



Luis Antonio Gaite Díaz, Delegado zona Noroeste ABB DM

Eficiencia Energética Drives&Motors

Índice

- **Introducción a ABB**
- Teoría básica variadores de frecuencia
- Ahorro de energía gracias al uso de variadores de frecuencia
- Motores alta eficiencia
- Casos prácticos
- Demo

Algunos datos sobre el Grupo ABB

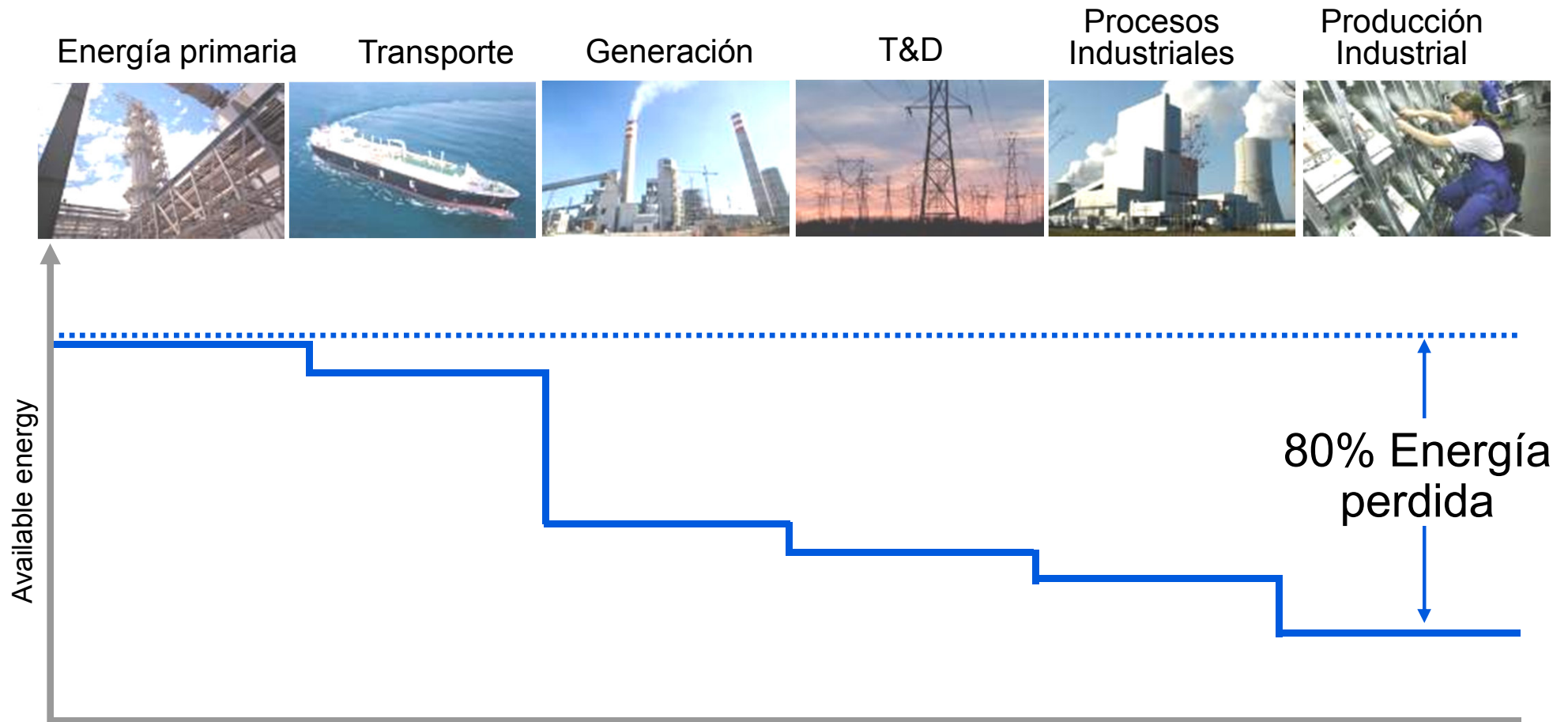


- Sede: Zurich, Suiza.
- Unos 145.000 empleados en alrededor de 120 países.
- Contratación en 2011 40.210 millones de dólares.
- Facturación en 2011 37.990 millones de dólares.
- Cotiza en las bolsas de Zurich, Estocolmo y Nueva York.



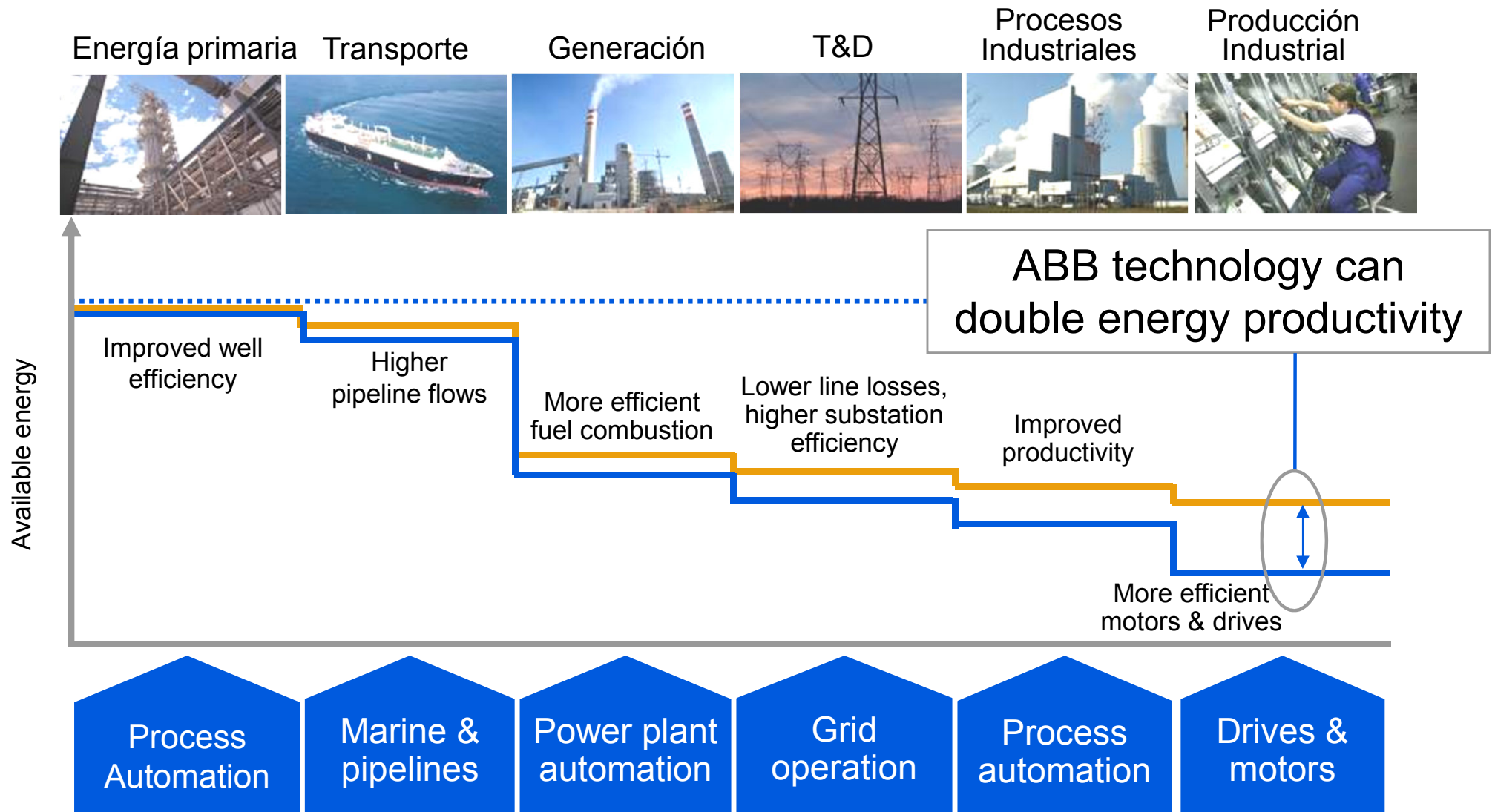
- Una compañía líder en las tecnologías electrotécnicas y de automatización con una posición de liderazgo en sus áreas de negocio principales.
- Cinco divisiones: Power Products, Power Systems, Discrete Automation and Motion, Process Automation y Low Voltage Products.

Sólo el 20% de la energía primaria genera valor El resto se pierde en conversión, transporte y procesos no eficientes



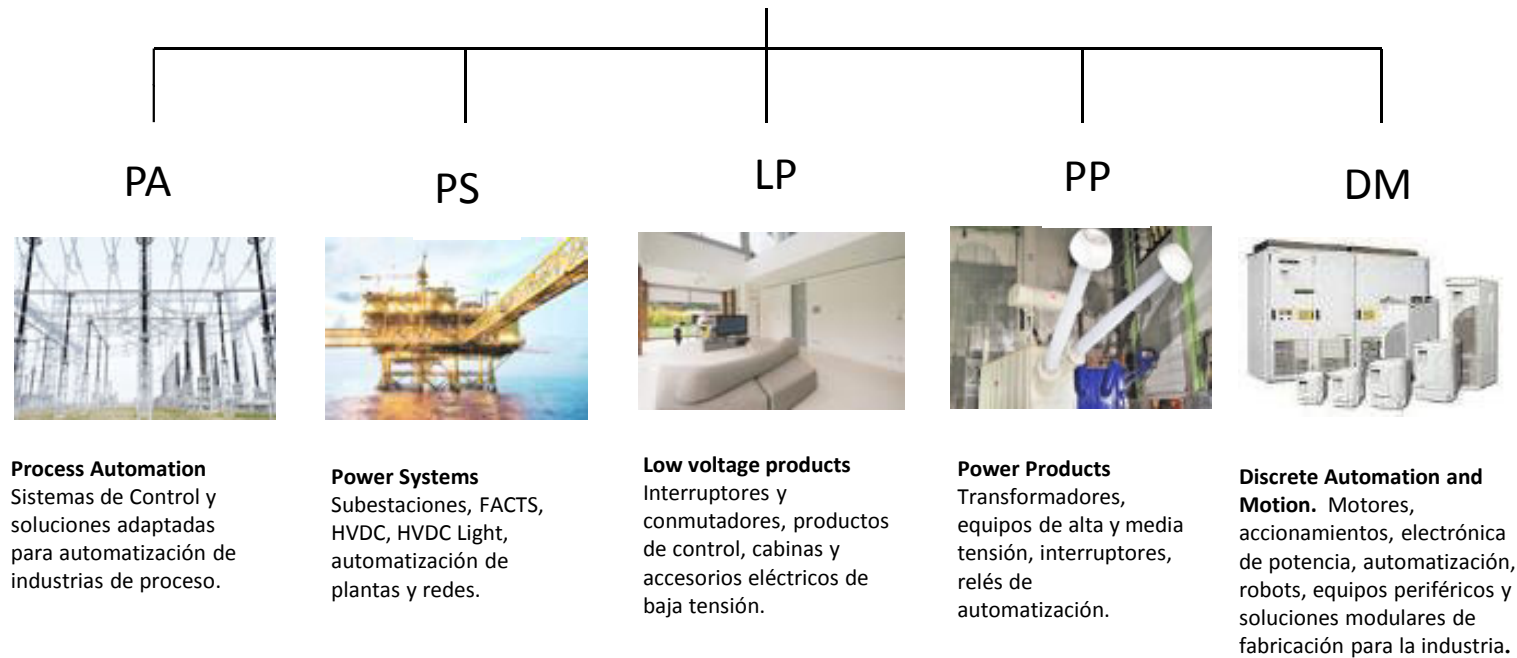
Reduciendo pérdidas en la cadena de energía

Tecnología ABB que ayuda a cada paso



Alcance del Programa Eficiencia Energética Industrial

Introducción ABB



Alcance del Programa Eficiencia Energética Industrial

Calidad de redes	PP	Compensación energía HV, LV, HVDC, Transformadores EcoDry
	PS	Modelización de procesos (Optimax, PGIM, PGP, AC800PEC, network manager, microscada, MTU's HVDC
Industria	PA	Productos en Optimización procesos, sistemas de optimización
	DM	Motores eléctricos, motores alta eficiencia, variadores velocidad, baterías de condensadores, filtros de red, PLC's. Producto HVAC
Resid. Terciario	LP	Sistemas de medida y Control en instalaciones eléctricas ARES.Reguladores de iluminación.Termostatos Temporizadores.Programadores horarios. Interruptores electrónicos de persianas asociados a series de empotrar.Detectores de movimiento Productos del sistema KNX-RF.KNX-TP.Planner.

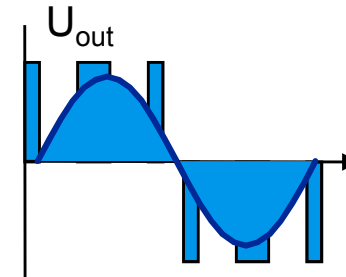
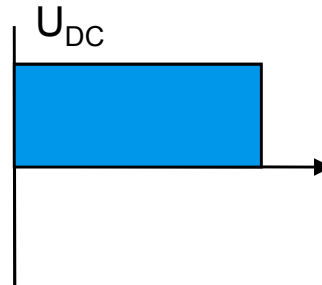
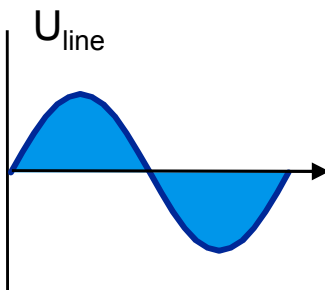
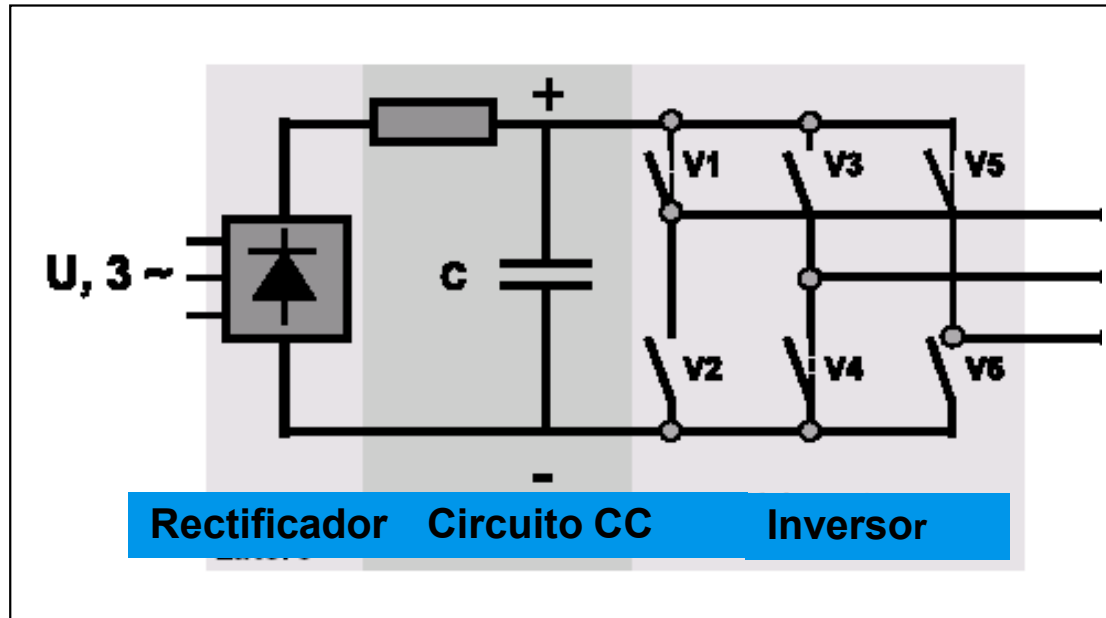
Servicio



Índice

- Introducción a ABB
- Teoría básica variadores de frecuencia
- Ahorro de energía gracias al uso de variadores de frecuencia
- Motores alta eficiencia
- Casos prácticos
- Demo

¿Qué es un convertidor de frecuencia?



