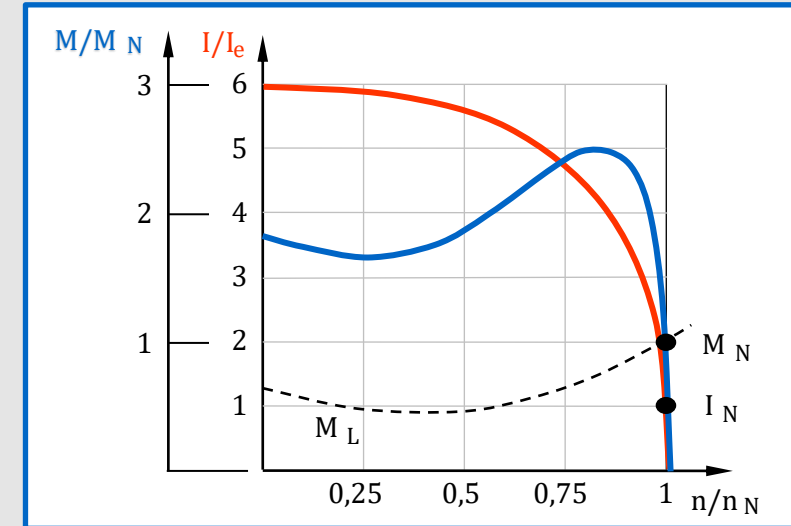
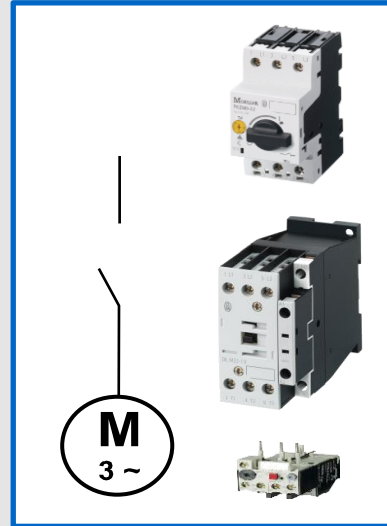
- Arranque directo
- Estrella - triángulo
- Arrancador suave
- Convertidores de frecuencia



Tipos de arranque

Arranque directo

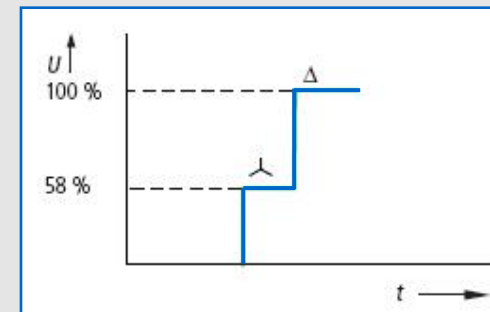
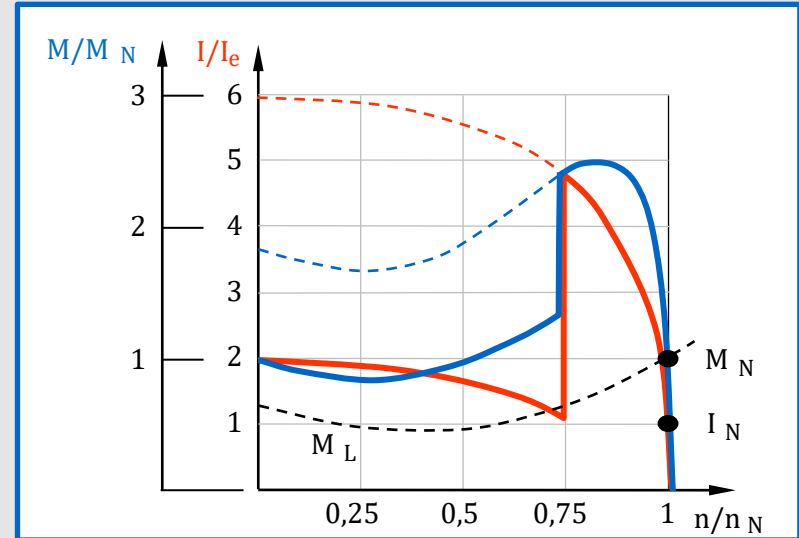
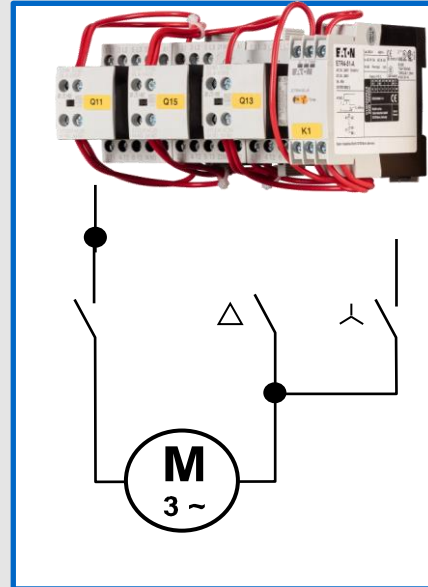
- Alto par de arranque
- Intensidad en el arranque elevada
- Alto estrés mecánico
- Baja complejidad de cableado
- Se suele emplear en motores pequeños
- I/I_e : 6 a 14A (IE3 hasta 20)
- M/M_n : 0,5 a 2,5 Nm



Tipos de arranque

Arranque estrella - triángulo

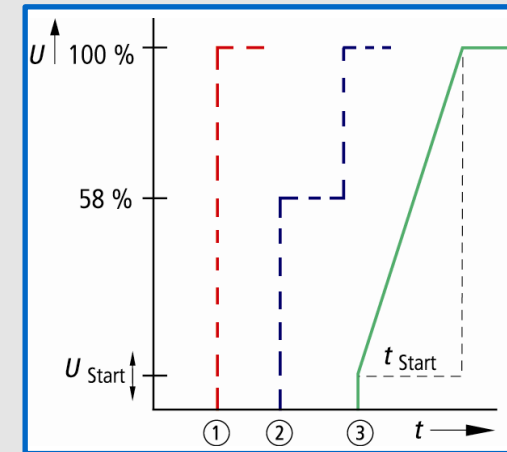
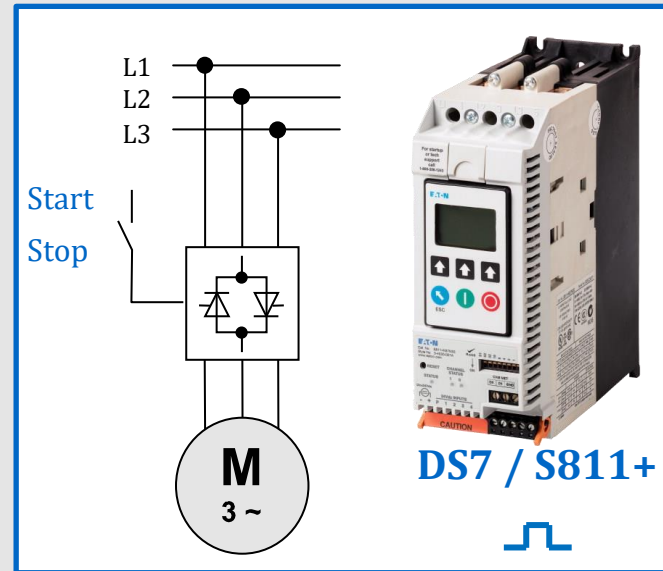
- Par de arranque reducido
- Intensidad de arranque reducida
- Alto pico de corriente inicial
- Mayor complejidad de cableado
- Se suele emplear en motores de tamaño medio
- I/I_e : 1,8 hasta 2,5
- M/M_n : 0,5
- Tipo de arranque más conocido



