



IV JORNADAS
sobre TECNOLOGÍAS y SOLUCIONES PARA LA
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL



1ª SESIÓN

LUNES 15, 18:50-20:00

Soluciones para el segmento del agua

Ponente:

- **D. Iván Tallón**
(Responsable de Producto Grandes
Potencias, SCHNEIDER ELECTRIC)



Índice:



- 1. Introducción y necesidades**
- 2. Eficiencia Energética**
- 3. Mejoras en la calidad de la energía**
- 4. Grandes potencias**





Introducción

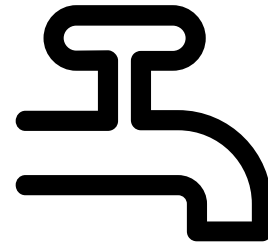
Situación actual y futura

En 2007: problemas de escasez en 30 países (300M de personas)

En 2050: 60 países afectados

Planes de acción:

- Incrementar los recursos hídricos
 - Plantas desalinizadoras
- Optimizar los recursos hídricos existentes
 - Mejorar el proceso de tratamiento de agua potable
 - Optimizar la depuración del aguas residuales
 - Modernizar los sistemas de regadíos utilizados en la agricultura.



Introducción

Inversiones en España

Plan A.G.U.A. (2004-2008) 3.800 M€

- Desaladoras (26 plantas, 300hm³/año): 2.000 M€
- Bombeo y Tratamiento: 1.800 M€

Plan A.G.U.A. (2009-2010)

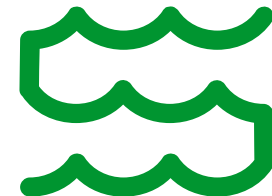
- Desaladoras (400hm³): 2.600 M€

Plan Choque de Regadíos (2006-2007): 290.000 Regantes 2.300 M€

- Obras nuevas: 1.800M€
- Renovación: 500M€

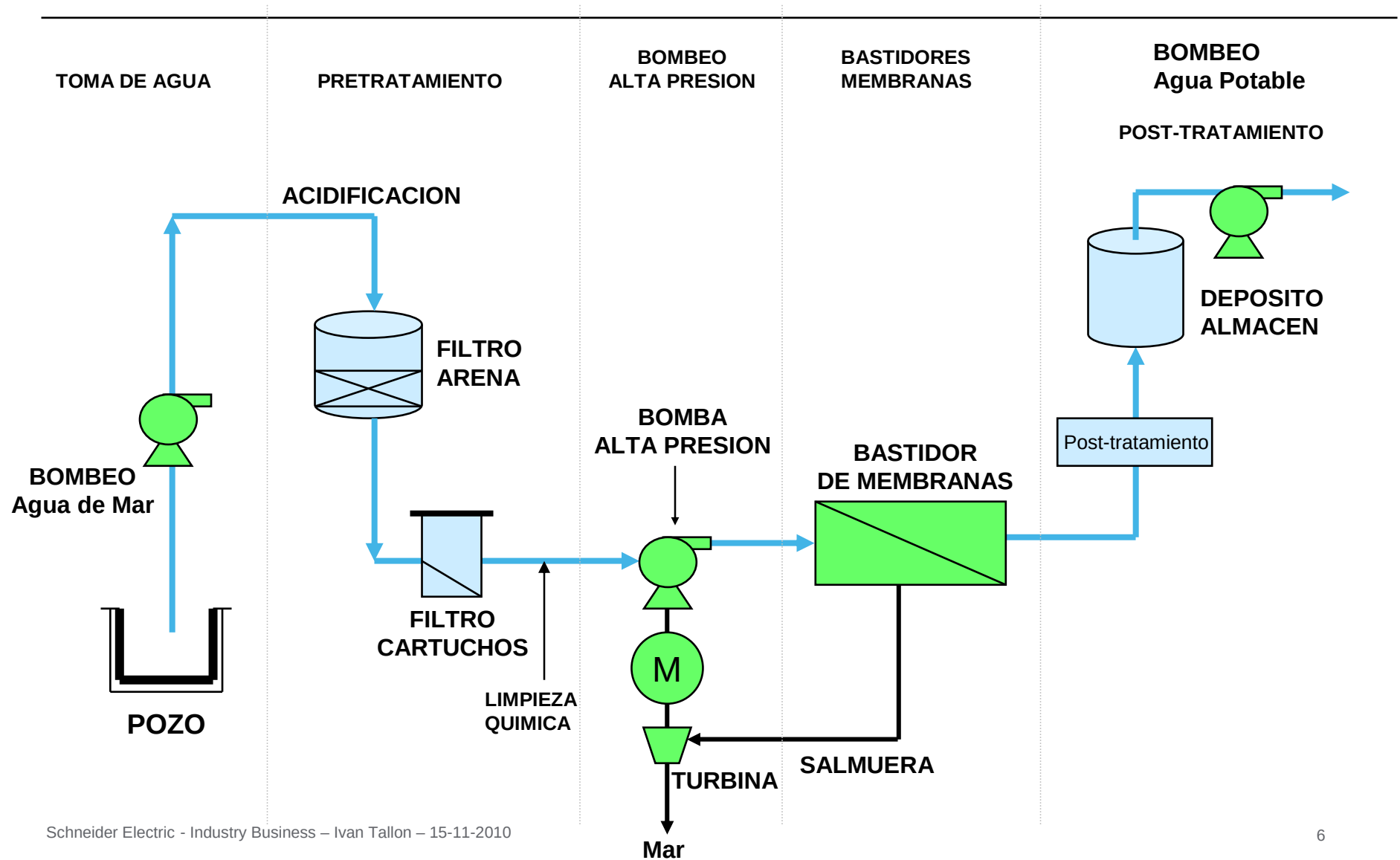
Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (2006-2015): 20.000 M€