Diferentes nombres y acrónimos

- VVVF = variable voltage variable frequency

- VSD = variable speed drive

- ASD = adjustable speed drive

- VFD = variable frequency drive

- AFD = adjustable frequency drive

- Frequency converter

- Inverter

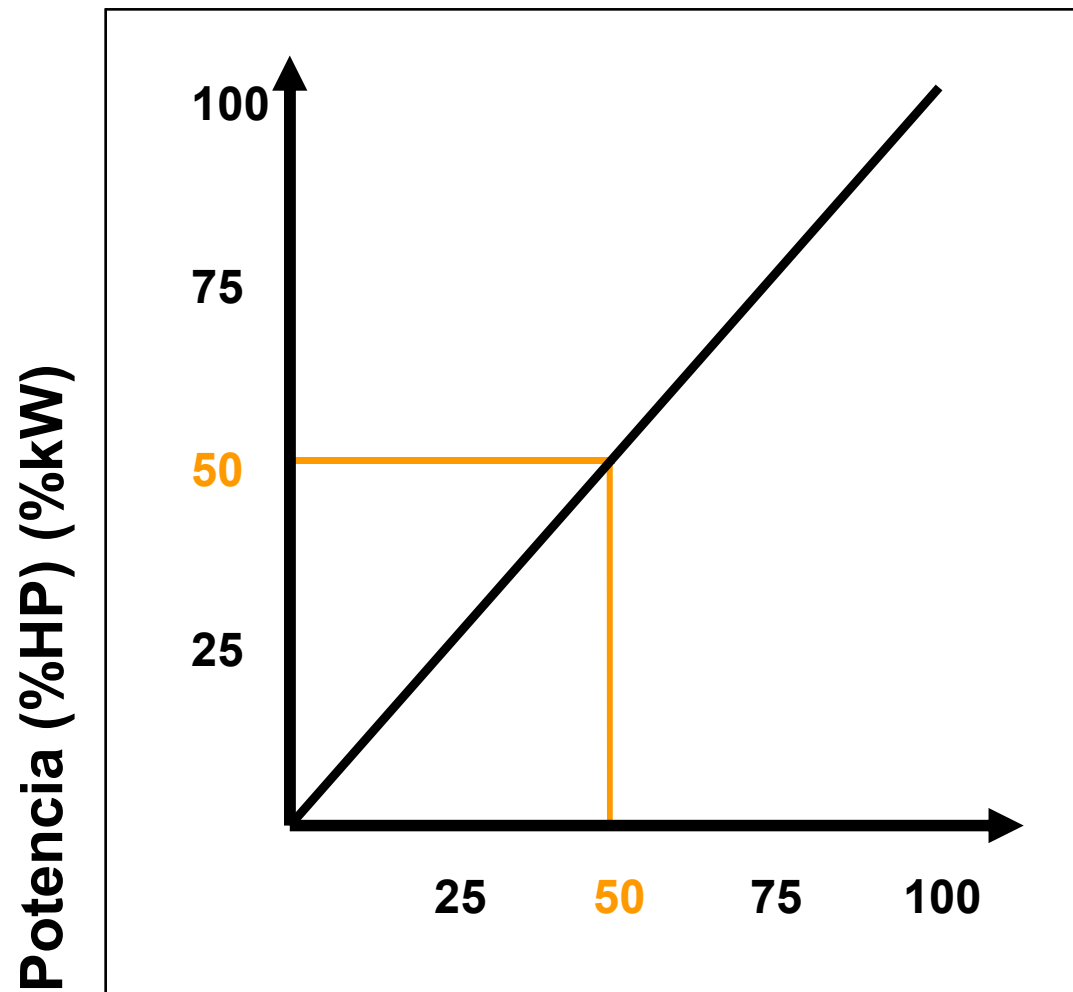
- AC drive



Tipos de Carga

- Existen dos tipos de carga:
 - **Carga de Par Constante** – La potencia varía linealmente con la velocidad
 - Cintas transportadoras
 - Extrusoras
 - Compresores de tornillo
 - Bombas de desplazamiento positivo
 - Centrales hidráulicas
 - Prensas
 - **Carga de Par Variable** – La potencia varía el cuadrado de la velocidad
 - Bombas centrífugas
 - Ventiladores
 - Ventiladores en torres de refrigeración

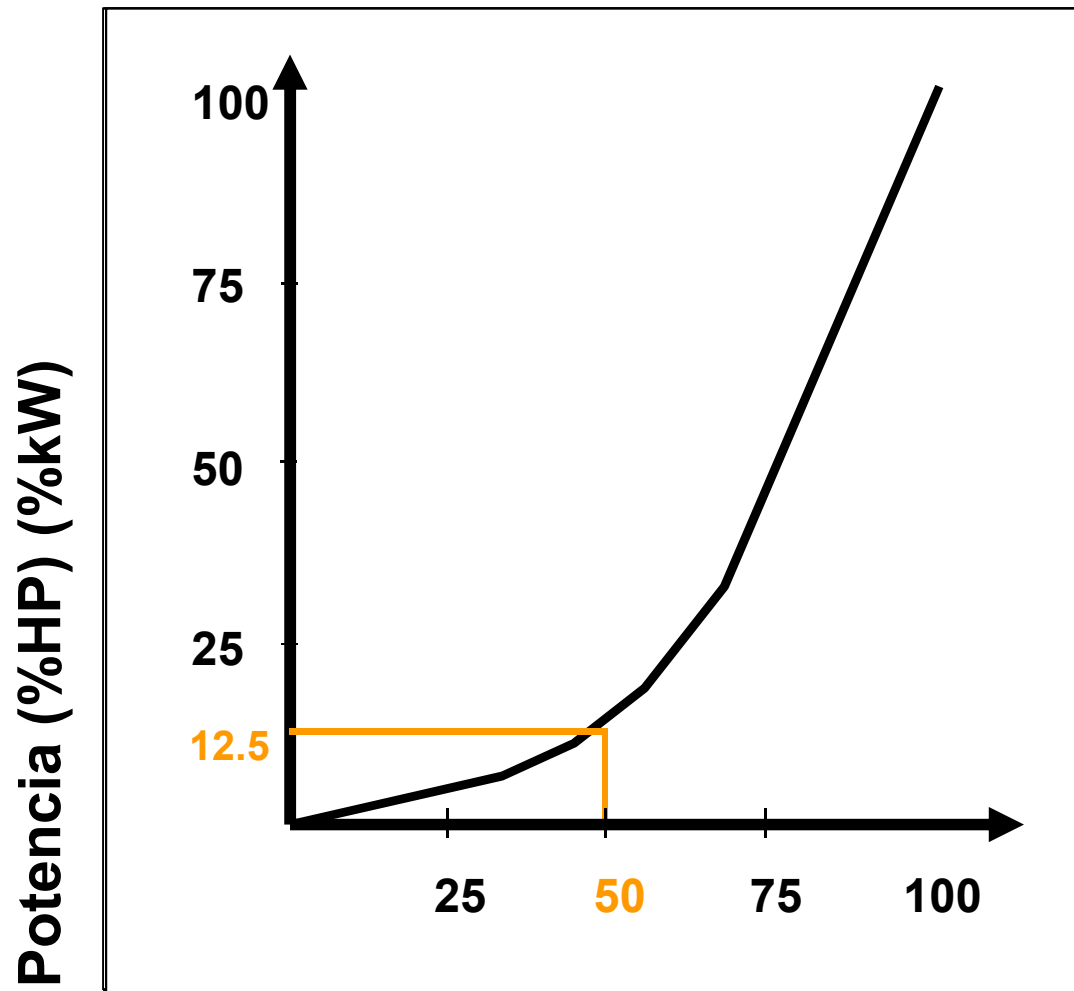
Par Constante



Potencia es
proporcional a
la Velocidad

Velocidad (%RPM), Caudal (%GPM or %CFM)

Par Variable



Potencia es
proporcional a
(Velocidad)²

Velocidad (%RPM), Caudal (%GPM or
%CFM)

Leyes de afinidad

Caudal

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Velocidad y caudal son directamente proporcionales

Altura

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2$$

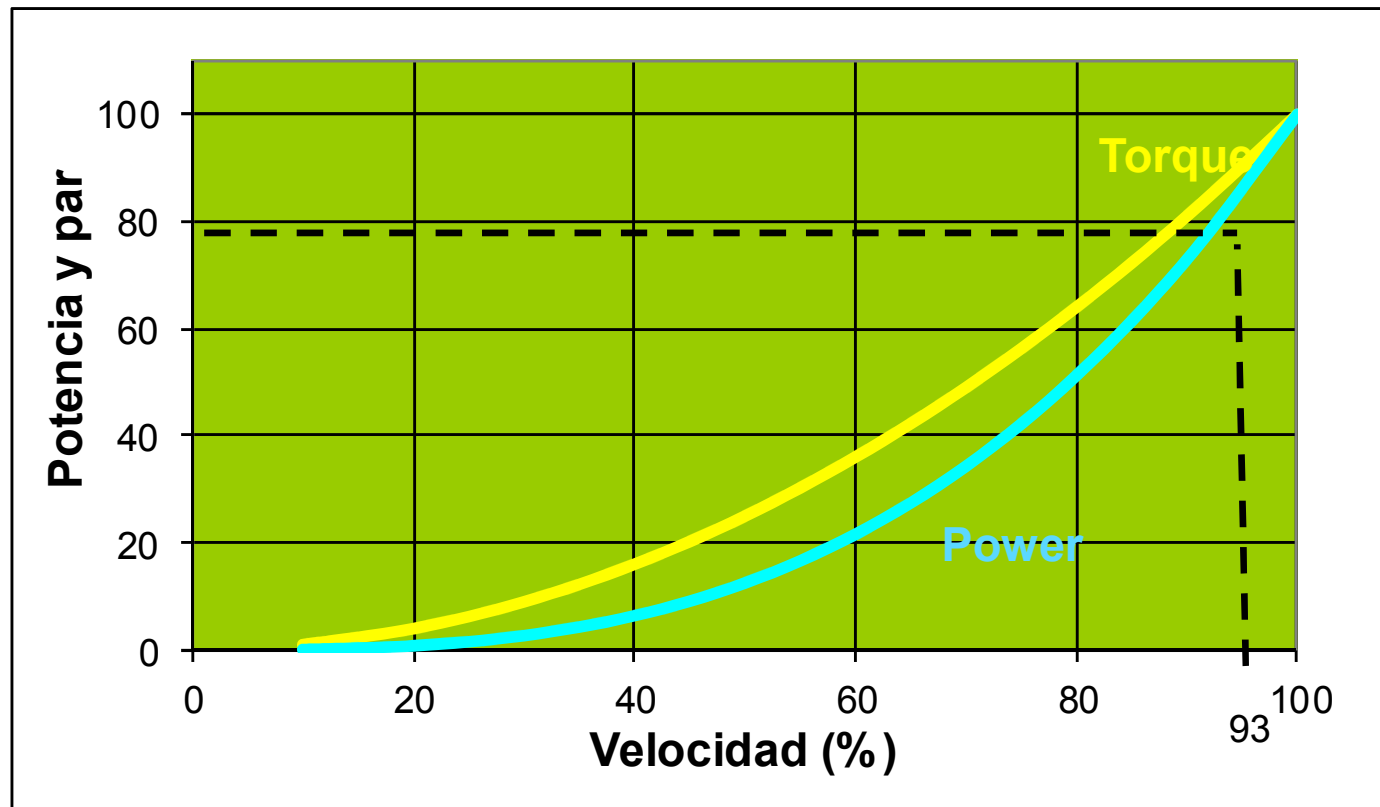
La altura o presión es proporcional al cuadrado de la velocidad

Potencia

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3$$

La potencia es proporcional a la velocidad o caudal al cubo

Par Variable ¿ahorros?



Caudal \propto Velocidad,
Par \propto Velocidad²
Potencia \propto Velocidad³

Una reducción de 7% en la velocidad = 3.5Hz, proporciona un 20% de ahorro

Convertidores de frecuencia

Aplicaciones

- Ventiladores
- Controles en industria de la pasta y papel
- Laminadores
- Hornos
- Grupos de presión
- Grúas
- Aerogeneradores
- Motores marítimos
- Extrusoras
- Mezcladoras
- Climatización



Índice

- Introducción a ABB
- Teoría básica variadores de frecuencia
- Ahorro de energía gracias al uso de variadores de frecuencia
- Motores alta eficiencia
- Casos prácticos
- Demo

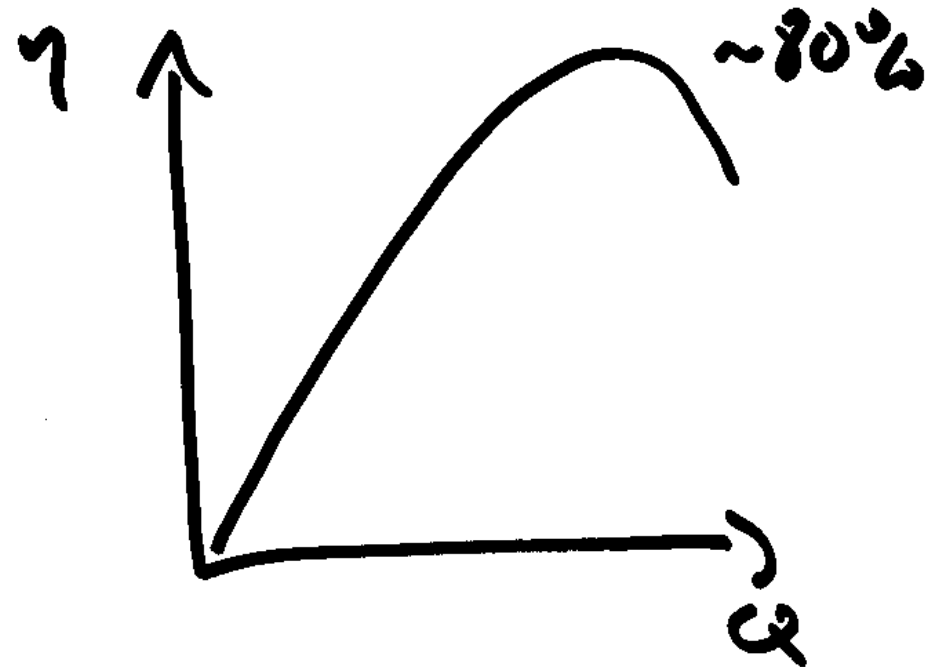
Ahorro de energía gracias al uso de variadores de frecuencia

- Regulación de caudal en bombas y ventiladores
 - Velocidad de máxima eficiencia
 - Regulación de caudal
- Utilizando la energía generada por la carga
 - Ascensores
 - Grúas
 - Prensas
- Mejora de la eficiencia
 - Base instalada

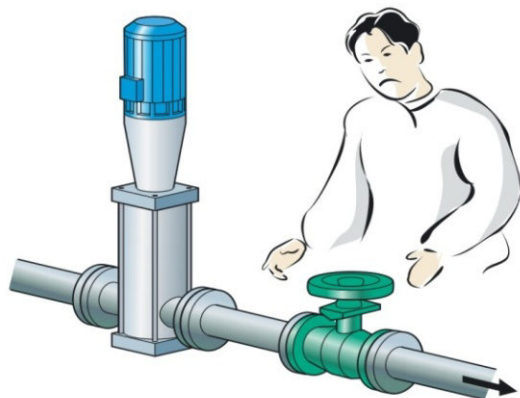
Eficiencia en Bombas

Regulación de caudal

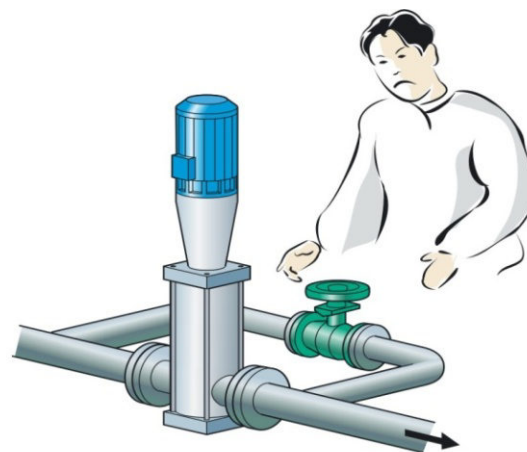
- La eficiencia de una Bomba (η) varía mucho
- Normalmente la η_{MAX} está alrededor del 80% del caudal
- En una operación normal de bombeo el área de eficiencia puede variar entre el 40%...80%
- Gracias a la variación de velocidad podemos trabajar en el punto óptimo de eficiencia



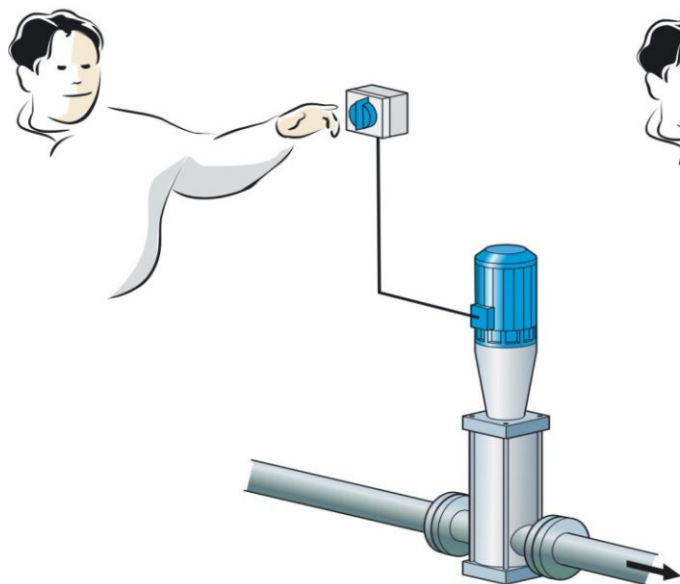
Métodos de Control



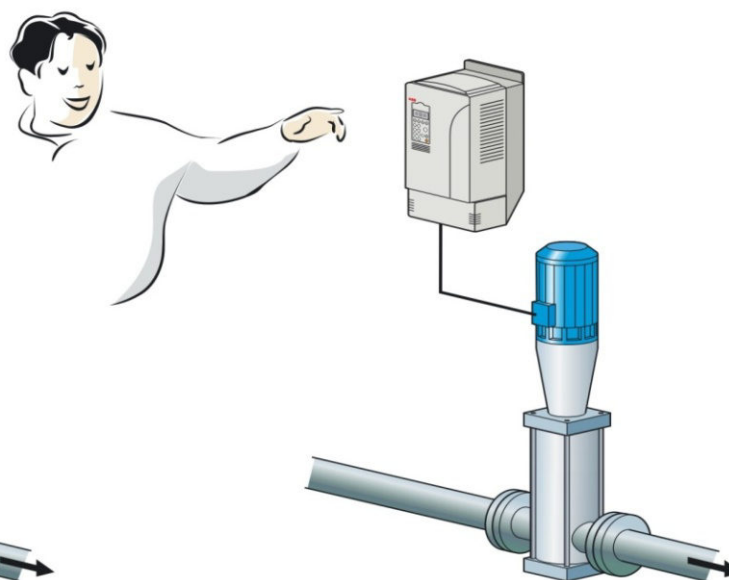
Estrangulamiento



By-Pass



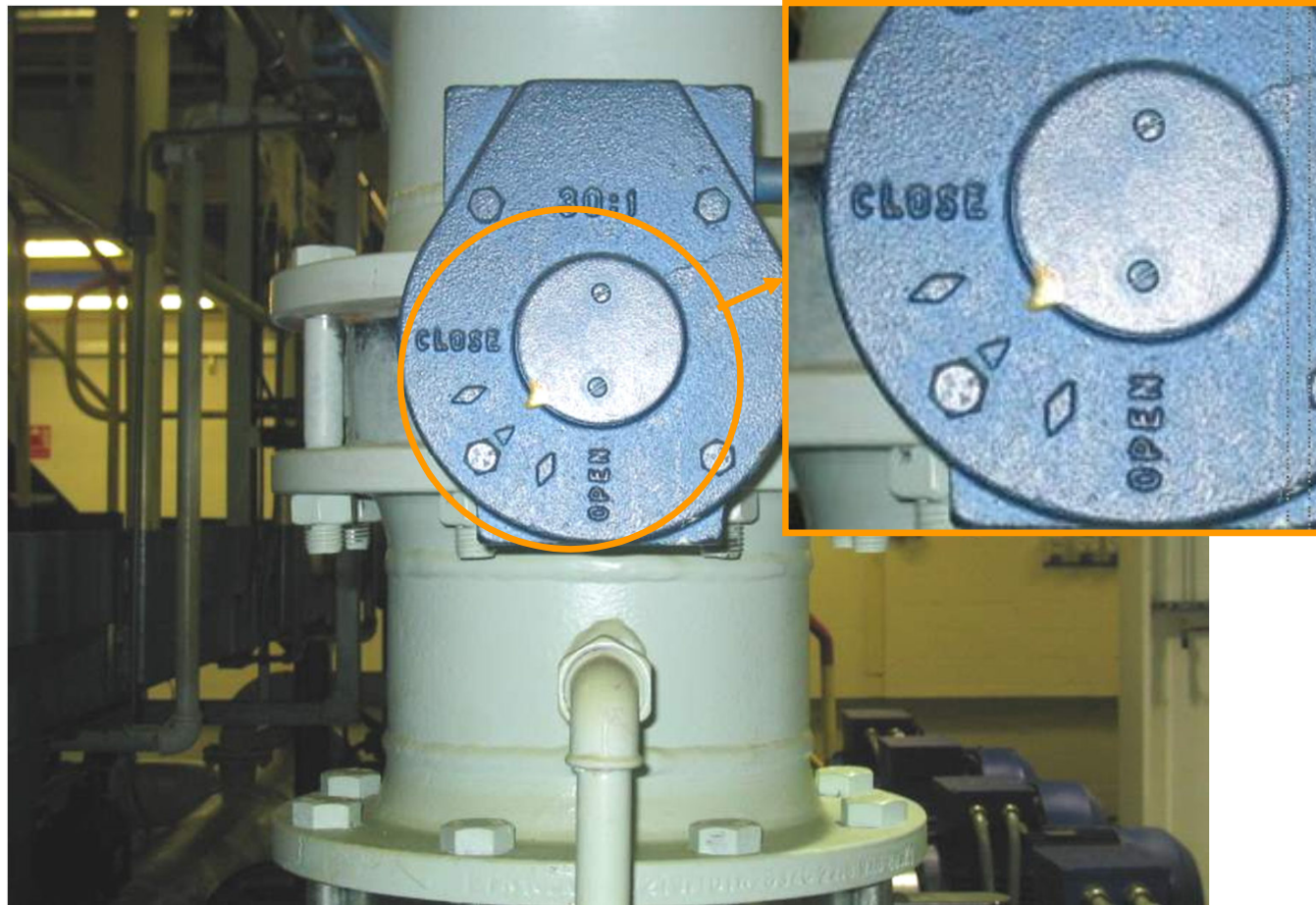
On-Off



Variador

© Copyright 2005 ABB

¿Qué método se usa en la Industria?