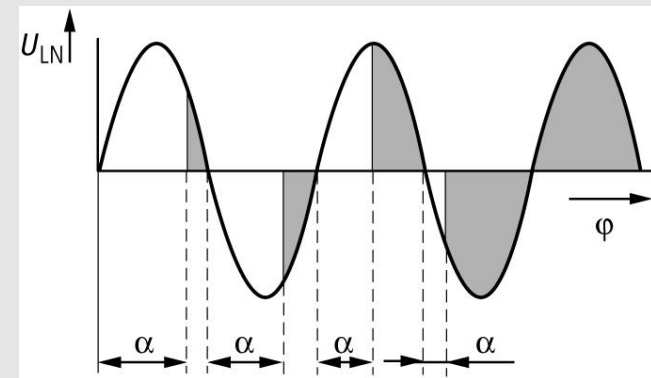
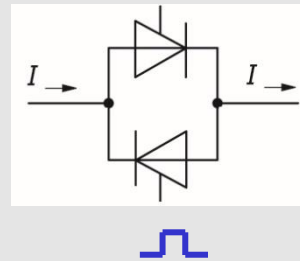
Tipos de arranque

Arrancador suave

- Arranque controlado por rampa
- Tiempo de rampa ajustable
- Par de arranque ajustable
- Posibilidad de controlar la parada
- I/Ie: 1 hasta 2 (regulable)
- M/Mn: 0,5 hasta 1 (regulable)

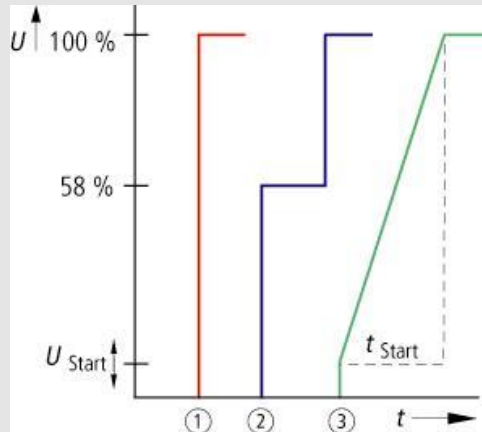


Incremento de voltaje
controlado en el tiempo

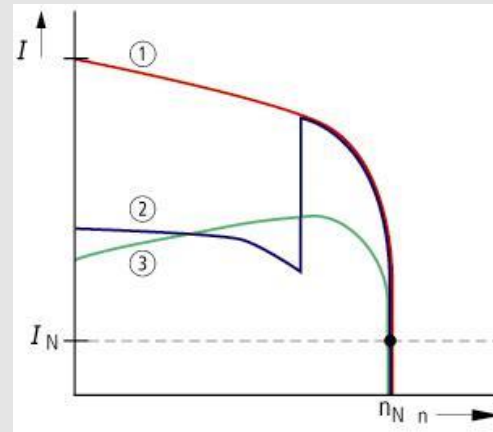


Tipos de arranque

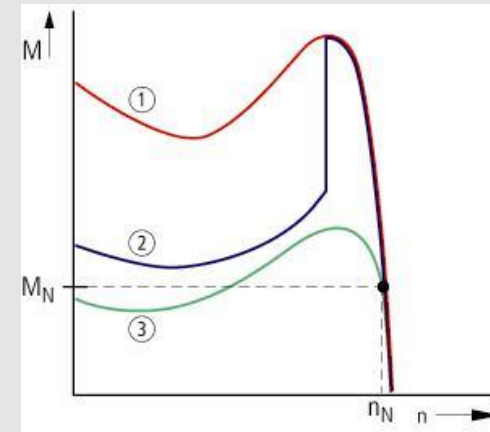
Comparativa



Tensión del motor

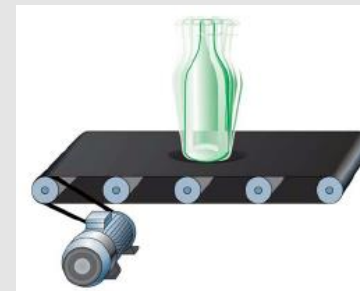


Intensidad del motor



Par del motor

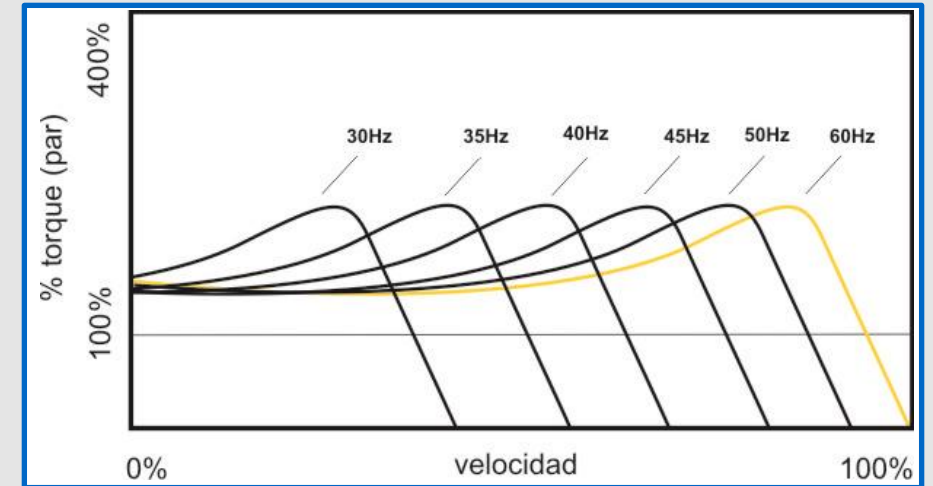
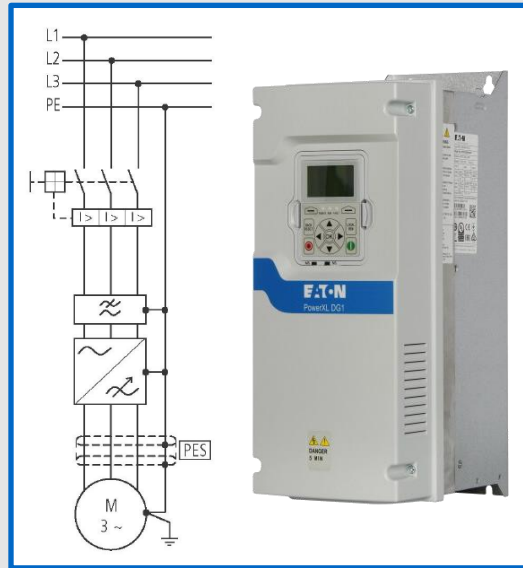
- ① Arranque directo
- ② Arranque estrella - triángulo
- ③ Arrancador suave



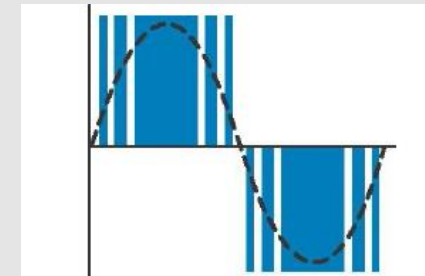
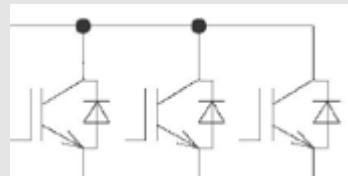
Tipos de arranque

Convertidor de frecuencia

- Control de velocidad del motor
- Control de par del motor (incluso a velocidad 0)
- Control de la tensión y la frecuencia
- Control PID



Control total de tensión y frecuencia



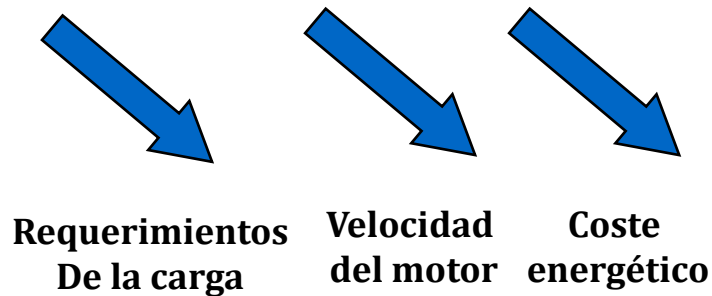
Convertidor de velocidad

Generalidades:



¿Por qué usar convertidores de frecuencia ?

- Controlarías la velocidad de tu coche, manteniendo un pie el acelerador y pisando a la vez el freno?.....
- Los convertidores de velocidad pueden reducir los costes energéticos y prolongar la vida de la instalación ajustando la velocidad del motor a los requerimientos de la carga.



¿Qué es un convertidor de frecuencia?

- Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.



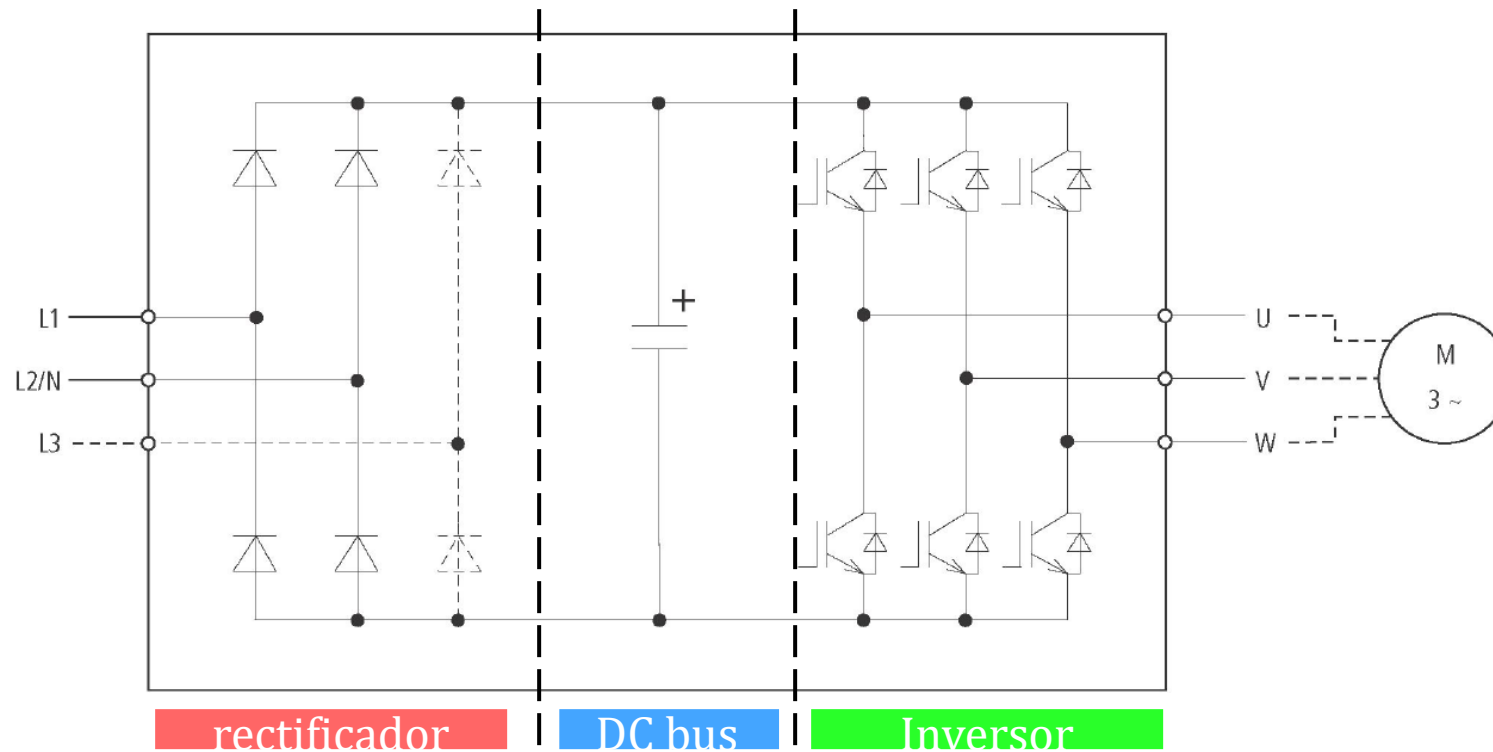
Descripción

- Dispositivo para controlar velocidad, par, fuerza/potencia, y dirección de un motor AC
- Convierte fuente de energía (3PH o 2PH) en una fuente ajustable en frecuencia y tensión para controlar un motor
- Convertidor de frecuencia, convertidor de velocidad, Variable Speed Drive, VFD, Drive, AFD, Adjustable Frequency Drive.....

Convertidor de frecuencia

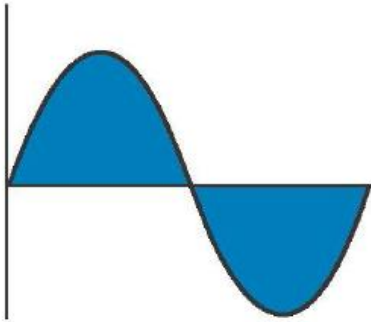
Funcionamiento

- Puente rectificador de diodos.
- Bus de continua.
- Circuito Inversor (IGBT).



Convertidor de frecuencia

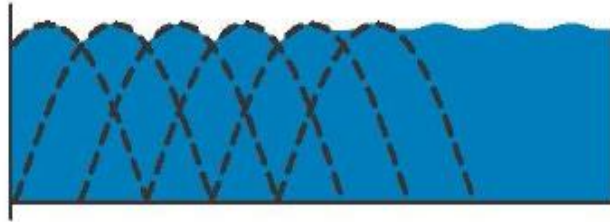
Funcionamiento (2)



AC

rectificad

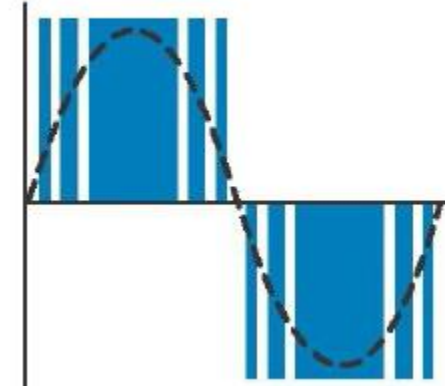
- Rectificador con alimentación monofásica o trifásica.