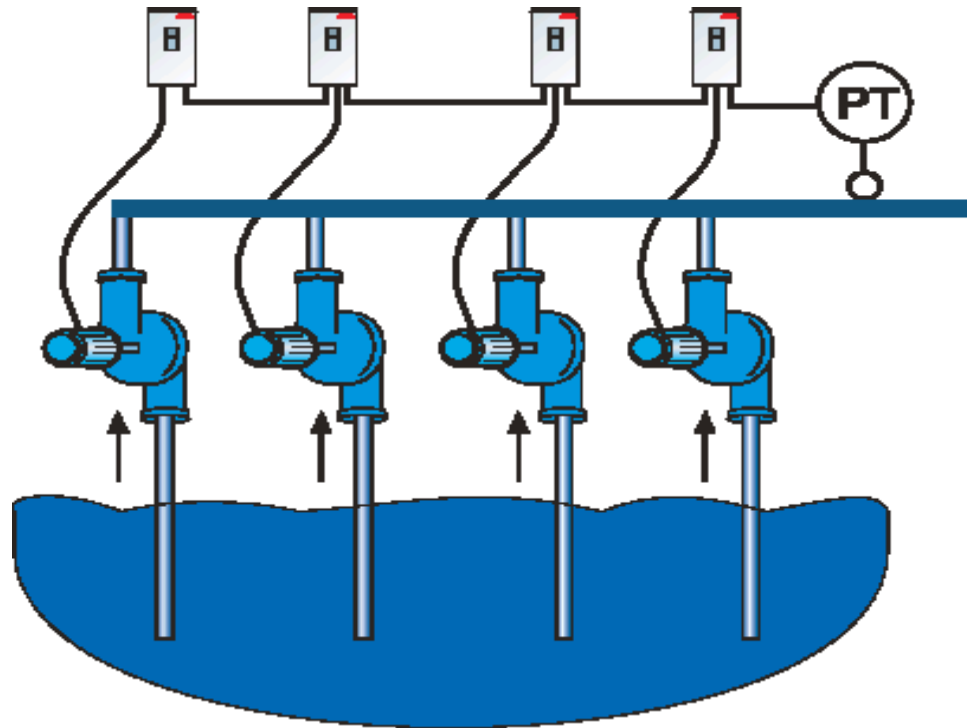
Tipos de regulación



Convertidores de frecuencia

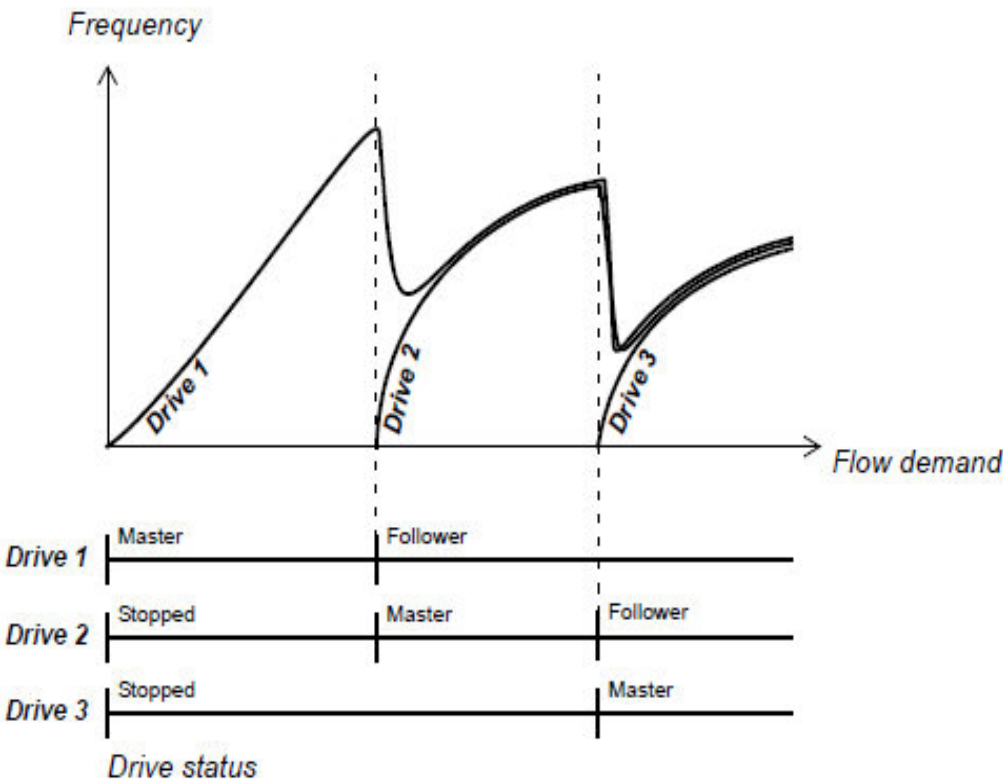
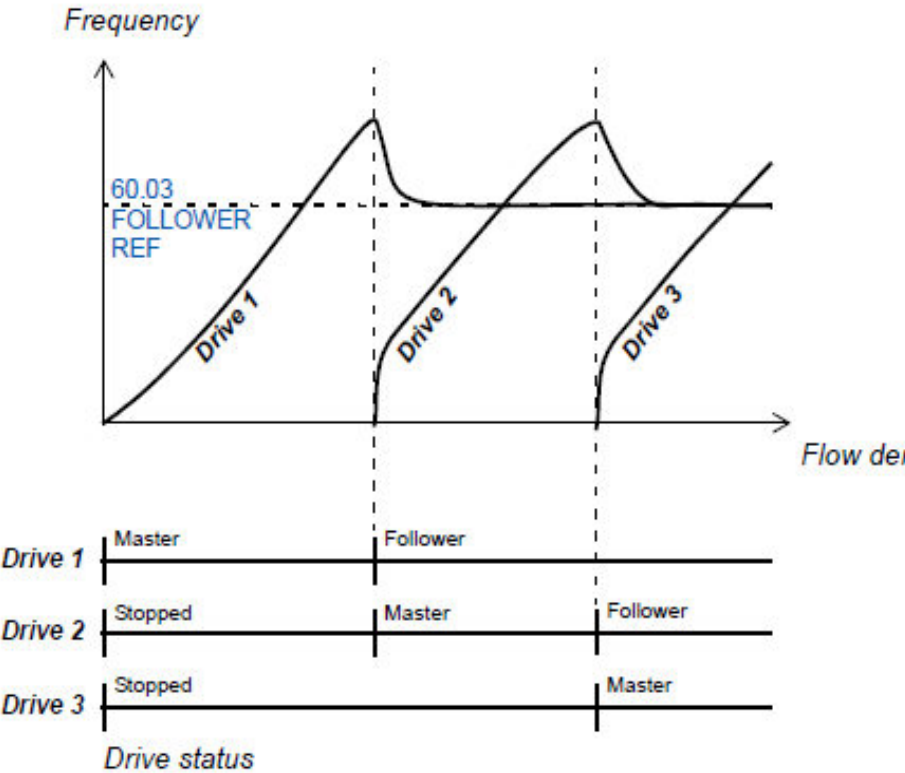
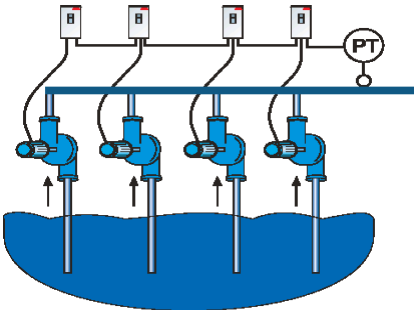
- Ventajas respecto a otros sistemas mecánicos:
 - No existen partes mecánicas
 - Totalmente electrónico
 - Mantenimiento inferior
 - Menos ruido
 - Ocupa menos espacio
 - AHORRO ENERGÉTICO...

Control Multibomba

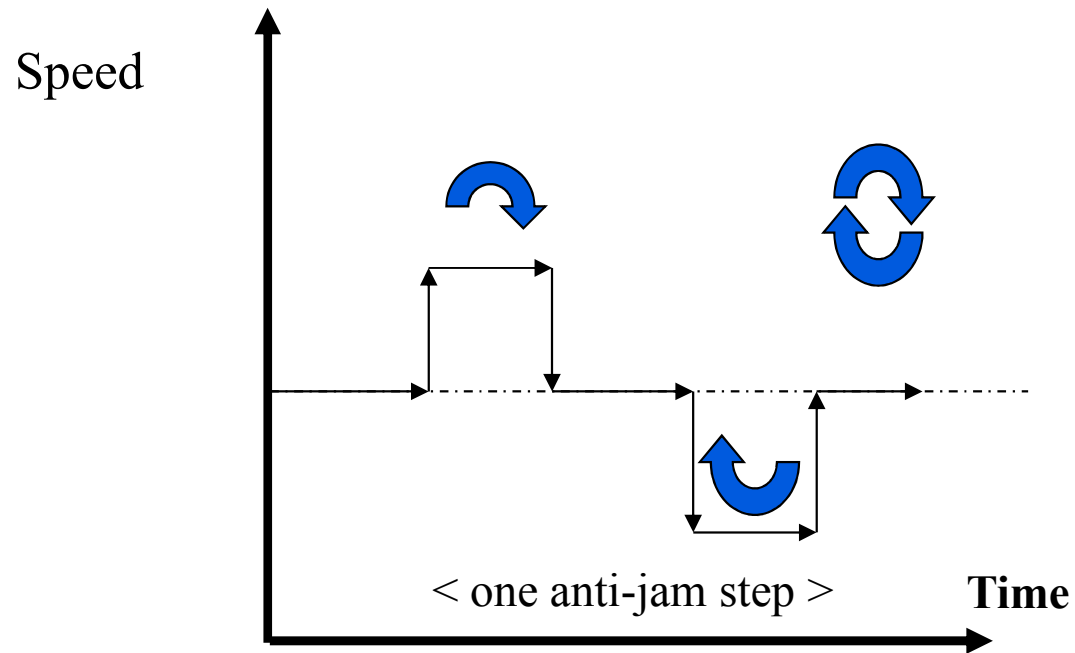


- Con el control Multibomba cada motor es controlado por un convertidor de frecuencia.
- Cuando el Maestro alcanza el 100% de frecuencia, el siguiente convertidor arranca como nuevo Maestro.
- ¿Dónde está el ahorro?

Control Multibomba



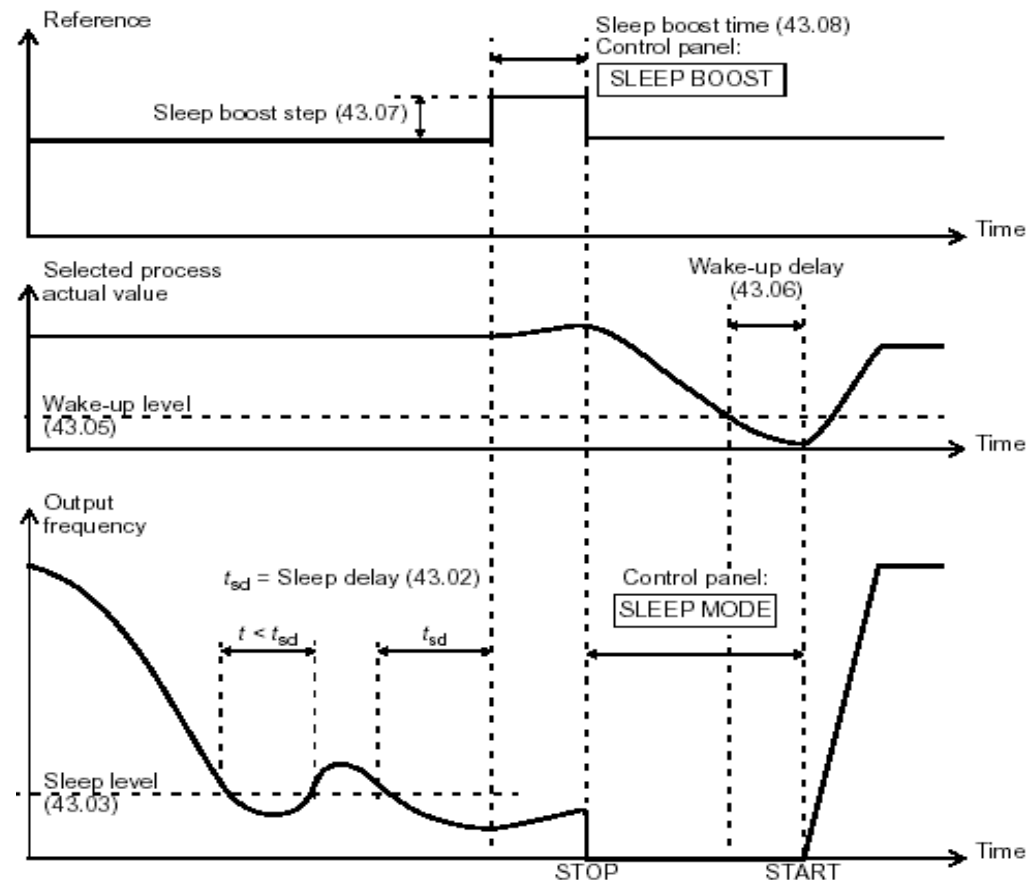
Función Anti-atascos en bombas



- Prevención de atasco y limpieza en estado de congestión
- Diferentes condiciones de funcionamiento:
 1. Empieza si el nivel de intensidad supera un límite preestablecido que indique un posible atasco
 2. Por tiempo de funcionamiento
 3. Por entrada digital

Función de sobrepresión antes de dormir

- Antes de “dormir”, la bomba eleva la presión o el nivel de agua para extender el tiempo de “descanso”
- **Ahorra energía** y estrés mecánico mediante la prevención de arranques y paros innecesarios



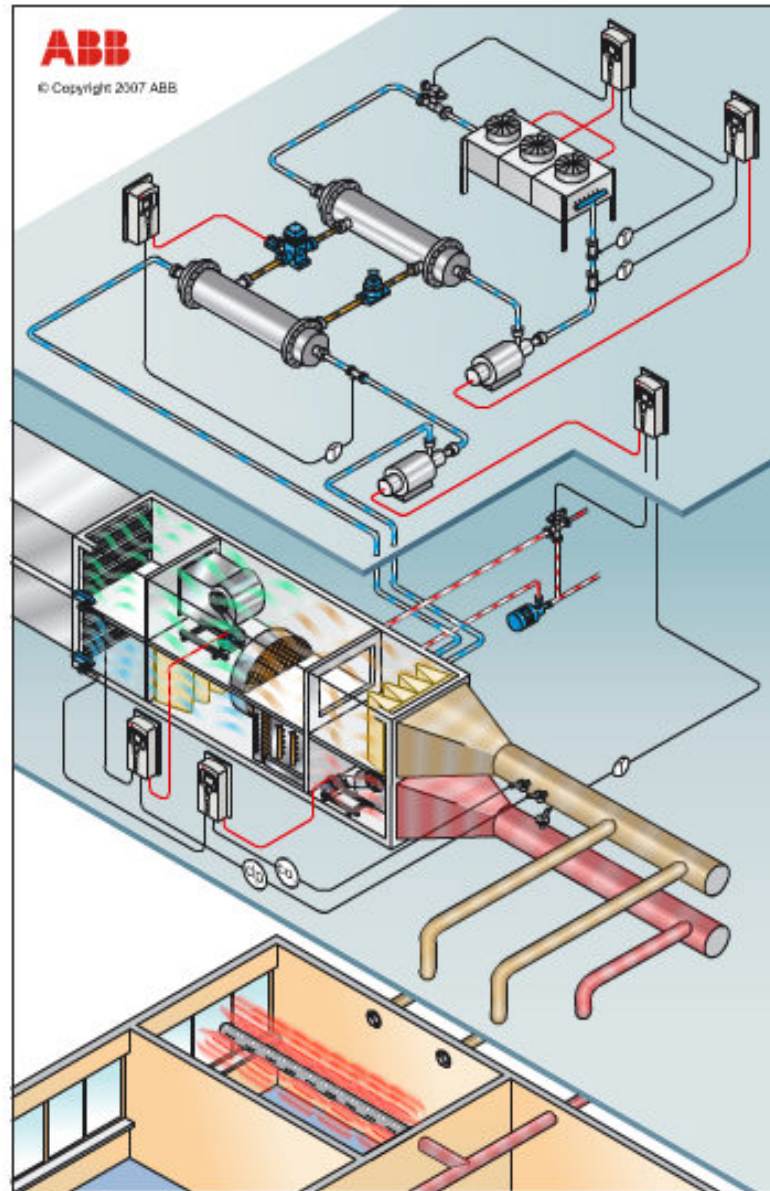
Más beneficios

Beneficios en climatización en la instalación:

- Ahorro energético
- Prolongación de la vida útil de las bombas y ventiladores
- Control de la bomba (golpe de ariete, bomba seca, cavitación)
- Control del ventilador (Flystar, rueda libre, etc...)
- Reducción del mantenimiento (la instalación sufre menos)
- Reducción de ruido (Eléctrico & mecánico)
- Reducción de la maniobra eléctrica (térmicos, temporizadores, etc)
- Posibilidad de gestión a través de un sistema centralizado de control

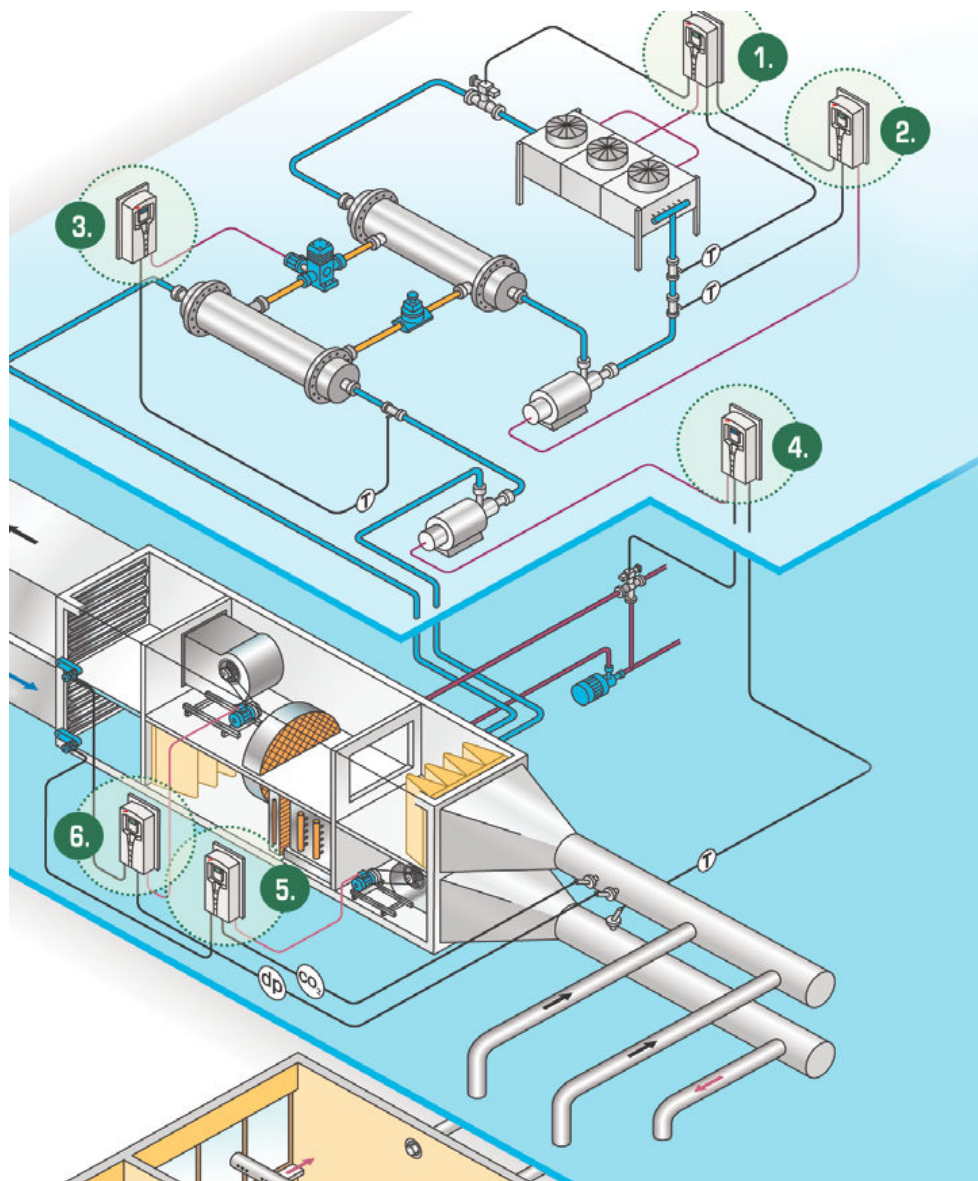
- Beneficios del convertidor :
 - Alimentación: El convertidor nos protege de fluctuaciones que pueda tener la línea (Sobre tensiones - Sub tensiones – Micro cortes, fallos de tierra, etc).
 - Eliminamos los picos de corriente en el arranque:
En el motor & correas y cojinetes.
- En el motor:
 - Falta Fase
 - Problemas de tierra o aislamiento
 - Sobrecalentamiento
 - Sobrecargas y subcargas
 - Función bloqueo

En la instalación



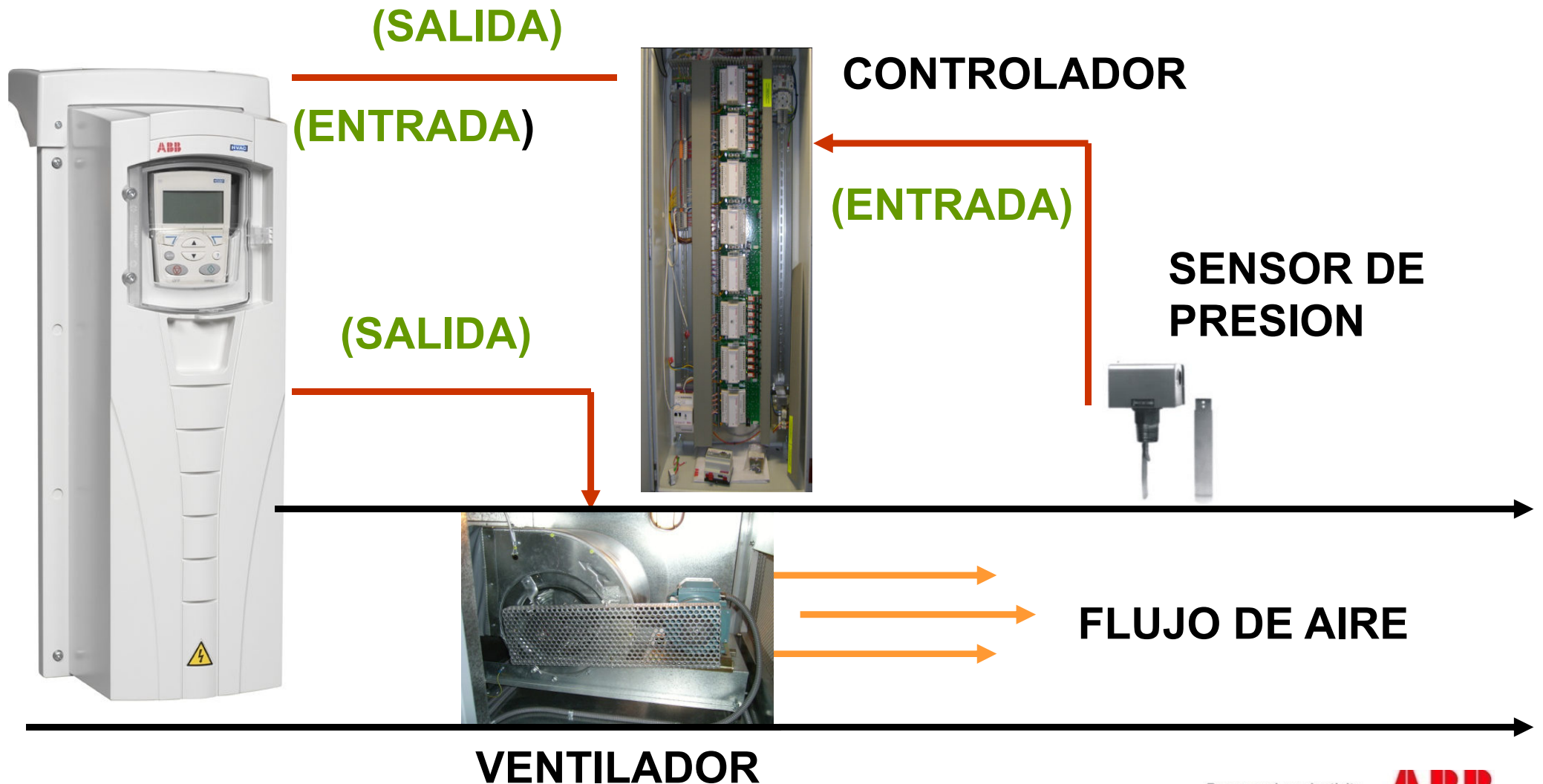
Ventiladores condensadora, Bomba de la condensadora, Compresor de la enfriadora,
Bomba del secundario, Ventilador de impulsión, Ventilador de extracción

En la instalación



Lazo Abierto

VARIADOR DE FRECUENCIA



Lazo Cerrado

**VARIADOR DE
FRECUENCIA**



(ENTRADA)

**SENSOR DE
PRESION**



(SALIDA)

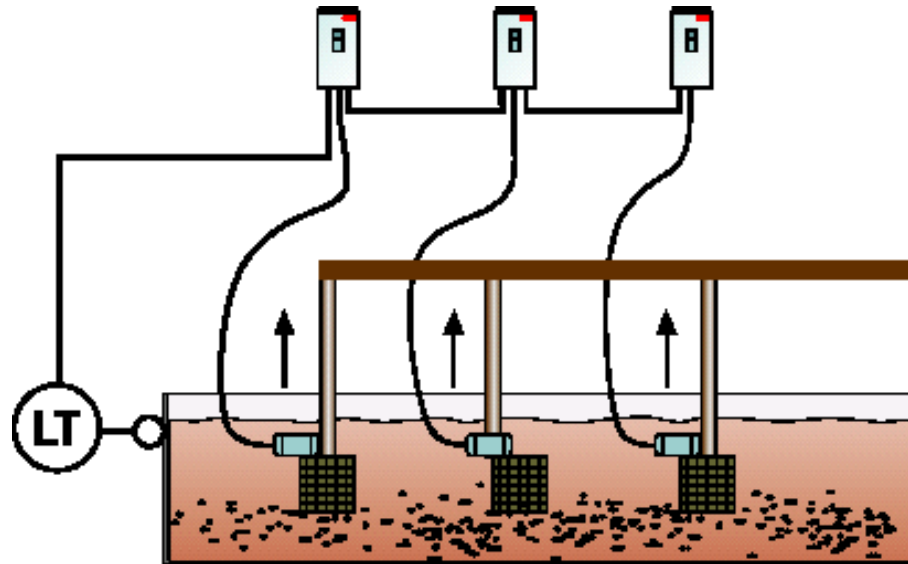
FLUJO DE AIRE



VENTILADOR



Control de nivel



- Designado para aplicaciones de aguas sucias
- Lógica de control de nivel integrada en el convertidor
- El nivel de agua es la variable controlada por el transductor
- Puede ser usado para control de vaciado o de llenado de tanques de almacenamiento

Más beneficios

HVAC



Más beneficios

HVAC



Aspectos a Tener en cuenta

- EMC → IEC/EN 61800-3
- Distorsión Armónica → IEC/EN 61000-3-12

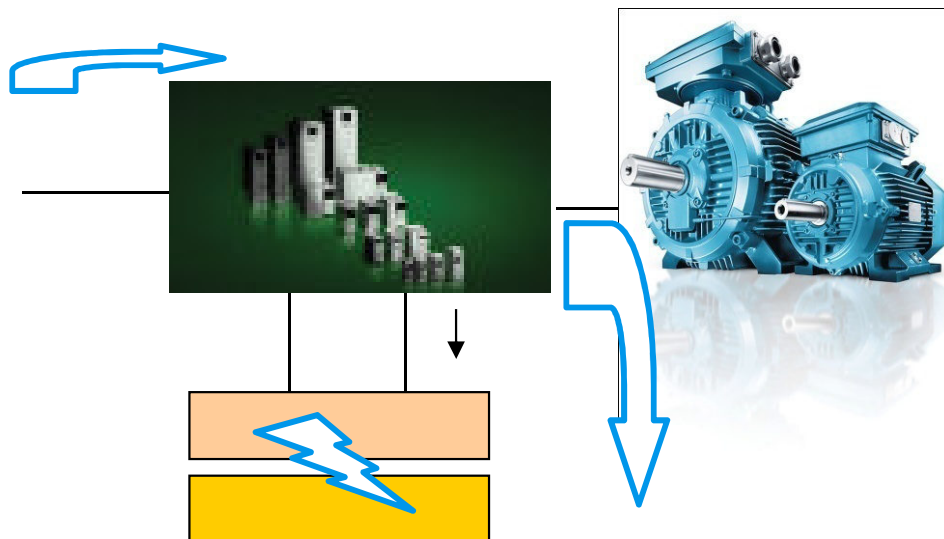
Ahorro de energía gracias al uso de variadores de frecuencia

- Regulación de caudal en bombas y ventiladores
 - Velocidad de máxima eficiencia
 - Regulación de caudal
- Utilizando la energía generada por la carga
 - Ascensores
 - Grúas
 - Prensas
- Mejora de la eficiencia
 - Base instalada

Aplicaciones Regenerativas

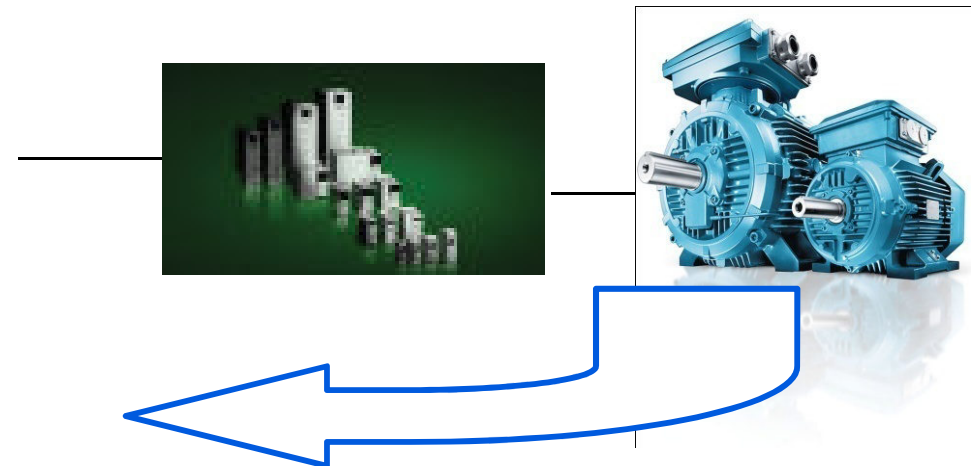
- Tradicional

- 'Chopper' + resistencias
- Energía se transforma en calor
- Elementos de instalación complicada
- Se tiran kw



- Re-generativo

- Verter energía del frenado hacia la red
- Rapidez de frenado ante cualquier situación
- Al regenerar se mitiga el efecto de los armónicos hasta una tasa THD de un 5%
- ¡¡AHORRO ENERGÉTICO!!!