DC

DC bus

- Circuito intermedio DC
- filtrar tensión, y suministro potencia



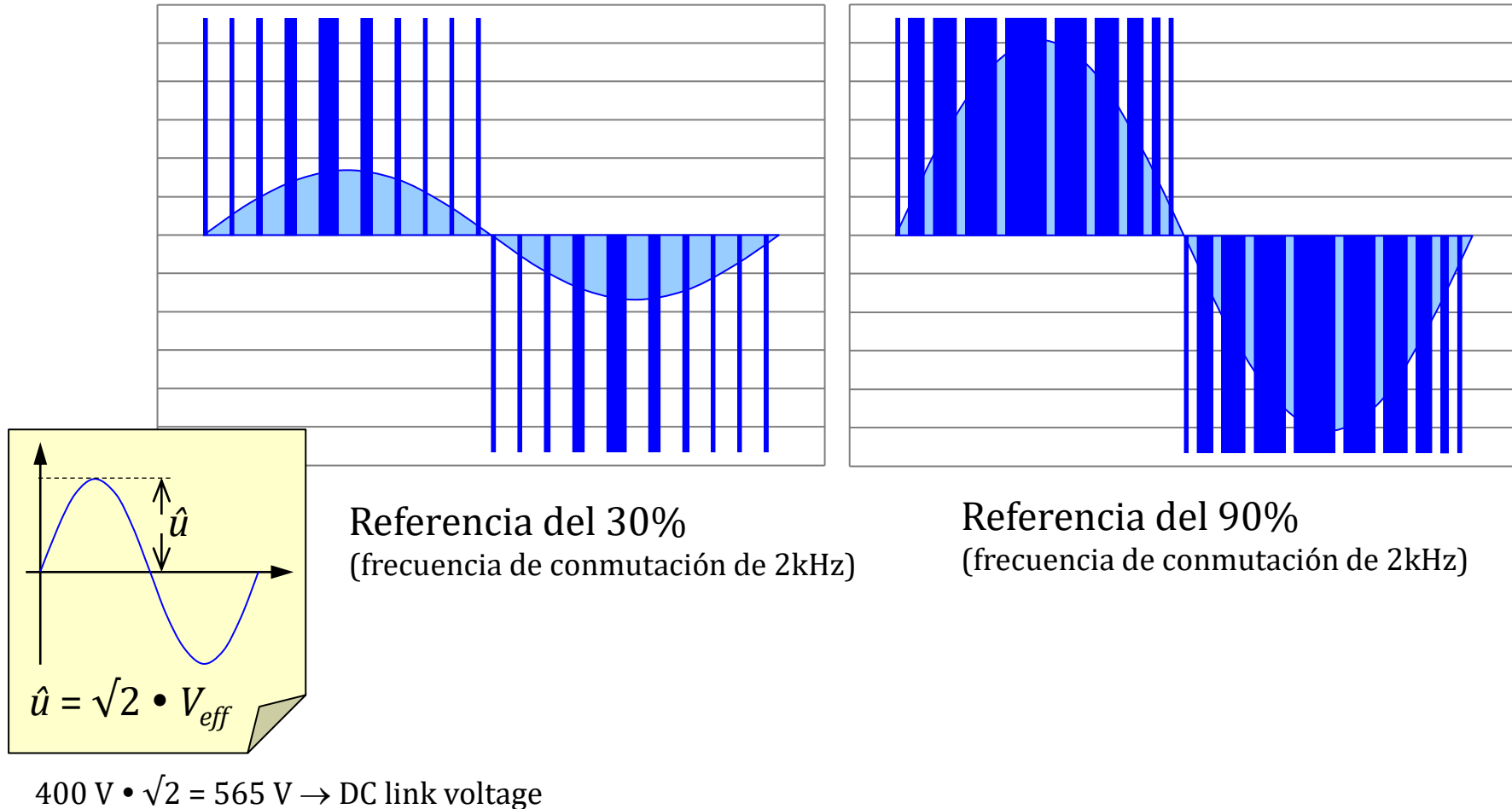
AC?? (PWM)

Inversor

- Inversor IGBT
- Ctrl. U/f
- Ctrl. Vectorial

Tensión en la salida

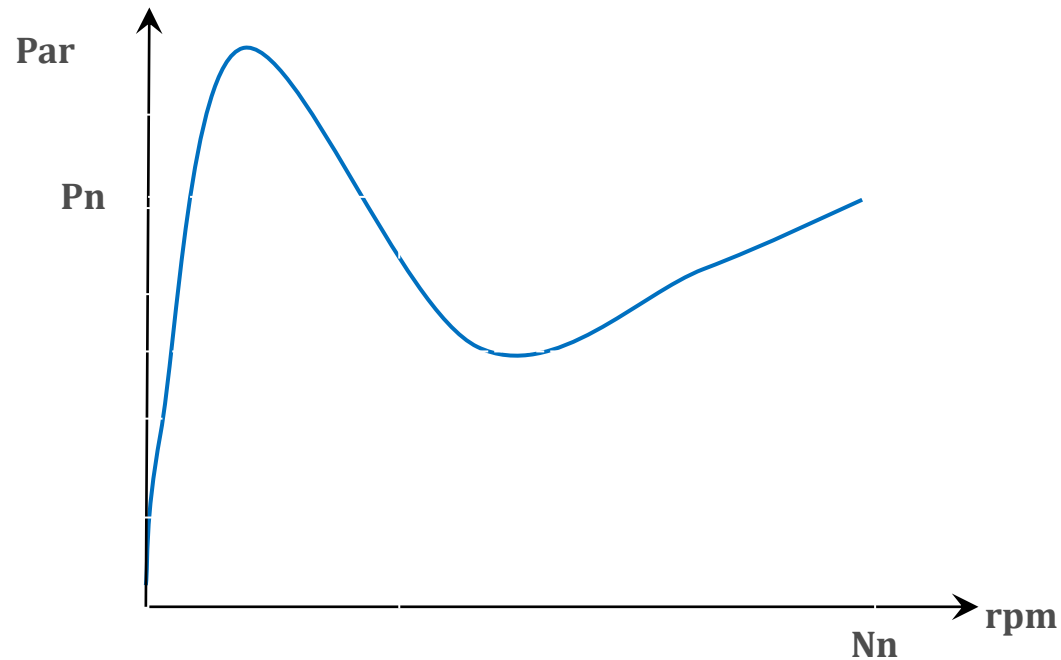
Modulación de ancho de pulso - PWM



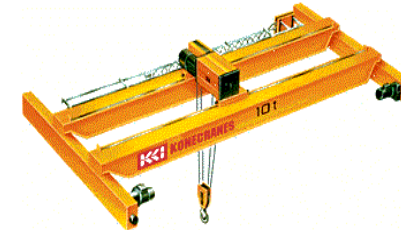
Tipos de cargas

Introducción

Par constante



- La resistencia que opone la carga es casi constante
- Se caracteriza por un fuerte par de arranque.



Cintas transportadoras, movimiento horizontal y vertical, maquinas de corte ...

Aplicaciones de Par Constante

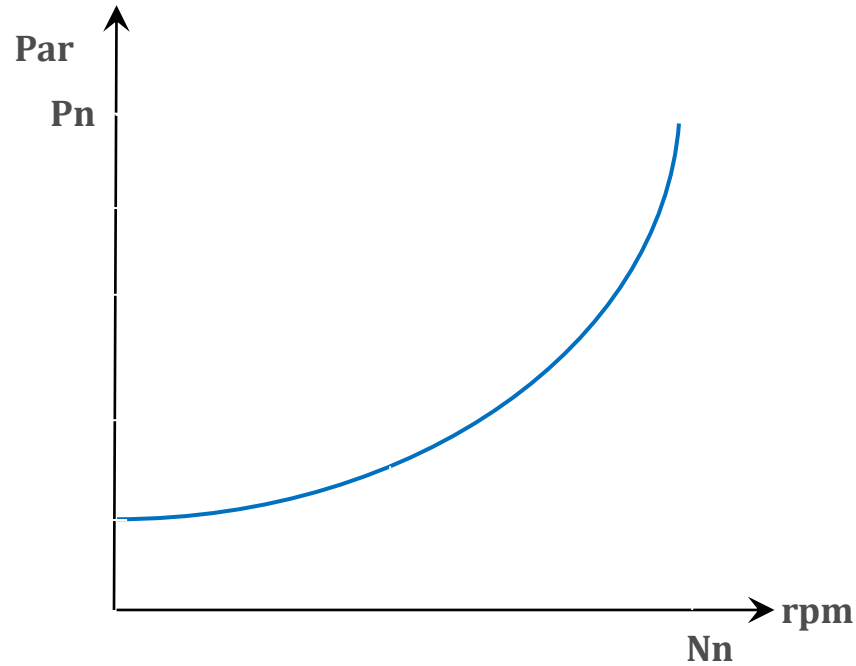
- Aplicaciones típicas:
 - Cintas transportadoras,
 - Movimiento horizontal y vertical, Máquinas de corte,...
- Qué necesita una aplicación de par constante?
 - **Robustez:** que indistintamente de la carga de la aplicación:
 - siempre tenga fuerza suficiente para arrancar.
 - Tenga capacidad para soportar fuertes golpes de par en todo el movimiento
 - Que nunca pueda haber un desprendimiento o descontrol de la carga.
 -
 - **En algunos casos funciones específicas:** para adaptarse a los requerimientos de las diferentes aplicaciones:
 - **Control de freno** → aplicaciones en grúas
 - **Control de par** → aplicaciones de bobinado
 - **Mantenimiento de par a velocidad cero** → grúas
 - **Trabajo a velocidades próximas a cero** → ej. Aplic. Con grandes reductoras
 -



Tipos de cargas

Introducción

Par variable



- La resistencia que opone la carga varía con el cuadrado de la velocidad $M=KN^2$
- Se caracteriza por un par de arranque casi insignificante.