Ahorro de energía gracias al uso de variadores de frecuencia

- Regulación de caudal en bombas y ventiladores
 - Velocidad de máxima eficiencia
 - Regulación de caudal
- Utilizando la energía generada por la carga
 - Ascensores
 - Grúas
 - Prensas
- Mejora de la eficiencia
 - Base instalada

Eficiencia en instalaciones

Mejora por innovación



Reparar



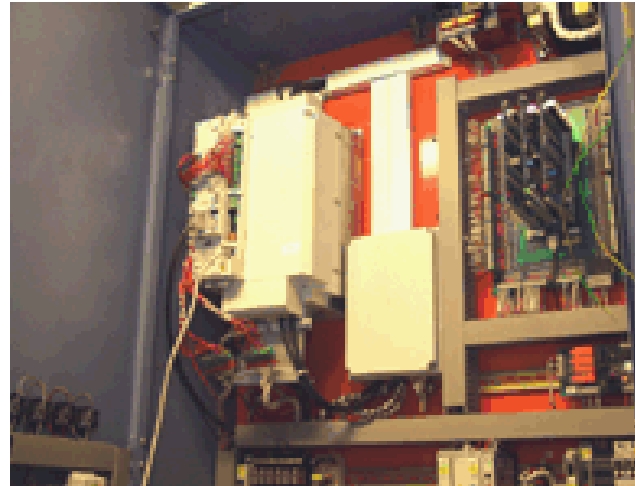
Sustituir

Eficiencia en instalaciones

Mejora por innovación



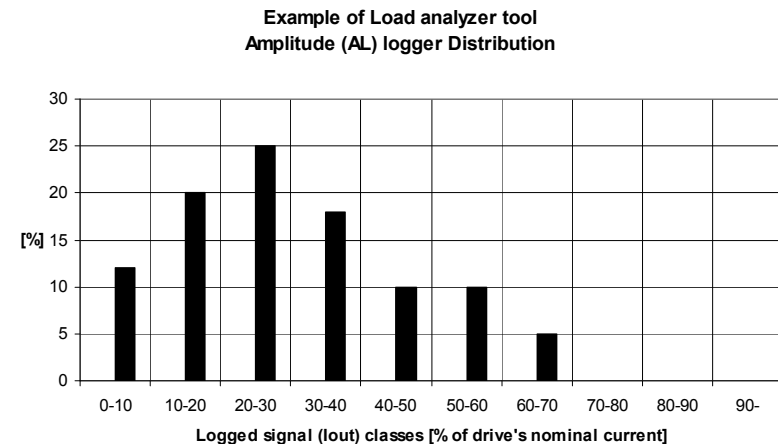
- Eficiencia = 0.96
- Nivel de ruido = 90dB
- Armónicos = Elevados
- EMC = No
- Respuesta caída potencia = NO
- Error vel. estát = 3%
- Error vel. dinámico = 3% seg
- Respuesta de par = 10-20 ms
- Garantía = 0
- Frenada sin rampa en S
- Frenada por resistencia



- Eficiencia = 0.98
- Nivel de ruido = 70dB
- Armónicos = Reducidos
- EMC = Ambiente doméstico OK
- Respuesta caída potencia = 0,5seg
- Error vel. estát = 0,5% deslizamiento
- Error vel. dinámico = 0.3% seg
- Respuesta de par = 1-2ms
- Garantía = Hasta 2 años
- Frenada suave
- Frenada generando a la red

Más eficiencia de cambiar

Otras ventajas y novedades

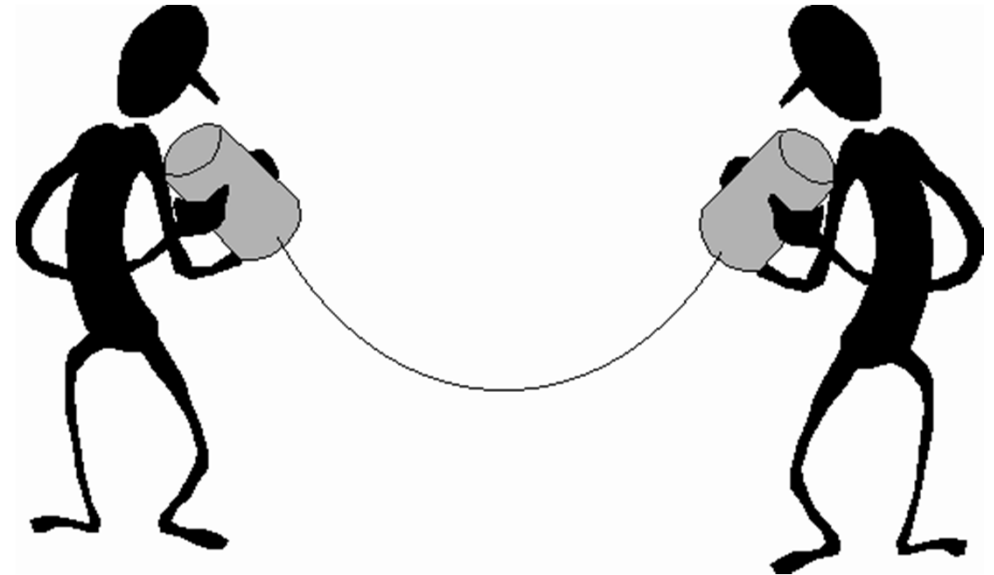


- ABB incluye opciones en sus equipos que mejoran el control de ahorro
 - Contadores de eficiencia energética
 - Contador integrado en el variador, cuenta el ahorro de energía de la aplicación en:
 - kWh y MWh;
 - Coste de la energía ahorrada (en la moneda local)
 - Dioxido de Carbono(CO₂)emisiones equivalentes
 - Analizador de carga

Más eficiencia de cambiar Con quién me hablo.

BUSES DE COMUNICACIÓN:

- DeviceNet RDNA-01
- LonWorks RLON-01
- Profibus DP RPBA-01
- CANOpen RCAN-01
- ControlNet RCNA-01
- Ethernet RETA-01



Convertidores de frecuencia

Otras ventajas: Reducción de la maniobra eléctrica

- Eliminación de elementos de protección al motor, térmicos, sobrecorriente, sobretensiones.
- Aporta protecciones e información sobre lo que ocurre en la instalación
- Eliminación de temporizadores exteriores, gracias al control horario integrado.
- Utilización de buses de campo para la integración sistema de control - maniobra



PumpSave v.4.1 Energy saving calculator for pumps

EQUIPMENT DATA - EXISTING

System Data

Liquid density kg/m³ Static head m

Pump Data

Nominal volume flow m³/h Efficiency
=> 305.6 l/s
Nominal head m Max head m

Existing Flow Control

Throttling control

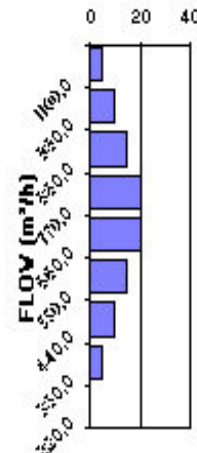
Motor and Supply Data

Supply voltage 380/400/415 V
Motor power kW Required motor power:
123.6 kW
Motor efficiency ? including 10% safety margin

Operating Profile

Annual running time h

D E F A U L T	<input type="text" value="5"/> %	=	438 h	at nom. flow
	<input type="text" value="10"/> %	=	876 h	at 90% flow
	<input type="text" value="15"/> %	=	1314 h	at 80% flow
	<input type="text" value="20"/> %	=	1752 h	at 70% flow
	<input type="text" value="20"/> %	=	1752 h	at 60% flow
	<input type="text" value="15"/> %	=	1314 h	at half flow
	<input type="text" value="10"/> %	=	876 h	at 40% flow
	<input type="text" value="5"/> %	=	438 h	at 30% flow
	<input type="text" value="0"/> %	=	0 h	at 20% flow



100

GENERAL DATA

Measurement Units

☒ Metric ☐ US

Calculated by:

Calculated for:

Pump ID:

EQUIPMENT DATA - NEW

Improved Flow Control by:

ABB standard drive ACS550

ACS550-01-180A-4

Copy to clipboard

RESULTS

Saving percentage

Annual energy consumption:

with existing control method MWh

with improved control method MWh

Annual energy saving MWh

Annual CO₂ reduction t

CO₂ emission/unit kg/kWh

Economic Data

Currency unit

Energy price EUR/kWh

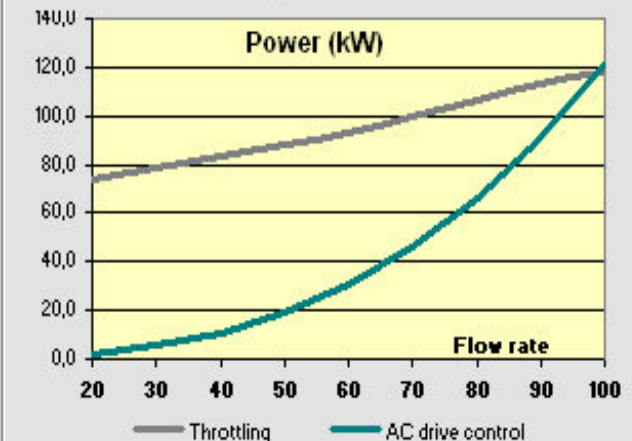
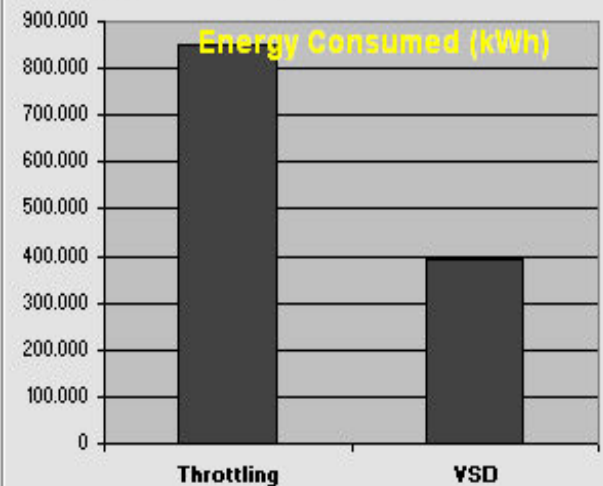
Investment cost EUR

Interest rate

Service life years

RESULTS

Energy Consumption



Economic Results

Annual saving EUR

Payback period years

Net present value EUR

Auto-adjust
screen size

Save
calculation

Send to
default printer

Close program

ABB

Índice

- Introducción a ABB
- Teoría básica variadores de frecuencia
- Ahorro de energía gracias al uso de variadores de frecuencia
- **Motores alta eficiencia**
- Casos prácticos
- Ruegos y preguntas

(Video 1)

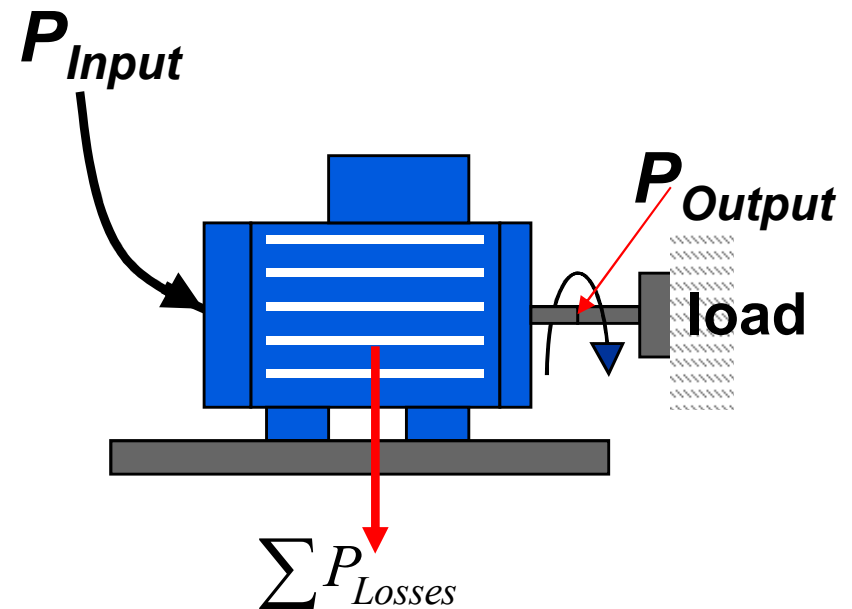
Definición de rendimiento

- Rendimiento es el resultado de dividir la potencia mecánica de salida con la potencia eléctrica de entrada
- Alto rendimiento significa que el motor convierte la potencia eléctrica de entrada a potencia mecánica con unas pérdidas pequeñas

$$\eta = \frac{P_{Output}}{P_{Input}}$$

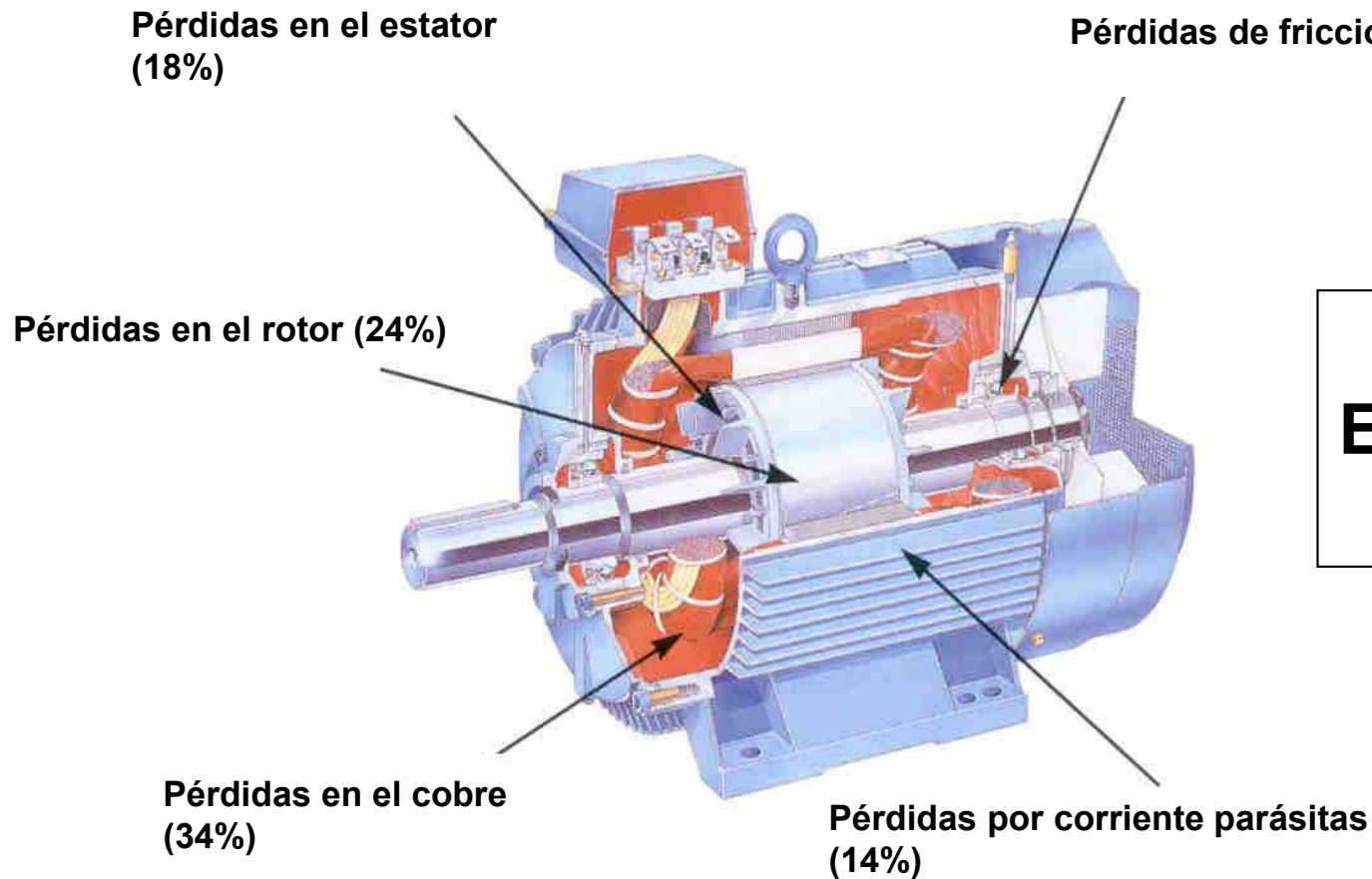
$$\eta = \frac{P_{Output}}{P_{Output} + \Sigma P_{Losses}}$$

$$\eta = \frac{P_{Input} - \Sigma P_{Losses}}{P_{Input}}$$



Rendimiento del motor eléctrico

- El rendimiento global del motor eléctrico nos muestra el porcentaje de energía eléctrica que se aprovecha para generar trabajo



$$\text{Effcy } \eta = \frac{P1}{P1+Ph}$$

P1: Potencia eléctrica

Ph: Potencia perdida

(Porcentaje de pérdidas sobre el total de pérdidas)

Eficiencia Energética ABB división DM

Paso 2: Información



11 tones CO₂ (0,5kg/kwh)

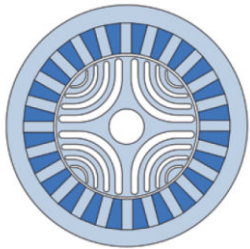
Un 3% de incremento en eficiencia, reduce las perdidas en un 40%

Coste de compra de un motor

Conceptos				
Potencia Motor en kW	5,5	18,5	90	250
Coste Inversión	424 €	1.011 €	5.500 €	15.600 €
Eficiencia	85%	90%	92%	94%
Potencia absorbida	6,33	20,35	97,20	265
Coste diario	13 €	44 €	216 €	600 €
Días alcance coste inversión	32	23	25	26
* Precio electricidad: 0,1€/kW				

Dos nuevos paquetes motor-drive innovados

- Tecnología para aplicaciones con velocidad variable



motor estándar
+
rotor



drive
estándar
+



Un nuevo y
revolucionario
paquete Drive!

e



Paquete SynRM Alta Potencia

- Motor más potente y compacto, reduciendo hasta dos tamaños de carcasa en relación a un motor convencional sin reducir la eficiencia.
- Motor más pequeño y ligero, reduciendo costes de diseño y fabricación.

Paquete Super Eficiencia Premium IE4 SynRM

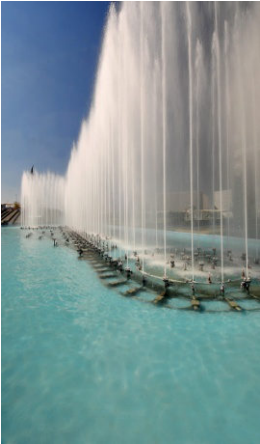
- Reducción de pérdidas de energía de hasta un 40% en comparación a un IE2
- Intercambiable por un motor de inducción convencional IE2 sin necesidad de modificaciones mecánicas.



Ambos paquetes se basan en los motores síncronos perfectamente controlados sin imanes permanentes. Optimizados para operar con VSD, combinan, un drive y un software avanzado para una solución completa.

Nuevo y revolucionario paquete motor-drive

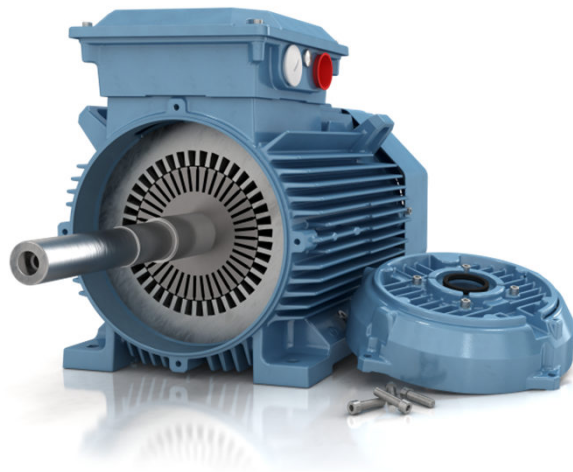
- Lo mejor de los dos mundos



- El diseño sin imanes permite combinar ventajas de la tecnología de imanes permanentes con la simplicidad y fácil servicio de un motor de inducción.
- Disponibilidad de paquetes para par cuadrático como aplicaciones en bombas o ventiladores
- Oferta de producto competitiva comparada con las tecnologías nuevas y tradicionales.
- Más rendimiento debido a la reducción de la temperatura en los rodamientos
- Diseñado exclusivamente para funcionar con variador de velocidad.
- Avanzado software de lazo abierto
- Soporte Global ABB

La Clave del Éxito

- Eliminación de Pérdidas en el Rotor

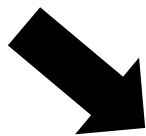
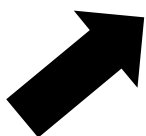


100%



Pérdidas

Motor de Inducción IE2



60%

Otras

I^2R Estator



Motor IE4 SynRM

80 -90%

Otras

I^2R Estator



Motor SynRM High Output

Paquete Motor síncrono de reluctancia – Drive Tecnología

Historia – pasos clave

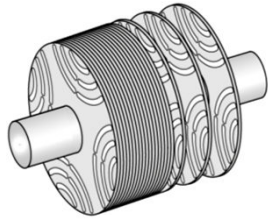


Tecnología de Reluctancia Síncrona

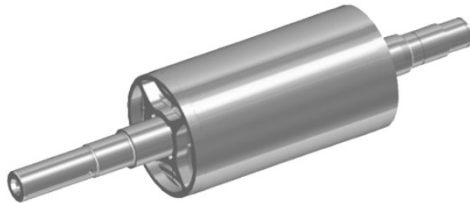
Conceptos de Diseño



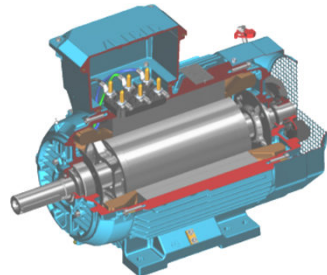
Chapa magnética ranurada



Las chapas se apilan para completar el rotor. Pueden apilarse directamente en el eje o en una pieza pre-ensamblada.