Ventiladores para la extracción de humos, renovación de aire... y **bombas** para dosificación, elevación, circulación, aspersión y distribución de fluido.

! Importante ahorro energético en este tipo de aplicación

Aplicaciones de Bombeo y Ventilación

- Aplicaciones típicas:
 - **Ventiladores** para:
 - Extracción de humos, renovación de aire...
 - **Bombas** para:
 - Dosificación, elevación, circulación,
 - Aspersión, y distribución de fluido.
- Que necesita una aplicación de par variable?
 - Bajo consumo.
 - Periodo de amortización corto.
 - Flexibilidad para adaptarse a las necesidades de regulación



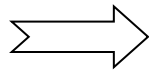
Tendencias en motores

Reglamento de la directiva Europea de motores de alta eficiencia

- **Fases de implementación (UE) 2019/1781**

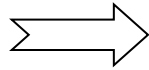
- **Fase 1 (Desde 1 de Julio, 2021):**

Potencias entre
0,12 y 0,75 kW



IE3

(Rendimiento Premium)

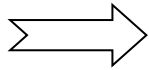


IE2 +



(Alto rendimiento)

Potencias entre
0,75 y 1000 kW

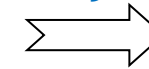


IE3

(Rendimiento Premium)

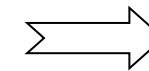
- **Fase 2 (Desde 1 de Julio, 2023):**

Potencias entre
75 y 200 kW



IE4

(Rendimiento Super Premium)

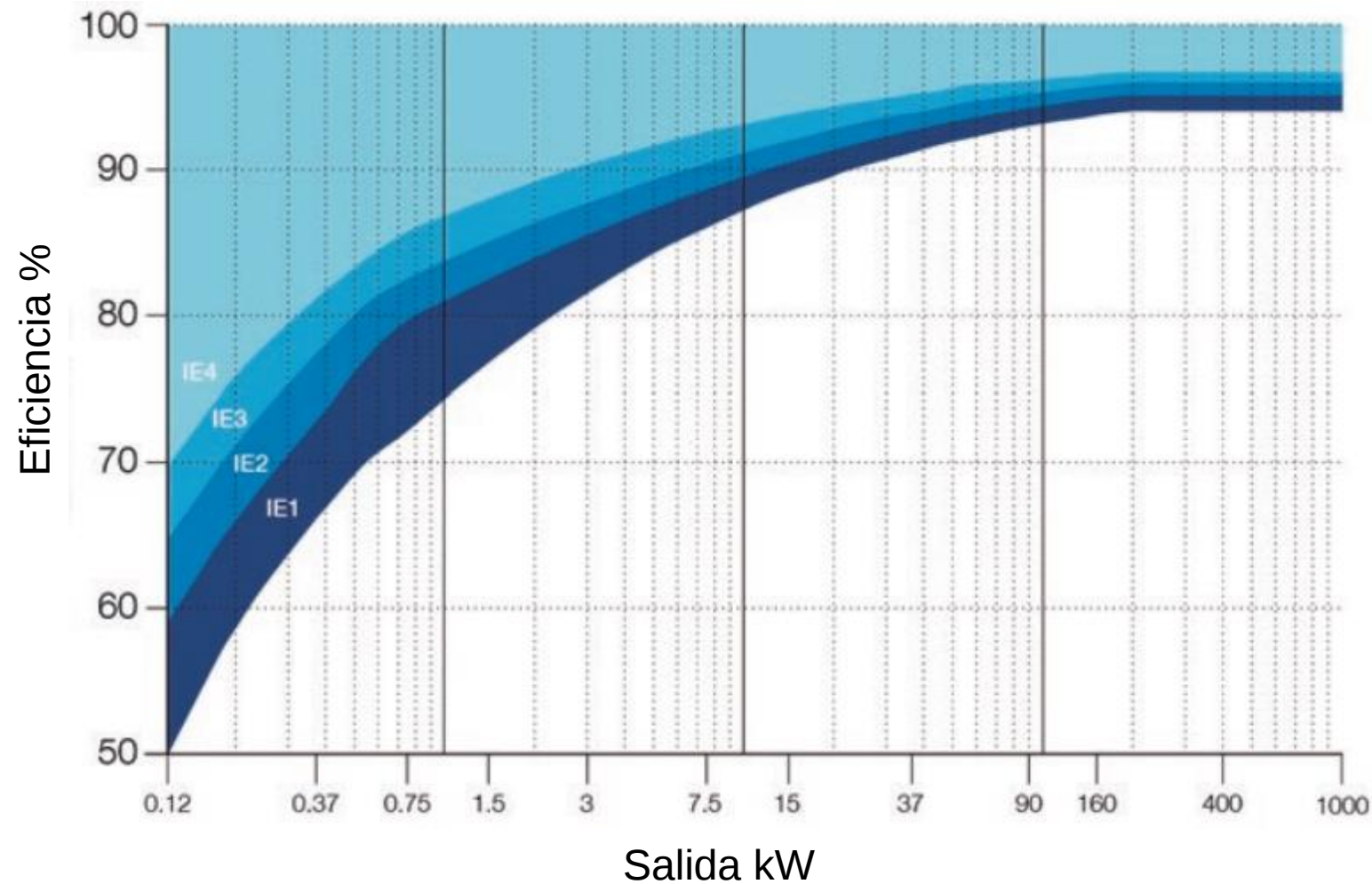


IE4 +



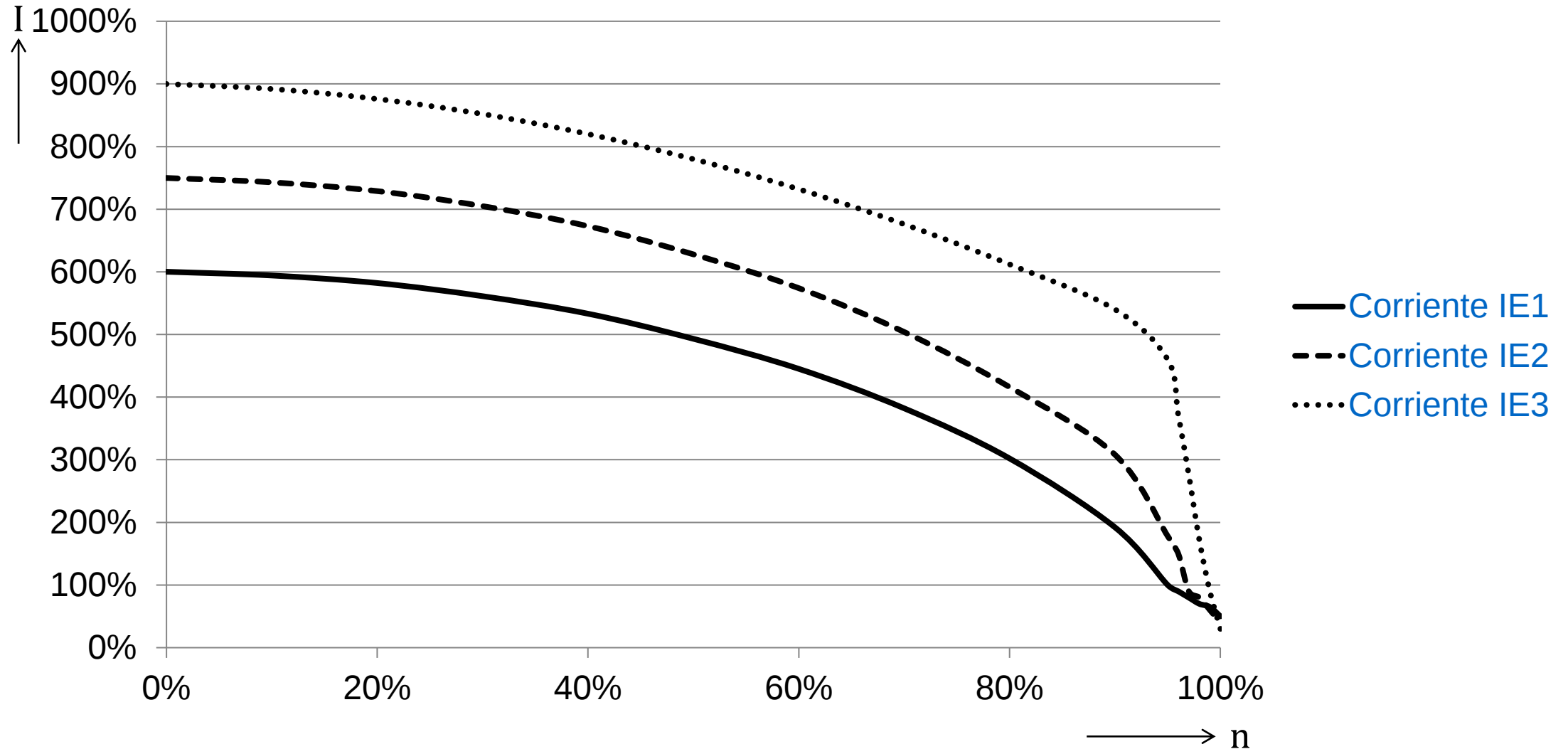
Arranque directo (DOL)

Eficiencias motores (IE1, 2 ,3, 4)



Arranque directo (DOL)

Corriente de arranque motores IE1...IE3



Arranque directo (DOL)

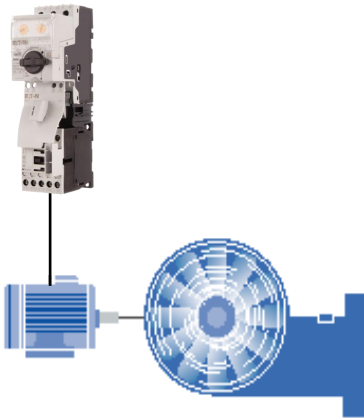
Corriente de arranque motores IE1...IE3

Ejemplo de un ventilador con regulación de caudal

Sin convertidor de velocidad

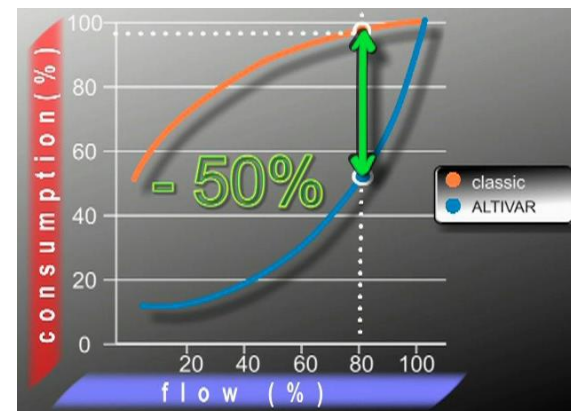
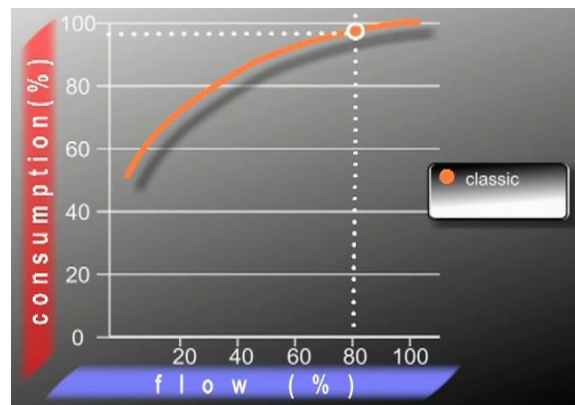
- Regulación del caudal por válvula de salida

Al 80% del caudal nominal, la **potencia consumida es el 95%** de la nominal.



Con convertidor de velocidad

- Regulación del caudal por el convertidor ajustando la velocidad
- al 80% del caudal nominal, **la potencia consumida es del 50%** de la nominal

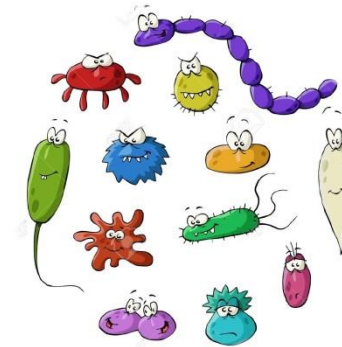


Importante ahorro en potencia activa !

Accesorios para la instalación del convertidor

Compatibilidad RCD

- PDS (Power Drive System) genera permanentemente corrientes de fuga y, en caso de fallo, fallos de corriente a tierra.
- Existen diferentes tipos de Diferenciales
- Se debe comprobar la compatibilidad cuando se utilizan diferenciales en combinación con convertidores de frecuencia



Accesorios para la instalación

Protección diferencial

- Para Eaton esto significa:
 - Convertidores monofásicos: Diferencial tipo A* o B
 - Convertidores trifásicos: Diferenciales tipo B o tipo F
- En caso de que se elija erróneamente el Diferencial puede suceder que quede “cegado” por corrientes continuas y no se dispare nunca más, !incluso cuando la corriente de fuga sea AC!



CLASE AC



CLASE A



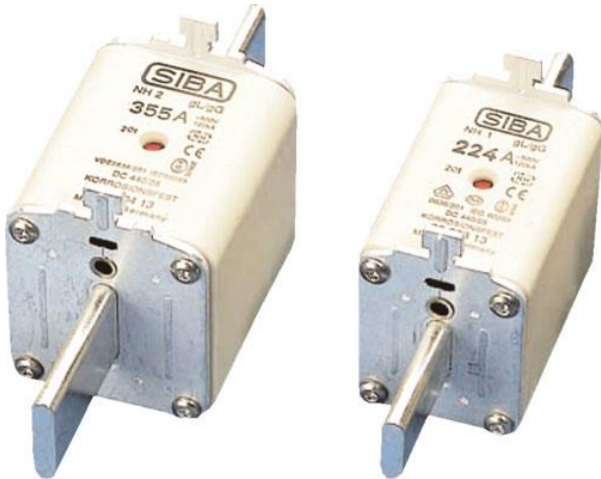
CLASE B

*El fabricante del convertidor de frecuencia indica qué diferencial utilizar en cada caso