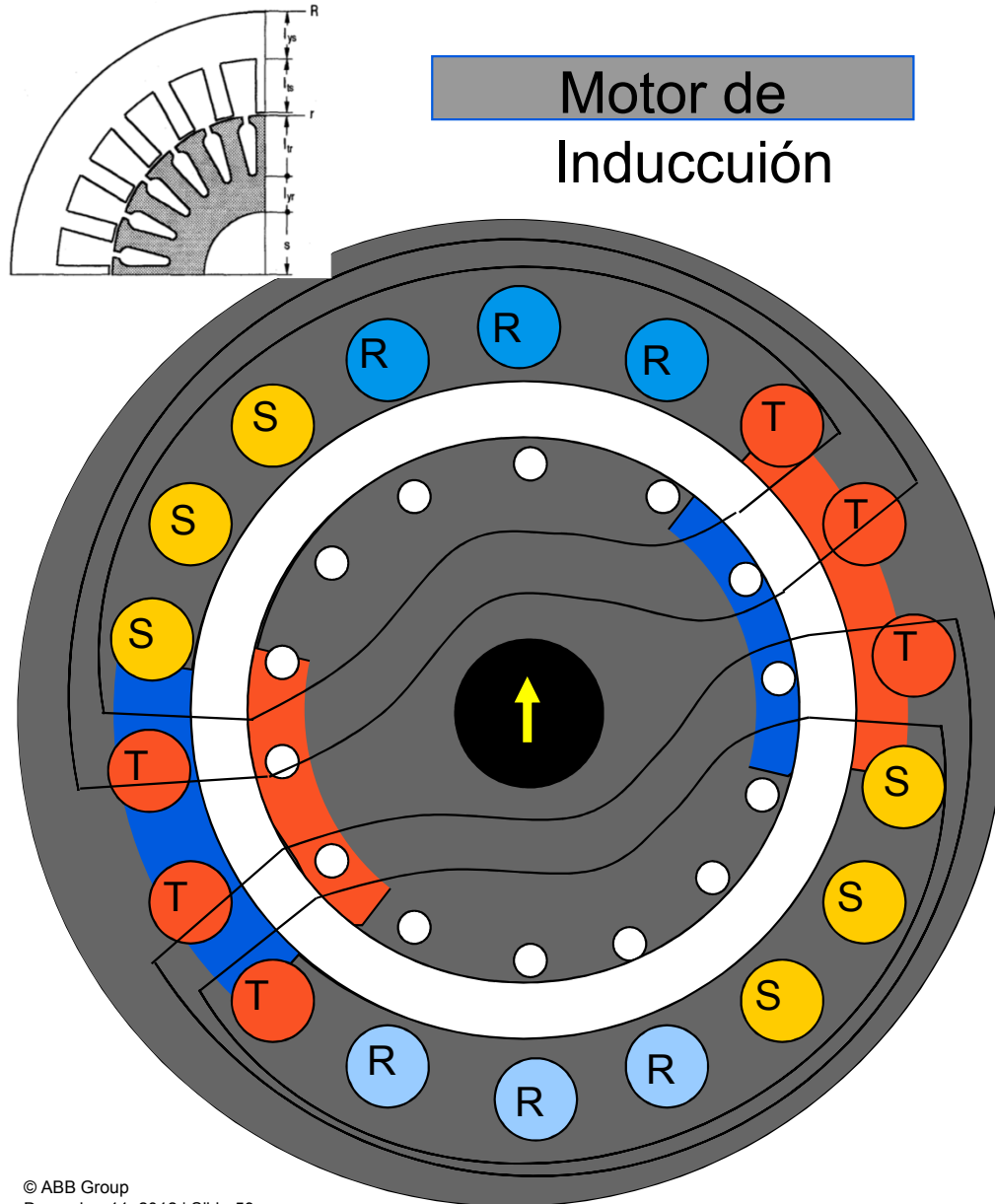
Se monta el paquete rotor en el eje y se equilibra el conjunto.



El rotor se inserta en el estator. Se usa un estator estándar de 4 polos con un bobinado adaptado.

Tecnología de Reluctancia Síncrona

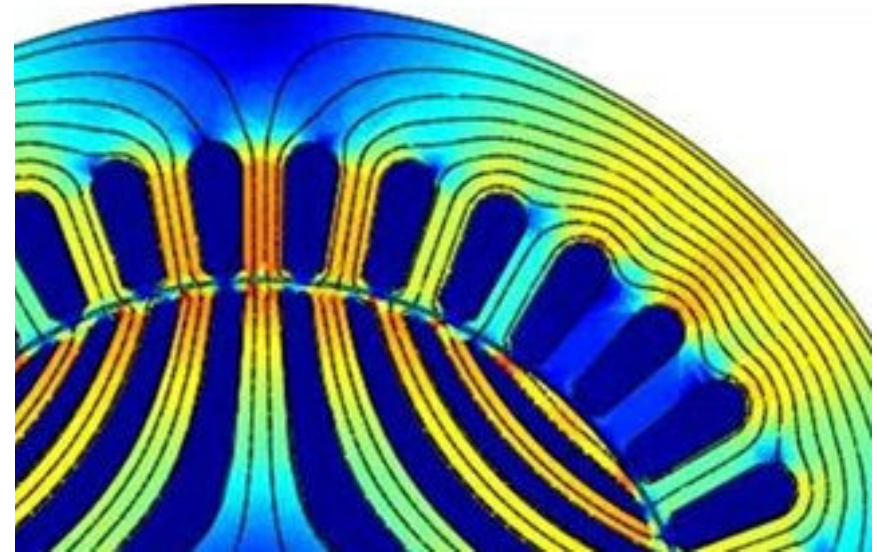
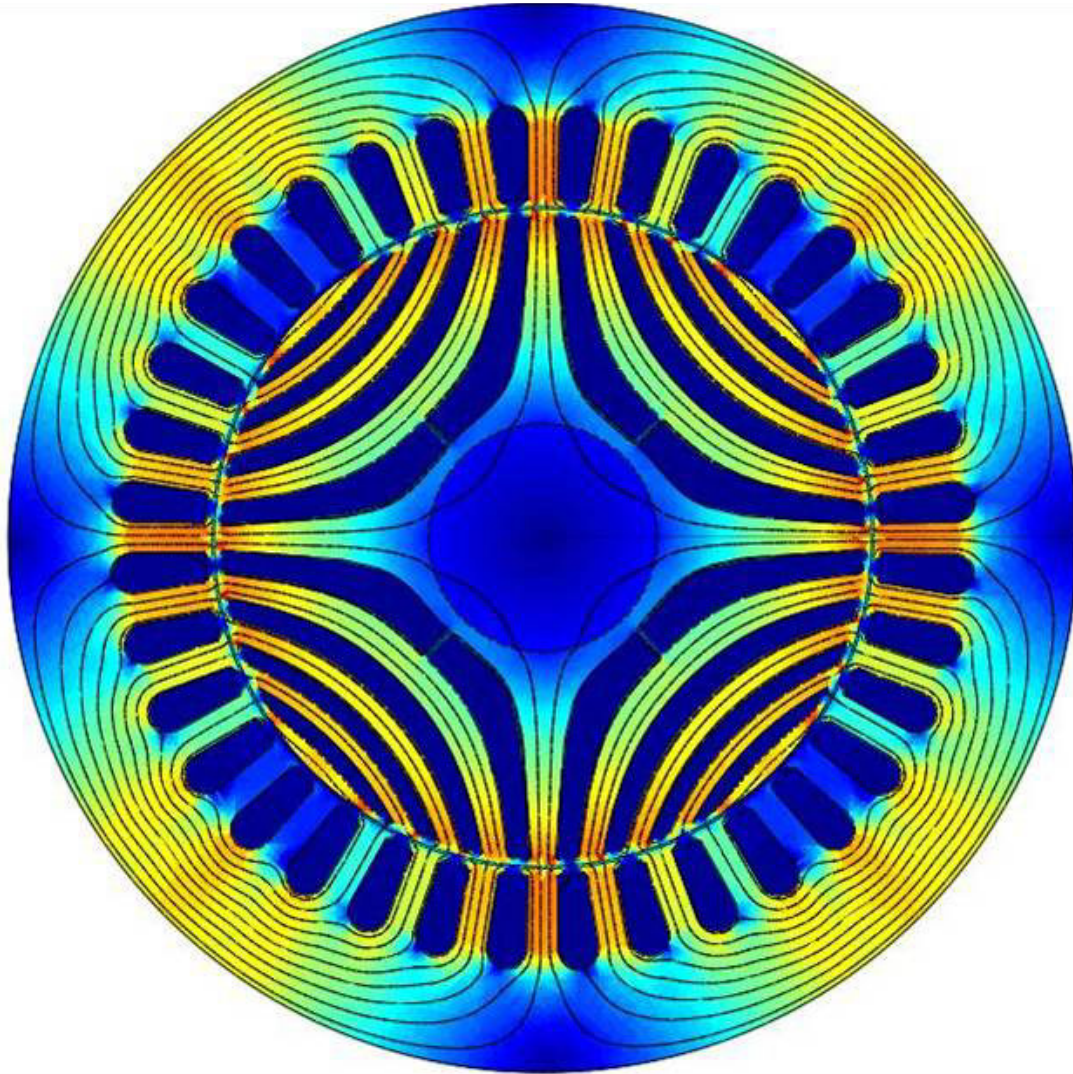
- Comparación con motor de inducción



Eliminación de las
pérdidas resistivas en el
rotor

Flujo Magnético

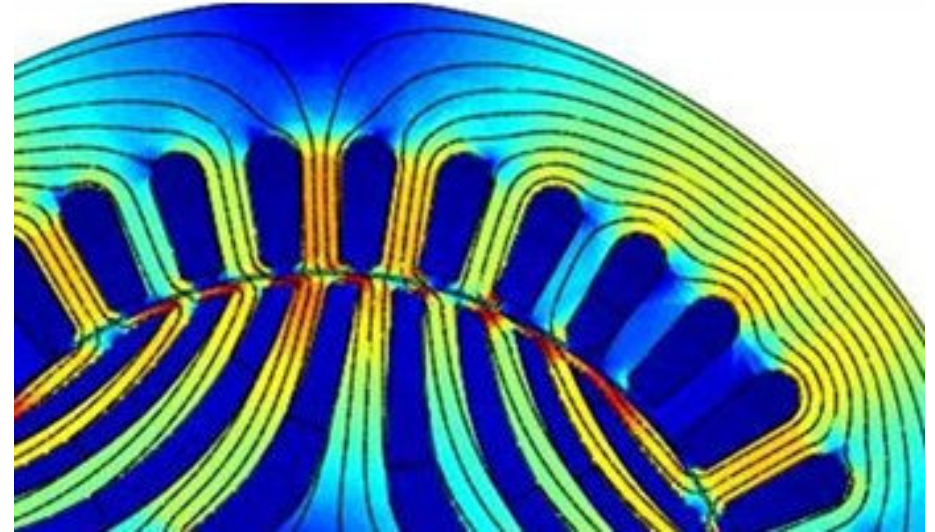
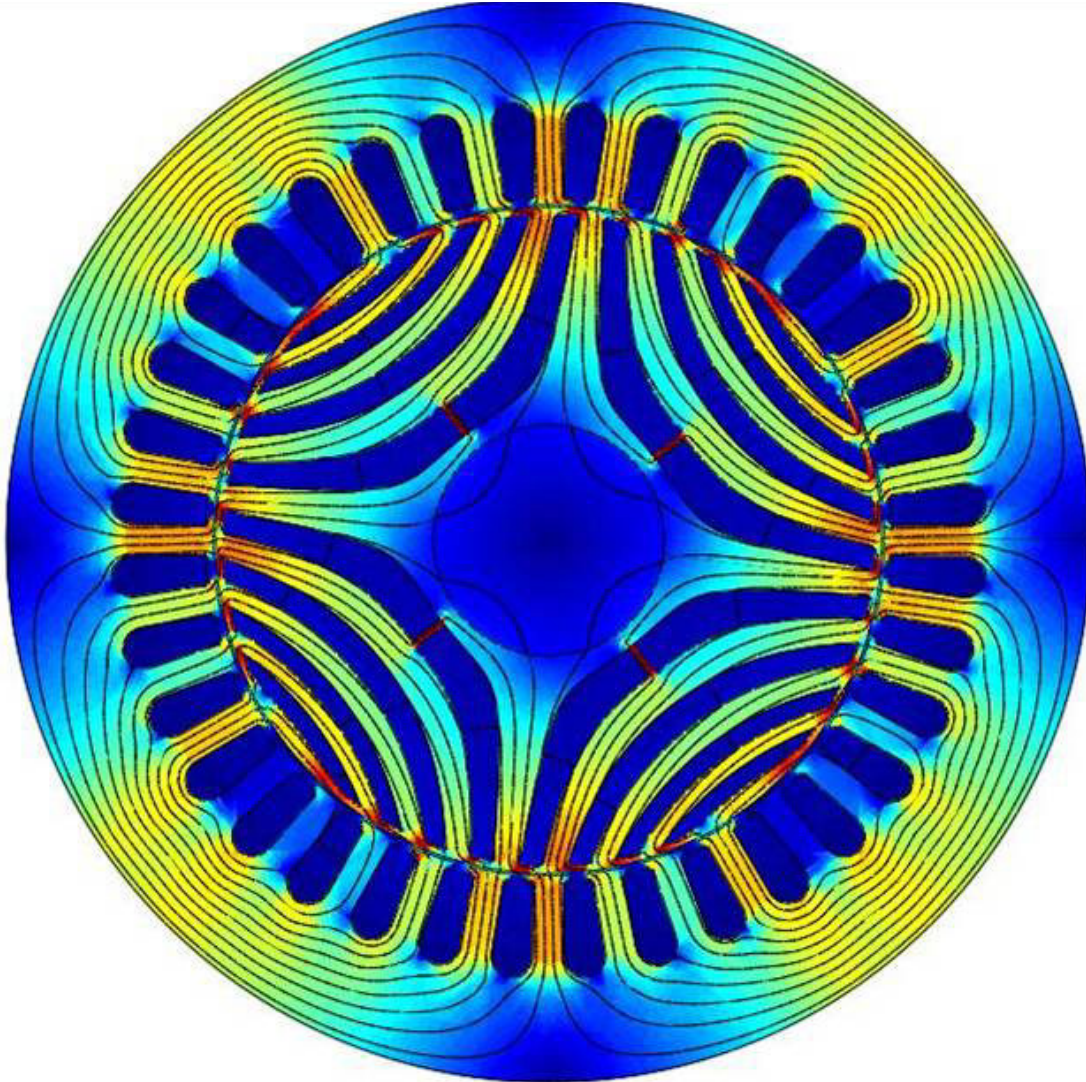
- Comportamiento en vacío



En vacío (sin carga), las líneas de flujo magnético fluyen perpendiculares al entrehierro. El fenómeno de Reluctancia significa que el rotor tiende a permanecer en esta posición centrada.

Flujo Magnético

- Comportamiento en carga



En carga, el rotor se descentra, forzando a la líneas de campo a cruzar el entrehierro. El flujo entre el rotor y el estator actúa como una goma elástica generando par.

Oferta de Producto

Paquetes SynRM Alta Potencia para bombas y ventiladores

Paquete motor SynRM Alta Potencia – Drive

■ Ventajas

Misma potencia – motor más pequeño

Misma potencia con un motor de hasta dos veces menor tamaño de carcasa. Esto lo hace más pequeño y ligero y con unos costes menores para instalaciones en bombas o ventiladores.

Mismo tamaño – más potencia

El doble de potencia a 3000 rpm sin aumentar el tamaño del motor. Un motor de mayor potencia permite aumentar el flujo sin necesidad de modificaciones mecánicas.

Motor de inducción por el exterior, innovación por el interior

Los motores síncronos de reluctancia combinan tecnología innovadora en el rotor y tecnología convencional en el estator. Tendrá el rendimiento de un motor de imanes permanentes con los costes, simplicidad y facilidad de mantenimiento de un motor de inducción.

IE3 – diseño compacto sin comprometer la eficiencia

Los motores SynRm de Alta Potencia igualan o superan los niveles de eficiencia de los motores de inducción IE3 cuando se conectan a un VSD. Para comparar eficiencias entre el SynRm y otros motores, recordad exigir los valores de eficiencia del conjunto del motor y el convertidor. Los fabricantes de renombre pueden facilitar los datos si estos no están disponibles en la documentación estándar.



Todas las potencias

Los paquetes SynMR High output combinan motor y drive, con el software más avanzado. Los paquetes son optimizados para aplicaciones en bombas y ventiladores. El rango de potencias alcanza los 350 kW.

Eficiencia del Paquete Garantizada

Por primera vez, usted no tiene que acertar el consumo motor-drive para una potencia de salida determinada. Los paquetes motor SynMR-drive están medidos para garantizar la eficiencia del conjunto. Cuando se comparan eficiencias entre diferentes alternativas, esté seguro que está mirando los valores de eficiencia para todo el paquete y todas las velocidades que deberá ejecutar.