Accesorios para la instalación

Protección magnetotérmica

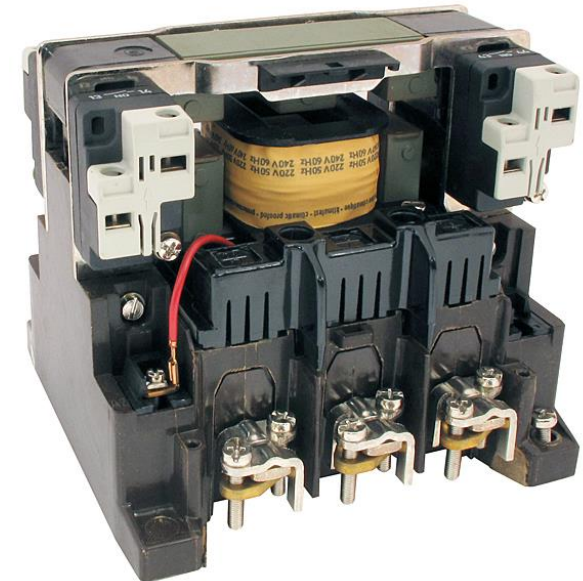
- Protección magnetotérmica
 - No es necesaria una protección térmica
 - Lo aconsejable y mas económico es proteger el CF con una protección magnética (fusibles)
 - Al conectar varios motores en paralelo a la salida del CF, deberán protegerse de forma individual.



Accesorios para la instalación

Contactor de línea

- Contactor de Línea
 - No es imprescindible para el funcionamiento del convertidor de frecuencia
 - No es aconsejable utilizar el contactor de línea para iniciar el funcionamiento del convertidor de frecuencia.
 - Solo es necesario para la desconexión de seguridad del convertidor de frecuencia de la red o si protegemos el convertidor por fusibles no seccionables.
 - La clase del contactor aguas arriba del convertidor debe seleccionarse como AC-1, no AC-3



Accesorios para la instalación

Filtro EMC

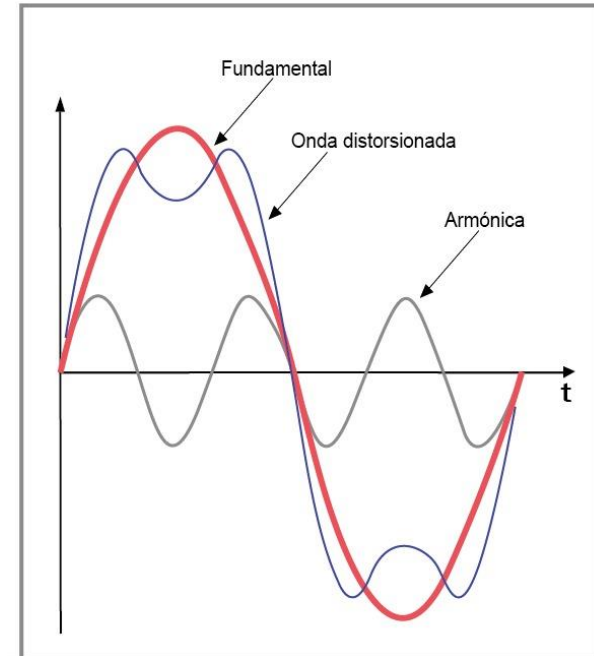
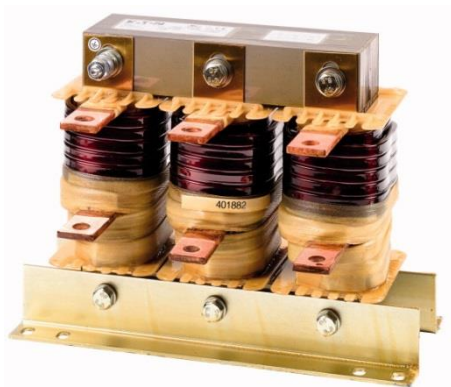
- Filtro EMC (RFI)
 - Se utiliza para cumplir con la EMC (Compatibilidad Electromagnética) y eliminar las perturbaciones RFI (Interferencias de radiofrecuencia) que pueden ocasionar perturbaciones en equipos electrónicos.
 - En Europa todas las aplicaciones deben cumplir con la norma IEC/EN61800-3 por lo que es imprescindible el filtro EMC,
 - Todas nuestras gamas de CF llevan filtro incorporado aunque puede pedirse sin él.
 - Estas perturbaciones pueden causar malfuncionamiento pero no causan averías.



Accesorios para la instalación

Reactancia de entrada

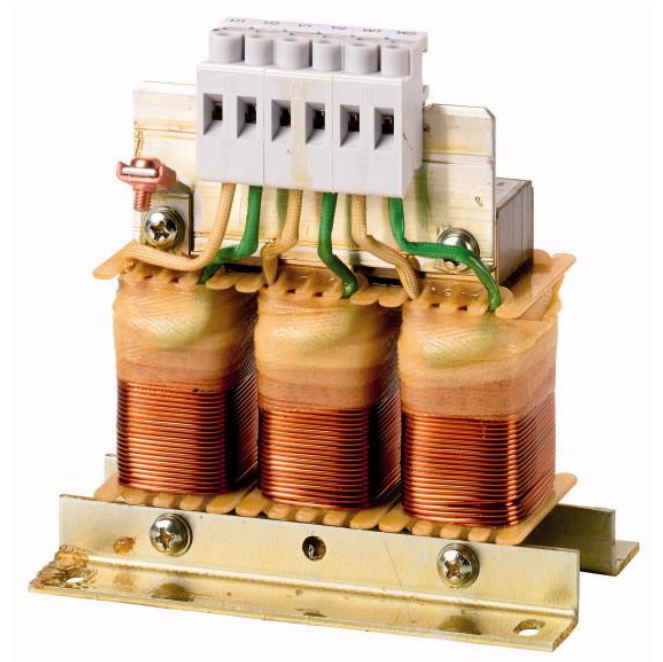
- Reactancia de entrada (Choke)
 - Se utiliza para “paliar” las perturbaciones que pudieran haber en la tensión de red con el fin de proteger al convertidor de frecuencia, sobre todo en sobretensiones
 - Otra función es disminuir el %THD (Distorsión Armónica Total) que puede provocar:
 - Calentamiento en el convertidor de frecuencia, motor, cables, etc.
 - Disparo intempestivo de interruptores automáticos
 - Deterioro de equipos electrónicos que se encuentren cerca del CF.



Accesorios para la instalación

Reactancia de salida

- Reactancia de salida (motor)
 - Se utiliza para “paliar” las oscilaciones en la intensidad y la tensión causadas por:
 - Una distancia excesiva entre el CF y el motor
 - Conexión de varios motores en paralelo accionados por un mismo CF



Accesorios para la instalación

Filtro sinusoidal

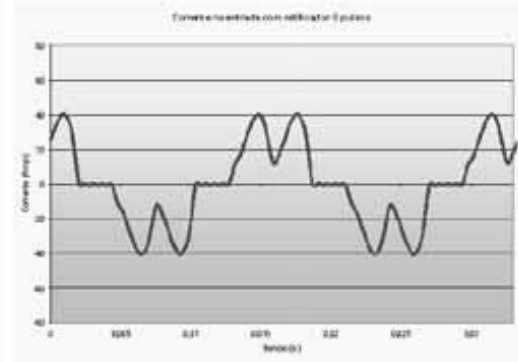
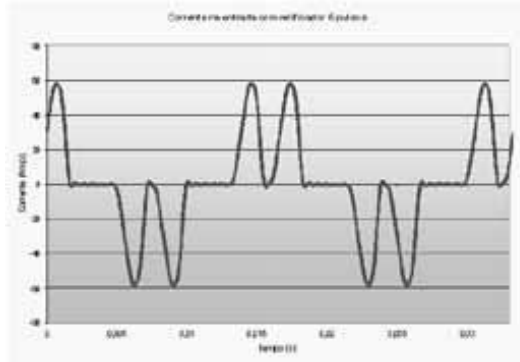
- Filtro sinusoidal
 - Se utiliza para eliminar las oscilaciones en la intensidad, la tensión y la frecuencia causadas por una distancia entre el CF y el motor superior a 100m*
 - El filtro sinusoidal incluye una reactancia de salida y un rectificador que convierte la señal cuadrática de salida del convertidor de frecuencia en una onda senoidal perfecta.



Accesorios para la instalación

Rectificador

Corriente a la entrada del convertidor

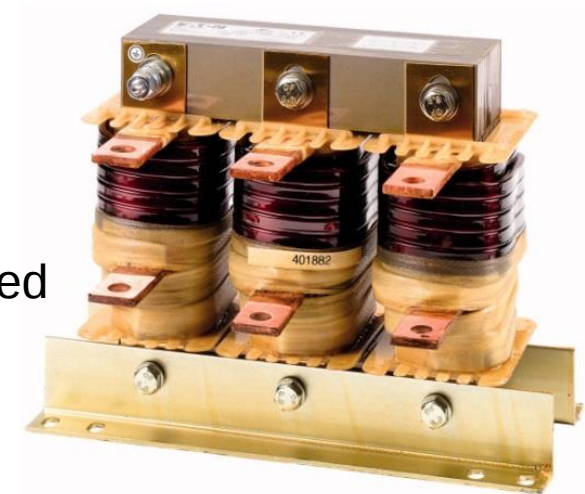
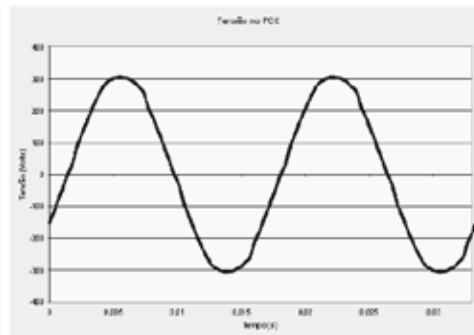
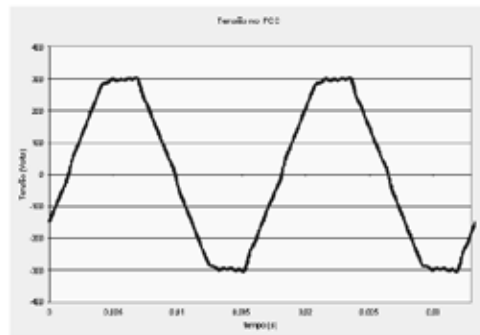


Sin reactancia de red



Con reactancia de red

Tensión a la entrada del convertidor



Accesorios para la instalación

Resistencia de frenado

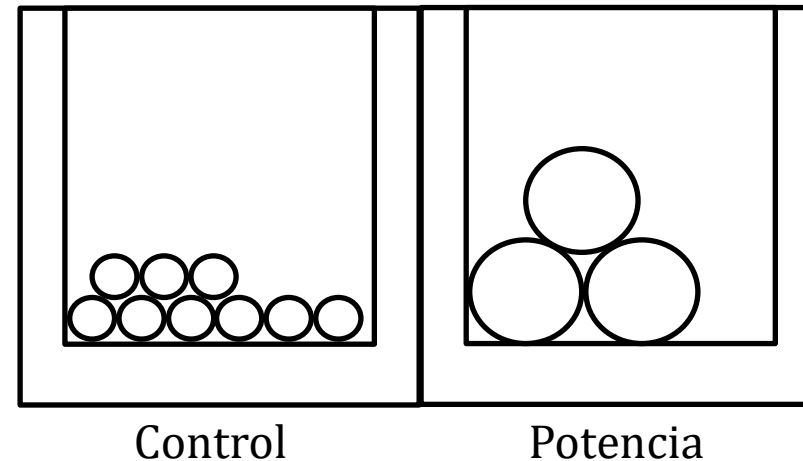
- Resistencia de frenado
 - Por defecto, el convertidor de frecuencia dispone de una función de parada con un tiempo ajustable. El variador intentará frenar la carga hasta su completa detención.
 - Dependiendo de la inercia de dicha carga esta operación será imposible sin la ayuda de una resistencia de frenado externa.
 - Para ello necesitamos que el convertidor de frecuencia disponga de un transistor de frenado “chopper”
 - Esto activará la resistencia en el momento que necesitemos disminuir la velocidad para absorber la tensión generada por la inercia del motor.



Accesorios para la instalación

Cableado

- Cableado
 - Para una conexión EMC adecuada los cables emisores de interferencias (motor, analógicas, medición) deben de ser apantallados y cablearse por separado los unos de los otros.
 - Control y potencia por canalizaciones independientes.
 - El cable apantallado reduce la distancia máxima entre el convertidor y el motor



Herramienta web

- <http://configurators.eaton.eu/powerxl/>

PowerXL(TM) Variable Frequency Drives

Selection

You may begin the selection process by choosing any attribute.

With all attributes defined, there will be one solution.

Performance

☒ kW ☐ HP

Rated motor power

Any ▼

Input voltage

☐ 230 V (200-240 V) ☐ 400 V (380-480 V)

Phases input

☐ 1 ☐ 3

Output voltage

☐ 230 V (200-240 V) ☐ 400 V (380-480 V)

Phases output

☐ 1 ☐ 3

Clear filters

EMC filter

☐ Yes ☐ No

SLV control

☐ Yes ☐ No

Brake transistor

☐ Yes ☐ No

Integrated PLC

☐ Yes ☐ No

OLED display

☐ Yes ☐ No

Enclosure

Any ▼

Coated boards

☐ Yes ☐ No

Optional fieldbus modules

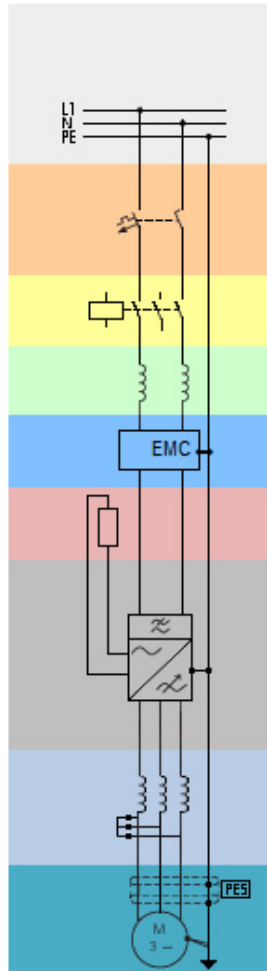
☐ Yes ☐ No

Herramienta web

PowerXL(TM) Variable Frequency Drives - DC1-127D0FB-A20N

Solutions [◀ Back to selection](#)

Mains voltage	1AC 230 V 50/60 Hz	
Fuse	16 (15)*0	A ⁰⁾
Protection device	FAZ-B16/1N	
Contactor	DILM7-10 (230V50Hz)	
Mains choke	DX-LN1-018	
EMC filter	DX-EMC12-014-FS2	
Brake resistor	DX-BR050-0K8	
VFD type	DC1-127D0FB-A20N	
FS	2	
Input current	13.9	A
Rated output current	7	A ¹⁾
Motor choke	DX-LM3-008	
Sine filter	DX-SIN3-010	
Rated motor power	1.5	kW



- Generación automática de materiales necesarios y opcionales

Article Number

Device	Article Number
FAZ-B16/1N	278648
DILM7-10 (230V50HZ,240V60HZ)	276550
DX-LN1-018	269497
DA1-127D0FB-A20C	169081
DX-BR050-200	174235
DX-BR050-0K8	171910

Soporte técnico:

Tutecnicoeaton@eaton.com

Correo para consultas generales:

marketingspain@eaton.com