Paquete motor SynRM Alta Potencia

Puntos clave del Paquete



Relevancias del Motor

- Más potencia, con un motor de hasta dos veces menor tamaño de carcasa que un motor convencional
- Códigos de Variante y construcción basada en los motores M3BP de fundición de hierro Process Performance.
- Sin imanes, sin jaula.
- Oferta de producto competitiva comparada con las nuevas tecnologías y las tradicionales.
- Más rendimiento debido a la reducción de la temperatura en los cojinetes.
- Mayor eficiencia que los motores de inducción convencionales alimentados por VSD



Relevancias del ACS850, Drive

- Estructura modular – usted paga solo por lo que necesita.
- Funciona con cualquier motor – Inducción, imanes permanentes y motores SynRm.
- Módulo de memoria – se puede ajustar la configuración de la velocidad y guardarla en la memoria.
- Diseño estilizado – el drive se ha diseñado para que ocupe un espacio mínimo.
- El montaje es tan fácil como en los motores de inducción – simplemente se han de introducir los parámetros de la placa del motor. No son necesarios dispositivos de retroalimentación como encoders o sensores de posición.



Marca y nombre

- Paquetes motor SynRM Alta Potencia y drive ACS850



- Características del Motor
 - Carcasa de fundición de hierro M3BL 160 - 315
 - Generación de código B en el código del producto
 - Variantes de código y detalles de construcción basados en “productos madre” – M3AA y M3BP



- Características del Drive
 - Los nuevos drives de ABB ofrece soporte al software de control de reluctancia síncrona. La primera familia con este revolucionario software es la ACS850.
 - Tensión de alimentación trifásica 380 V a 500 V, 50 Hz y 60 Hz
 - Control de Par directo ABB (IM, PM o SynRm)
 - **Nueva opción de código de control firmware +N7502** (no se incluye en el ACS850 como estándar)



Misma potencia – motor más pequeño.

- Qué significa menor tamaño?



Pump application example

22 kW, 1500 rpm



	High output SynRM motor	ABB IE2 induction motor
Frame size:	160, 174 kg	180, 220 kg
Motor's efficiency	DOL: N/A, VSD: 92.8%	DOL: 92.4, VSD: ~91.0%
		



Misma potencia con menor tamaño o más potencia con mismo tamaño.

Fan application example

37 kW, 3000 rpm

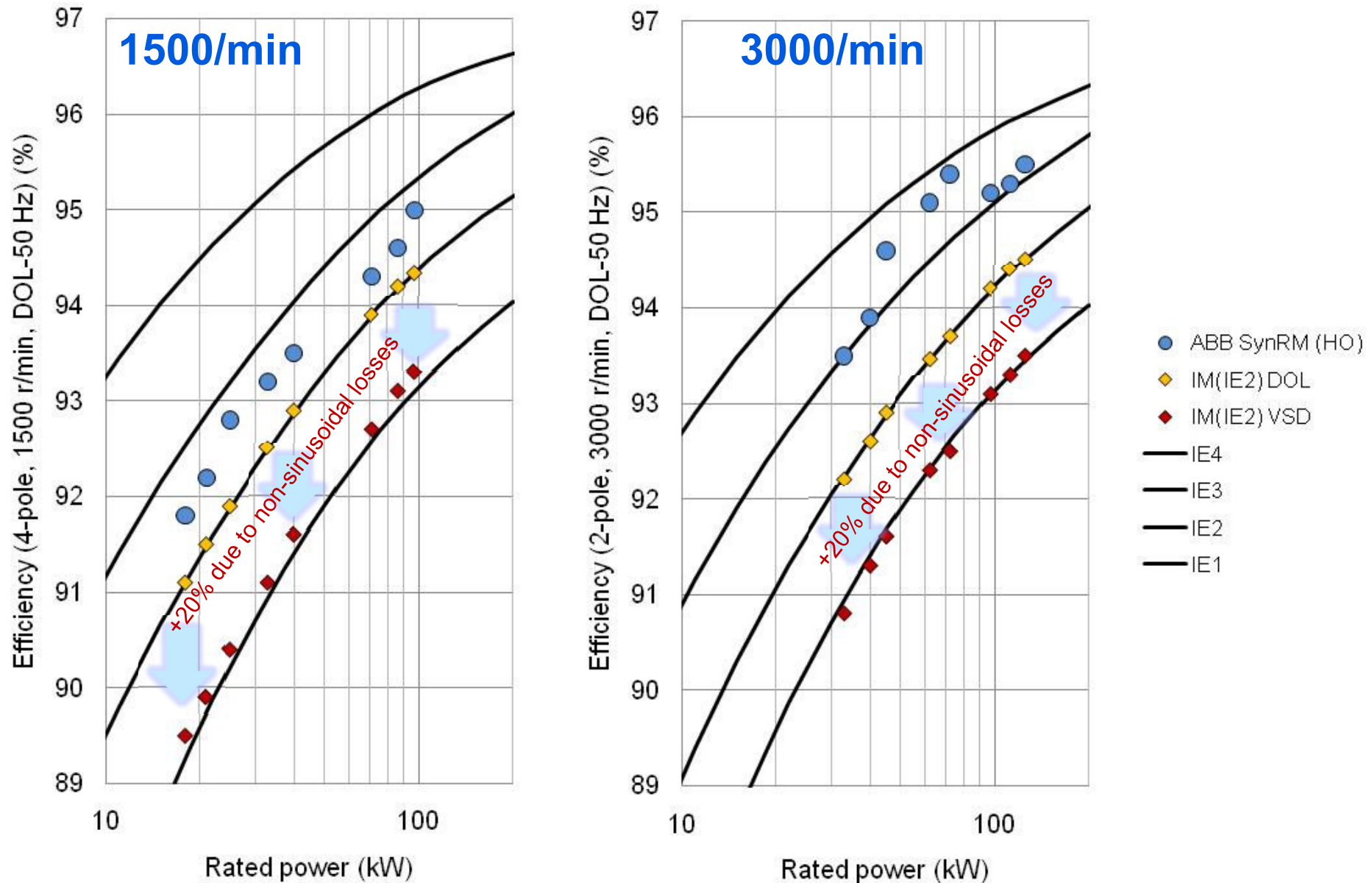
	High output SynRM motor	ABB IE2 induction motor
Frame size:	160, 174 kg	200, 298 kg
Motor's efficiency	DOL: N/A, VSD: 93.7%	DOL: 93.4, VSD: ~92.2%
	 Free area: 65%	 Free area: 25%



Sistema de espacio reducido – menos peso y fácil instalación

Eficiencia del motor

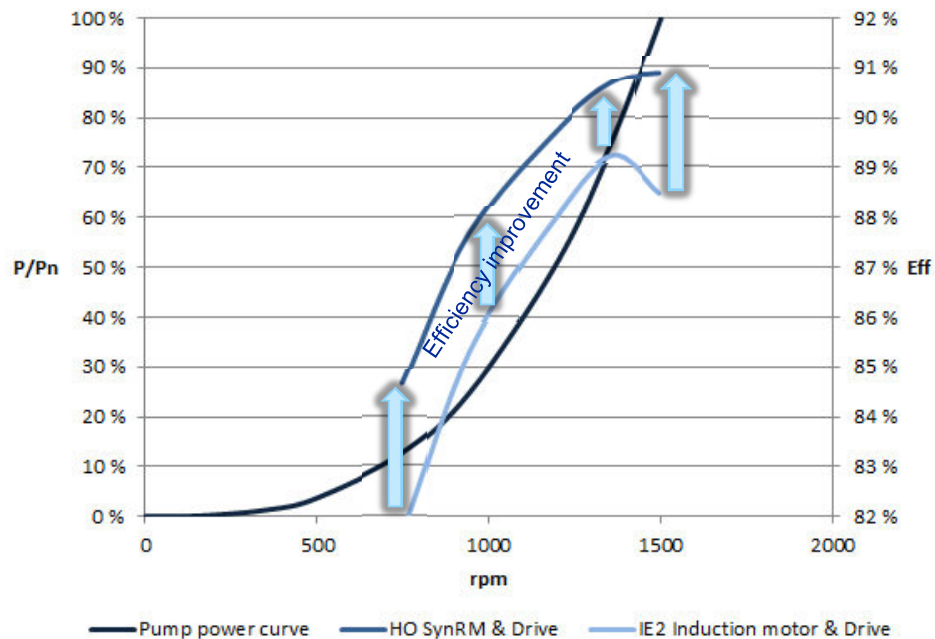
- SynRM HO vs. Motor de inducción IE2



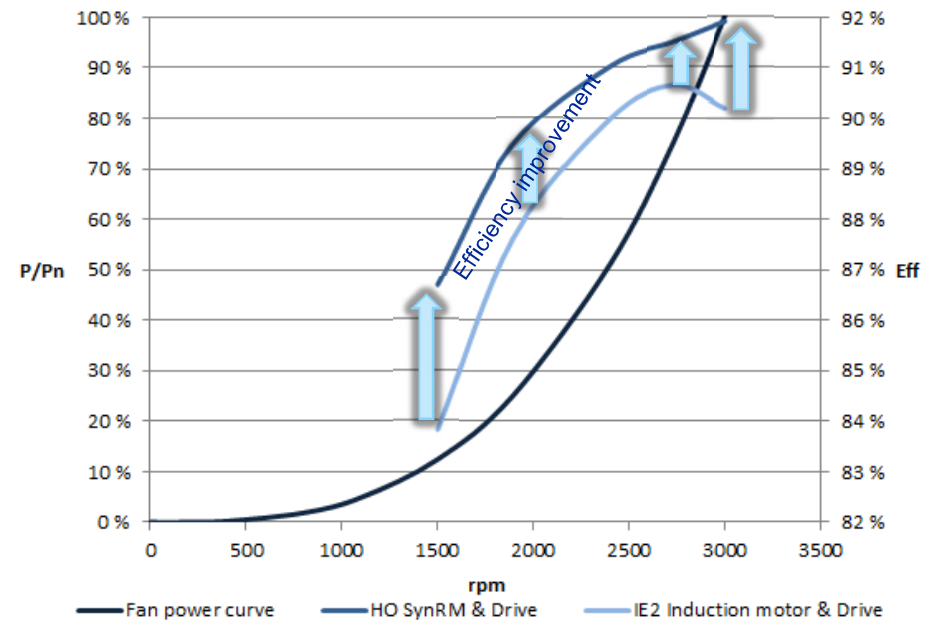
SynRM High output y drive ACS850

- Eficiencia del paquete motor - drive

Typical package efficiency for 22kW 1500 drive system in pump duty



Typical package efficiency for 37kW 3000rpm drive system in fan duty



- 1-3 %-más de eficiencia comparado con un paquete con motor de inducción
- Mayor eficiencia en condiciones de carga parcial

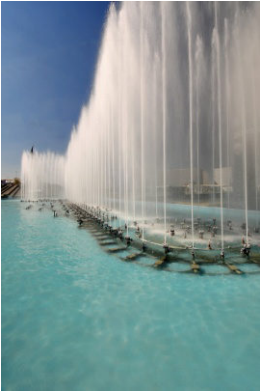
Características y selección del conjunto

Selección fácil, paquetes pre-seleccionados

Output kW Motor type Product code			Performance at nominal speed						Performance at maximum speed						
			Speed	Freq.	Motor efficiency	Current	Torque	Torque	Output	Speed	Torque	Torque	Inertia	Weight	Suggested frequency converter type for no overload use
			n _N r/min	f _a Hz	Full load 100%	I _N A	T _N Nm	T _{cl} / T _N	P kW	n _{max} r/min	T ₂ Nm	T _{cl} / T ₂	J kgm²	m kg	
3000 r/min			400 V network*)												
33	M3BL 160 MLB	3GBL 162 001 -_SB	3000	100	93.5	76.7	105	1.5	33	3600	88	1.2	0.05789	130	ACS850-04-078A-5
40	M3BL 160 MLC	3GBL 162 002 -_SB	3000	100	93.9	92.5	127	1.5	40	3600	106	1.2	0.07022	157	ACS850-04-094A-5
45	M3BL 160 MLE	3GBL 162 003 -_SB	3000	100	94.6	103	143	1.5	45	3600	119	1.2	0.08637	174	ACS850-04-103A-5
62	M3BL 200 MLA	3GBL 202 001 -_SB	3000	100	95.1	144	197	1.5	62	3600	164	1.2	0.24247	279	ACS850-04-144A-5
72	M3BL 200 MLC	3GBL 202 002 -_SB	3000	100	95.4	166	229	1.5	72	3600	191	1.2	0.28718	304	ACS850-04-166A-5
97	M3BL 250 SMA	3GBL 252 001 -_SB	3000	100	95.2	224	309	1.5	97	3000	309	1.2	0.49911	396	ACS850-04-225A-5
112	M3BL 250 SMB	3GBL 252 007 -_SB	3000	100	95.3	259	357	1.5	112	3000	357	1.2	0.57534	428	ACS850-04-260A-5
125	M3BL 250 SMC	3GBL 252 002 -_SB	3000	100	95.5	288	398	1.5	125	3000	398	1.2	0.63250	454	ACS850-04-290A-5
2100 r/min			400 V network*)												
25	M3BL 160 MLB	3GBL 162 007 -_SB	2100	70	92.3	58.8	114	1.5	25	2500	96	1.2	0.05789	130	ACS850-04-061A-5
31	M3BL 160 MLC	3GBL 162 008 -_SB	2100	70	93.0	72.4	141	1.5	31	2500	118	1.2	0.07022	157	ACS850-04-078A-5
39	M3BL 160 MLE	3GBL 162 009 -_SB	2100	70	93.7	90.4	177	1.5	39	2500	149	1.2	0.08637	174	ACS850-04-094A-5
44	M3BL 200 MLA	3GBL 202 005 -_SB	2100	70	93.8	102	200	1.5	44	2500	168	1.2	0.24247	279	ACS850-04-103A-5
62	M3BL 200 MLC	3GBL 202 006 -_SB	2100	70	94.0	143	282	1.5	62	2500	237	1.2	0.28718	304	ACS850-04-144A-5
88	M3BL 250 SMA	3GBL 252 005 -_SB	2100	70	95.0	201	400	1.5	88	2500	336	1.2	0.49911	396	ACS850-04-202A-5
98	M3BL 250 SMB	3GBL 252 008 -_SB	2100	70	95.2	224	446	1.5	98	2500	374	1.2	0.57534	428	ACS850-04-225A-5
115	M3BL 250 SMC	3GBL 252 006 -_SB	2100	70	95.5	258	523	1.5	115	2500	439	1.2	0.63250	454	ACS850-04-260A-5
124	M3BL 280 SMA	3GBL 282 215 -_DB	2100	70	95.2	259	564	1.4	124	2400	493	1.1	0.85741	604	ACS850-04-260A-5
134	M3BL 280 SMB	3GBL 282 225 -_DB	2100	70	95.5	279	609	1.5	134	2400	533	1.2	0.99990	639	ACS850-04-290A-5
160	M3BL 280 SMC	3GBL 282 235 -_DB	2100	70	95.8	329	728	1.5	160	2400	637	1.2	1.21364	697	ACS850-04-387A-5
1500 r/min			400 V network*)												
17	M3BL 160 MLB	3GBL 162 004 -_SB	1500	50	91.2	42.6	108	1.5	17	1800	90	1.2	0.05789	130	ACS850-04-044A-5
20	M3BL 160 MLC	3GBL 162 005 -_SB	1500	50	92.0	49.2	127	1.5	20	1800	106	1.2	0.07022	157	ACS850-04-050A-5
25	M3BL 160 MLE	3GBL 162 006 -_SB	1500	50	92.8	58.5	159	1.5	25	1800	133	1.2	0.08637	174	ACS850-04-061A-5
33	M3BL 200 MLA	3GBL 202 003 -_SB	1500	50	93.2	76.9	210	1.5	33	1800	175	1.2	0.24247	279	ACS850-04-078A-5
40	M3BL 200 MLC	3GBL 202 004 -_SB	1500	50	93.5	92.9	255	1.5	40	1800	212	1.2	0.28718	304	ACS850-04-094A-5
71	M3BL 250 SMA	3GBL 252 003 -_SB	1500	50	94.3	166	452	1.5	71	1800	377	1.2	0.49911	396	ACS850-04-166A-5
86	M3BL 250 SMB	3GBL 252 009 -_SB	1500	50	94.6	200	547	1.5	86	1800	456	1.2	0.57534	428	ACS850-04-202A-5
97	M3BL 250 SMC	3GBL 252 004 -_SB	1500	50	95.0	225	618	1.5	97	1800	515	1.2	0.63250	454	ACS850-04-225A-5
103	M3BL 280 SMA	3GBL 282 213 -_DB	1500	50	94.8	221	656	1.4	103	1800	546	1.1	0.85741	604	ACS850-04-225A-5
118	M3BL 280 SMB	3GBL 282 223 -_DB	1500	50	95.3	246	758	1.3	118	1800	626	1.1	0.99990	639	ACS850-04-260A-5
134	M3BL 280 SMC	3GBL 282 233 -_DB	1500	50	95.6	279	853	1.5	134	1800	711	1.2	1.21364	697	ACS850-04-290A-5
155	M3BL 315 SMA	3GBL 312 213 -_DB	1500	50	95.7	321	987	1.3	155	1800	822	1.1	1.64183	873	ACS850-04-387A-5
180	M3BL 315 SMB	3GBL 312 223 -_DB	1500	50	96.0	374	1146	1.4	180	1800	955	1.1	1.86867	925	ACS850-04-387A-5
205	M3BL 315 SMC	3GBL 312 233 -_DB	1500	50	96.1	423	1305	1.3	205	1800	1088	1.1	2.03880	965	ACS850-04-430A-5
250	M3BL 315 MLA	3GBL 312 413 -_DB	1500	50	96.4	516	1592	1.4	250	1800	1326	1.1	2.45071	1116	ACS850-04-521A-5
275	M3BL 315 MLB	3GBL 312 423 -_DB	1500	50	96.5	573	1751	1.5	275	1800	1459	1.2	2.67755	1169	ACS850-04-602A-5
315	M3BL 315 LKA	3GBL 312 813 -_DB	1500	50	96.4	659	2005	1.5	315	1800	1671	1.2	3.03536	1357	ACS850-04-693A-5
350	M3BL 315 LKC	3GBL 312 833 -_DB	1500	50	96.5	712	2228	1.5	350	1800	1857	1.2	3.77259	1533	ACS850-04-720A-5

Conclusión

- Resumen



- Diferentes soluciones requieren de diferentes conclusiones
- Motores SynRM High output contra motores de inducción
 - Los SynRM ganan en eficiencia y compactidad
 - Los SynRM tienen temperaturas más bajas en los cojinetes = mayor rendimiento
 - Mismo precio €/kW = mayor valor por el dinero
- SynRM High output contra motores de imanes permanentes
 - Normalmente el mismo tamaño de motor
 - Los PM tienen un nivel de eficiencia levemente superior
 - Los SynRM ofrecen un servicio fácil
 - Los PM son más caros

Normativa

Novedades en la norma



- IEC/EN 60034-2-1: 2007-09 introduce nuevas reglas que conciernen a los métodos de medir la eficiencia
- Reemplaza la norma IEC/EN 60034-2:1996 que se usaba en conjunto con la clasificación de eficiencia europea EFF1, EFF2, EFF3

IEC 60034-2:1996 vs. IEC 60034-2-1:2007

	Anterior normativa IEC 60034-2: 1996	Nueva normativa IEC 60034-2-1: 2007 Sept.
Referencia de temperatura	Pérdidas resistivas en el estator y rotor determinadas a 95°C	Las pérdidas en el rotor y estator se determinan a [25°C + clase de temperatura]
Método	Método indirecto: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valor fijo; P_{LL} a 0.5% de potencia a par nominal 	Método indirecto: Tres alternativas, se debe indicar la utilizada en la documentación: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Medidas; P_{LL} calculada en pruebas con carga ▪ Valor asignado P_{LL}, 2.5% - 1.0 % de potencia a par nominal entre 0.1kW y 1000 kW ▪ Cálculo matemático.
	Método directo	Método directo (sin cambios)

¿Cómo resulta la nueva medida?

- Estos ejemplos muestran como afecta a las cifras la medición bajo la antigua y la nueva norma.
- Los valores de eficiencia entre diferentes fabricantes sólo se pueden comparar si están basados en el mismo método de medición.

Potencia Motor	Sistema antiguo de test EN/IEC 60034-2: 1996	Nuevo sistema de Test IEC 60034-2-1: 2007-09
7.5 kW, motor de 2 polos	88.4%	87.9%
11 kW, motor de 4 polos	90.9%	90.3%
160 kW, motor de 4 polos	96.0%	95.4%

¿Cuál será el alcance de la IEC 60034-30?

Parámetro	Nuevo estándar de clasificación : IEC 60034-30 – CDV : 2007-08-31
Tensión & frecuencia nominal	U_N hasta 1000 V - F_N : 50 Hz & 60 Hz Direct on-line connection
Gama de potencias	0.75 kW a 370 kW
Número de polos	2, 4, 6
Validez para motores	Incluye: Motores estándar Motores para Atmósferas Explosivas (Ex) Motorreductores Motores freno Excluye: Motores específicamente diseñados para VSD Motores Smoke Venting
Ciclo de trabajo	S1, S3 con tiempo de operación $\geq 80\%$

Nota: Motores diseñados para operar DOL&VSD -> se da el rendimiento para operación DOL, este valor no se debe tomar en consideración para operación con VSD!

Nueva IEC 60034-30: International Efficiency (IE) Classification

50 Hz: Reducción de pérdidas ~15% respecto IE2

60 Hz: US NEMA Premium regulation

50 Hz: basado en CEMEP EFF1*)

60 Hz: US EPCAct regulation

50 Hz: basado en CEMEP EFF2 *)

60 Hz: Brazilian regulation

Premium efficiency IE3

High efficiency IE2

Standard efficiency IE1

Super-Premium IE4

La IEC está preparando el nuevo estándar IEC 60034-30 para la clasificación de rendimientos

Los valores de rendimiento que se toman en cuenta vienen derivados de la nueva norma de medida de rendimiento IEC 60034-2-1

¿Donde lo identifico?

ABB						
3~MotorM3AA 132M						
3G AA 132024-ADC						
No.						
V	Hz	r/min	kW	A	cos φ	
660-690 Y	50	1450	7,5	8,4	0,87	
380-420 △	50	1450	7,5	14,6	0,87	
440-480 △	60	1750	8,6	14,3	0,87	
6208-2Z/C3 6208-2Z/C3 59 kg						

CE						
3 ~ Motor M3BP 315 SMC 4 B3						
RF12345-1 2009						No. 3GF09123456001
Ins.cl. F						IP 55
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
690 Y	50	160	1487	165	0,85	S1
400 D	50	160	1487	284	0,85	S1
400 D	50	160	1488	277	0,84	S1
IE2 - 95,6 (100%) - 95,5 (75%) - 95,1 (50%)						
Prod.code 3GBP312230- ADG						
6319/C3				Nmax 2300 r/min		
6316/C3				1000 kg		
ABB				IEC 60034-1		
ABB				IEC 60034-1		
6319/C3				Nmax 2300 r/min		
Prod.code 3GBP312230- ADG						

Esquema de implementación:

Fase 1:

Desde 16 de Junio, 2011

Los motores deberán tener rendimiento IE2 (equivalente al EFF1 actual)

Fase 2:

Desde 1 de Enero, 2015

Los motores entre 7,5 y 375 kW deberán tener rendimiento IE3 (equivalente al premium) o rendimiento IE2 si están accionados por convertidor.

Fase 3:

Desde 1 de Enero , 2017

Los motores entre 0,75 y 375 kW deberán tener rendimiento IE3 (equivalente al premium) o rendimiento IE2 si están accionados por convertidor

Una planta de tamaño medio

Puede tener 149 motores entre 0,37 y 132 kW

Nº de	Potencia	kW	Total kWh	Coste de
motores	(kW)	consumidos	por año	Energía (€)
108	0,37-7,5	238	1.428.000	85.680
34	11 - 45	663	3.978.000	238.680
7	55 - 132	414	2.484.000	149.040

(Se ha considerado 6000 h/año y 0,06 €/kWh)

TOTAL 473.400 €

Mejorando eficiencia una media de 3,14% se ahorran 44,2 kW (15.912 €)
¡¡3,36 % de ahorro en la factura eléctrica!!

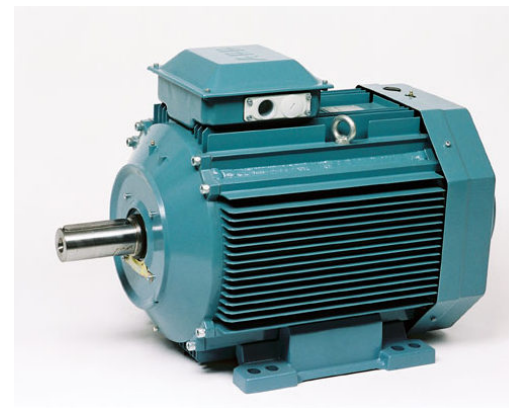
Rebobinado de motores: un ahorro aparente

- ¿Qué pasa cuando llevo un motor a rebobinar?
 - Me pueden poner hilo de cobre de peor calidad que el original.
 - Puede que por error o descuido pongan alguna espira de menos al bobinar.
 - El motor sufre una “agresión” con disolventes para poder desbobinar pero ... ATACA TAMBIÉN AL AISLAMIENTO DE LA CHAPA.
 - Lo bobinarán a mano en lugar de a máquina.
- En definitiva, perderá rendimiento.

(Video 2)

Rebobinado de motores: un ahorro aparente

Ontario Hydro llevó 9 motores iguales dañados a propósito a 9 talleres diferentes para rebobinarlos, obteniendo como resultado una pérdida media de rendimiento de 1.1%.



Motor de 75 kW y 4 polos, servicio continuo; 0.05861 €/kWh

Rebobinado motor bajo rendimiento

Coste rebobinado: 1,298 €

Incremento costes operación anual
pérdida 1.1% rendimiento: 507 €

Coste total en 1 año: 1,805 €

Nuevo motor alto rendimiento

Precio motor nuevo de alto
rendimiento: 3,110 €

Ahorro en costes operación anual
aumento 3% rendimiento: 1,322 €

Coste total en 1 año: 1,788 €

Índice

- Introducción a ABB
- Teoría básica variadores de frecuencia
- Ahorro de energía gracias al uso de variadores de frecuencia
- Motores alta eficiencia
- Casos prácticos
- Demo

Ejemplos reales

Central de bombas en compañía de aguas

Descripción general

Regulación On/Off. Trabajando al 100% de régimen unas 2/3 partes del día. El objetivo se centro en buscar el punto de trabajo de la bomba en su máximo rendimiento e intentar reducir la velocidad y por tanto el caudal.

El hecho de reducir la velocidad de las bombas mediante convertidores de frecuencia permitió un ahorro anual de 160.000 €.



Aspectos destacables

- **Reducción del consumo** de kwh en el conjunto de las dos bombas en un año de **1.400.000 Kwh**.
- Ahorro de **C02** de **757 Tm**
- Tiempo establecido de **retorno de la inversión inferior a 1 año**
- Aumento de la vida de la bomba, debido a la incorporación de los variadores de frecuencia, alargando los mantenimientos de las mismas

Principales instalaciones objetivo

Hospitales Barcelona

- Auditoría Energética
- Análisis del Proceso
- - 08/04/2010

▪

Aplicación	Coste prcso	A Anual	Inversión	A Energético	Retorno inversión
▪ Circuito de Agua Fría Bomba nº 1	37.421 €	12.681 €	9.445 €	158.515 kWh	0,74 años
▪ Circuito de Agua Fría Bomba nº 2	37.421 €	12.681 €	9.445 €	158.515 kWh	0,74 años
▪ Circuito de Agua Fría Bomba nº 3	37.421 €	12.681 €	9.445 €	158.515 kWh	0,74 años
▪ Circuito de Agua Fría Bomba nº 4	37.421 €	12.681 €	9.445 €	158.515 kWh	0,74 años
▪ Bomba Circuito condensación nº 1	22.453 €	7.609 €	6.296 €	95.109 kWh	0,83 años
▪ Bomba Circuito condensación nº 2	22.453 €	7.609 €	6.296 €	95.109 kWh	0,83 años
▪ Bomba Circuito condensación nº 3	22.453 €	7.609 €	6.296 €	95.109 kWh	0,83 años
▪ Bomba Circuito condensación nº 4	22.453 €	7.609 €	6.296 €	95.109 kWh	0,83 años
▪ Bomba caliente caldera	10.977 €	3.720 €	3.037 €	46.498 kWh	0,82 años
▪ Bomba caliente caldera	9.234 €	3.129 €	3.037 €	39.114 kWh	0,97 años
▪ TOTAL	259.707 €	88.009 €	69.038 €	1.100.108 kWh	0,78 años

Principales instalaciones objetivo

Hospitales Barcelona

- Auditoría Energética
- Análisis del Proceso
- - 08/04/2010

▪ Aplicación	Coste Prcso	A Anual	Inversión	Ahorro Energético	Retorno
▪ 17773 Climatizador C-95	7.484 €	2.536 €	2.659 €	31.703 kWh	1,05 años
▪ 17755 Climatizador C-94	7.442 €	2.522 €	2.659 €	31.522 kWh	1,05 años
▪ 17754 Climatizador C-93	7.442 €	2.522 €	2.659 €	31.522 kWh	1,05 años
▪ 17772 Climatizador C-92	5.457 €	1.849 €	2.154 €	23.116 kWh	1,16 años
▪ 17771 Climatizador C-91	5.457 €	1.849 €	2.154 €	23.116 kWh	1,16 años
▪ 17753 Climatizador C-90	10.977 €	3.720 €	3.037 €	46.498 kWh	0,82 años
▪ 17752 Climatizador C-89	9.234 €	3.129 €	3.037 €	39.114 kWh	0,97 años
▪ 17884 AREA QUIRUR.	9.234 €	3.129 €	3.037 €	39.114 kWh	0,97 años
▪ 17883 Climatizador c-63	9.234 €	3.129 €	3.037 €	39.114 kWh	0,97 años
▪ 17766 Climatizador C-42	14.969 €	5.073 €	4.058 €	63.406 kWh	0,80 años
▪ TOTAL	86.930 €	29.458 €	28.491 €	368.225 kWh	0,97 años

Ejemplos reales

Turbina matadero

Descripción general

- Turbinas que trabajan 24 h. de funcionamiento con arranque directo 220V III y sin regulación, por lo que regulando con variador no sólo mejoramos el proceso de producción sino que conseguimos uno notable ahorro energético
- Turbina para una de las líneas de secado de la producción de tripas para embutido.
- A parte de poder controlar manualmente en cada momento el caudal de aire, por tanto la T^a , poder hacer un lazo cerrado mediante un PID de temperatura.
- Potencia del motor 37 kW

Aspectos Destacables

- Inversión, **3.800 €**
- Ahorro energético, **41.819 kWh/añual**
- Tiempo de retorno, **0,98 años**
- Toneladas Co2, **24 Tm**



Ejemplos reales

Empresa F&B. Secado del café

Descripción general

Ventiladores Alimentación Primaria, 3 ventiladores 55 Kw sin regulación .

El consumo que tienen está al 60% y ciertamente los tienen trabajando al 100% motores sobredimensionados, sólo estamos consumiendo la potencia necesaria acorde al ventilador que es de unos 30kW 100A nominal, 60A consumo real).



Aspectos Destacables

- Ahorro anual, **22.000 €**
- Inversión, **23.380 €**
- Ahorro Energético, **274.086 kWh/año**
- Retorno de la inversión, **1,02 años**
- Toneladas CO2, **156 Ton**



Ejemplos reales

Cabina de pintura, fabricante automóviles

Descripción general

Las cabinas de pintura y aporte de barniz, estas suelen ser unas grandes consumidoras de energía eléctrica, básicamente por dos hechos, son ventiladores grandes por tanto hablamos de motores, en este caso de 90 y 132Kw respectivamente, y el nº de horas de funcionamiento.

En ambos casos el modelo planteado fue el ACS800 gama industrial.

Aspectos Destacables

- Inversión aprox. **32.000 €**
- Ahorros en consumo de 338.000 kwh/año
- Toneladas de **C02** no generadas **192 Tm**
- **Retorno** de la inversión en menos de **1,5 años**
- **Ahorro** económico anual de **29.000€.**



Ejemplos reales

Productos cárnicos y embutidos refrigerados

Descripción general

Adaptar la temperatura de las distintas zonas según las necesidades precisas, usando controles y sondas que actúan sobre los motores de los ventiladores y bombas

ABB desarrolló una evaluación para optimizar el consumo energético.

Se identificaron mejoras en las zonas de refrigeración, purificación de agua y producción de calor.

En total, la sustitución de 23 motores por motores de alta eficiencia con potencia asignada entre 5,5 y 75 kW y la instalación de 15 convertidores ABB.



Aspectos Destacables

- Ahorro económico: 62.920 € cada año
- Ahorro eléctrico: 572.000 kWh cada año
- Reducción emisiones : 317.000 Kg cada año

Ejemplos reales

Fábrica neumáticos

Descripción general

La evaluación de eficiencia energética llevada a cabo por ABB en la fábrica de neumáticos, puso de manifiesto que 436 motores de baja tensión trabajaban a bajo rendimiento y consumían innecesariamente grandes cantidades de energía eléctrica.

Aspectos Destacables

La evaluación reveló también que al reemplazar estos motores de baja eficiencia (muchos de ellos llevaban en funcionamiento más de 20 años), por los ABB IE2 de alta eficiencia, se alcanzaría un elevado rendimiento del 84,2 por ciento.

Cada uno de los motores **trabaja 5.880 horas al año** con una carga del 90 por ciento y durante un 100 por cien del tiempo. El consumo anual de cada motor de **baja eficiencia era 10.332 kilovatios hora (kWh)**, en comparación con los **9.428 kWh consumidos** por el motor de **alta eficiencia** de ABB.

El **ahorro** resultante de energía **por motor es 895 kWh**, lo que representa **390.220 kWh de ahorro de los 436 motores** que reemplazará ABB. Con ahorros de esta magnitud, el **retorno de la inversión** en los motores se estima en solo **17 meses**.

Los beneficios obtenidos van más allá, ya que la menor energía consumida se traduce en una reducción de las emisiones de **CO₂** de la fábrica, de **213 toneladas al año**.



Ejemplos reales

Planta de Áridos

Descripción general

- En esta empresa tenían 2 machacadoras , 2 amasadoras y una bomba , accionados los 5 motores con arrancadores suave sin posibilidad de adaptarlas a la actual demanda.
- Evaluando el ahorro energía posible mediante una evaluación de eficiencia eléctrica se decidió optar por variadores de frecuencia ABB.
- Instalación de 5 convertidores de frecuencia ABB (2 de 110 kW y 2 de 55 kW + 1 de 75 kW)



Aspectos Destacables

- Reducción del **consumo** de kWh en el conjunto e un año de **115.829 kWh**
- Ahorro de **C02 de 57 Ton**
- Ahorro aprox de **14.800€ al año**
- Tiempo establecido de **retorno de la inversión inferior a 2 años**
- Inversión **aprox de 30.000€**
- Aumento de la vida de la bombas, reducción de posibles efectos de cavitación y alargando los mantenimientos de las mismas.
- Arranque suave y desaparición de los picos de corriente en la arrancada de los motores
- Reducción del nivel sonoro de la instalación

Eficiencia Energética ABB

La cuenta de resultados

- Por cada € gastado en los costes de capital de un motor eléctrico, 100 € más se gastarán en funcionamiento durante 10 años.
- Vea en este gráfico que una reducción de costes de 1% supondría el mismo beneficio que un incremento de ventas del 8%.

	Situación actual	Caso 1 Reducción 1% costes	Caso 2 Incremento ventas 8%
Facturación	100€	100€	108€
Coste	80€	79,2€	86,4€
Margen bruto	20€	20,8€	21,6€
S&A (otros costes)	10€	10€	10,8€
Beneficios	10€	10,8€	10,8€

Índice

- Introducción a ABB
- Teoría básica variadores de frecuencia
- Ahorro de energía gracias al uso de variadores de frecuencia
- Motores alta eficiencia
- Casos prácticos
- **Video**

Reflexión

- LAS OPORTUNIDADES SON COMO AMANECERES:
SI UNO ESPERA DEMASIADO SE LOS PIERDE.



- EL PESIMISTA SE QUEJA DEL VIENTO
- EL OPTIMISTA ESPERA A QUE CAMBIE
- EL REALISTA AJUSTA LAS VELAS

- William George Ward → escritor y teólogo inglés 1812-1882

Albert Ginestà i Vázquez

albert.ginesta@es.abb.com

Ya puedes seguirnos en:



Grupo ABB DM



@ABB_Energia_DM



ABB.Eficiencia.Energetica

Power and productivity
for a better world™