- 2.000 actuaciones de plantas depuradoras



Introducción

Proceso de una planta desalinizadora por ósmosis Inversa



Introducción

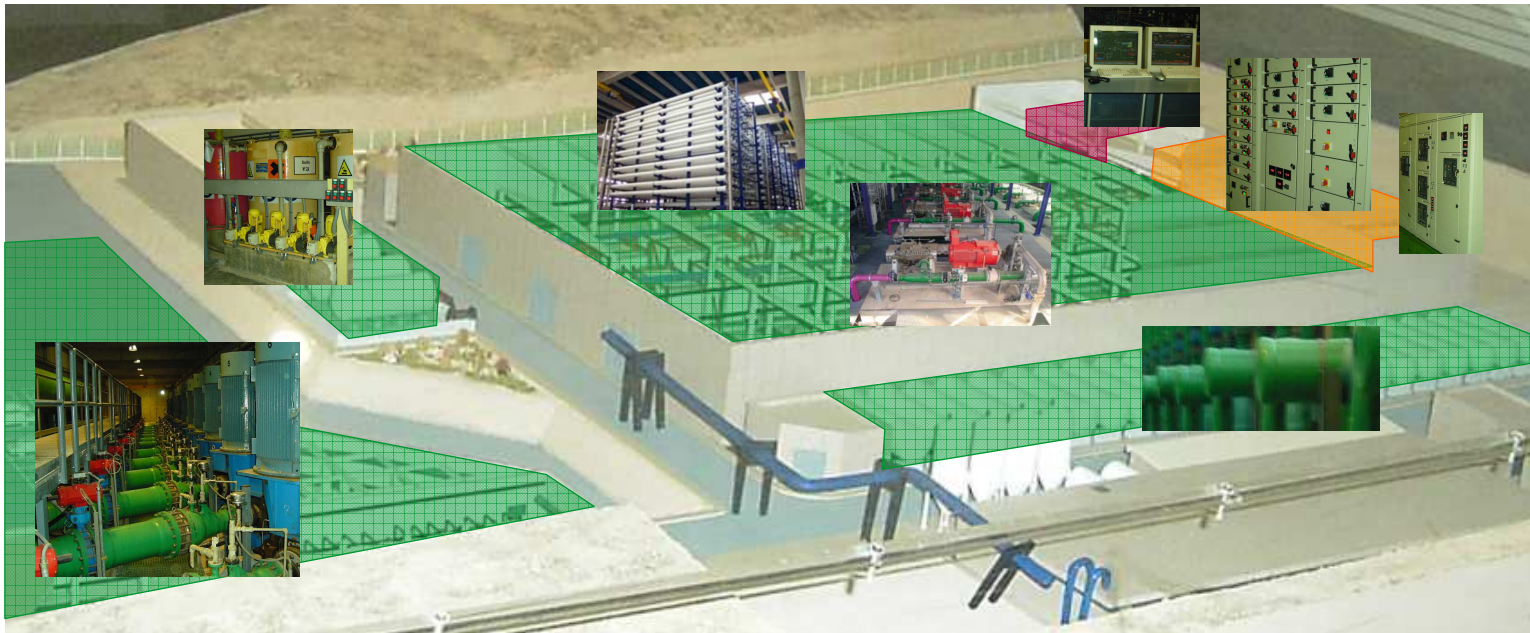
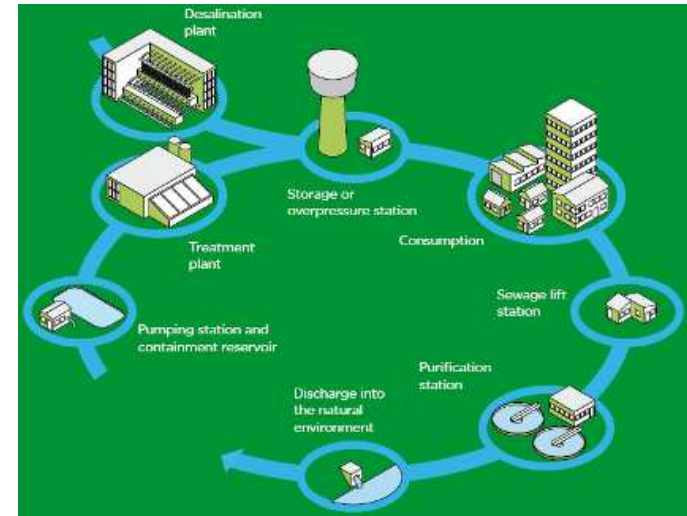
Componentes:

■ Organización geográfica

Instalación de campo

Salas técnicas

Centro de control



Introducción

Componentes:

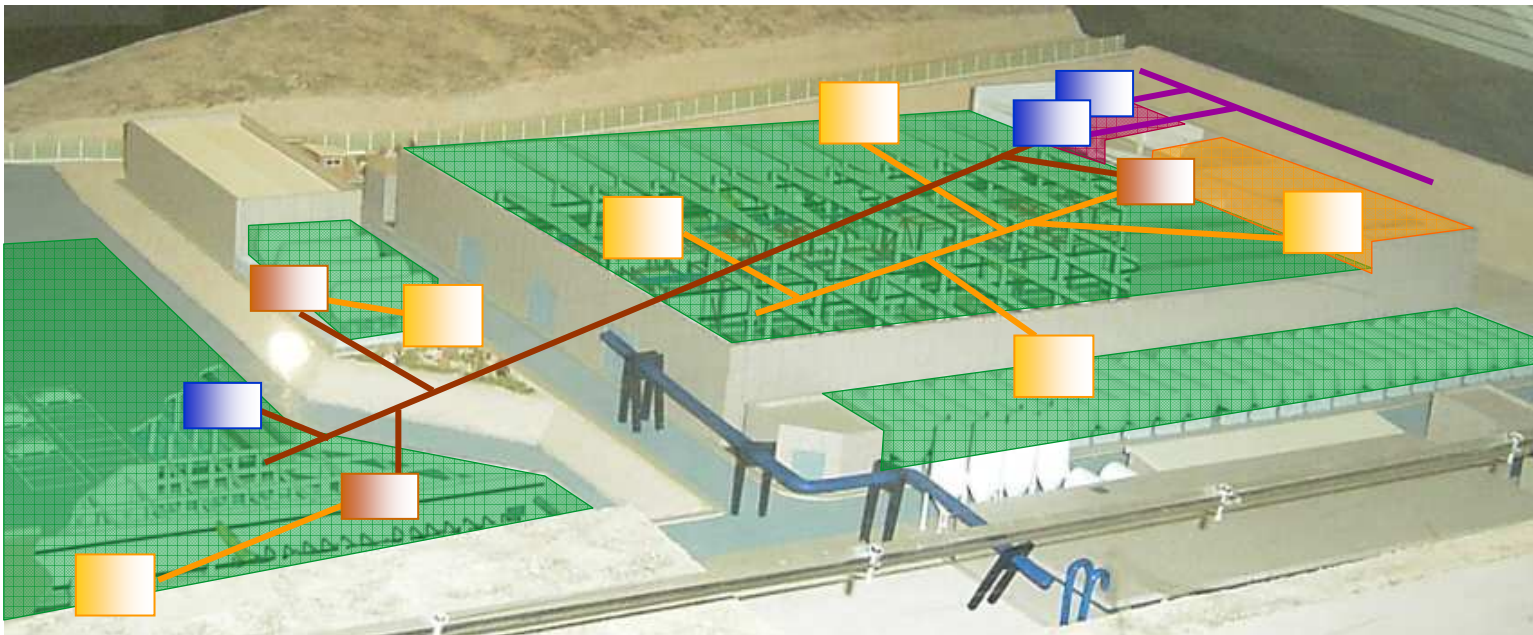
- **Organización funcional**

Periferia: Instrumentación, equipos de campo y E/S distribuidas

Control: Controladores

Supervisión: Servidores, puestos de operador y terminales HMI

Comunicaciones: Red de periferia, red de control y red de planta



Introducción

Objetivos:

- **Gestión de todos los subsistemas de la planta**

Dispersión geográfica

Variedad de disciplinas

- Propias del proceso (energía, bombeos, regulación, etc.)
- Generales de la planta (climatización, iluminación, control de accesos, etc.)

- **Gestión de la Energía**

- Eficiencia energética
- Calidad energética

Índice:



1. Introducción y necesidades
- 2. Eficiencia Energética**
3. Mejoras en la calidad de la energía
4. Grandes potencias



¿Cómo reducir nuestro **Coste energético** ?

> **Diseño** más eficiente.

Edificio: Doble cristal, aislamiento térmico, etc..

Industrial: tipos de reductora, motores más eficientes, etc..

> **Control** centralizado

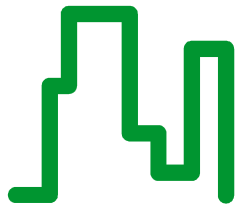
Mantenimiento preventivo y predictivo

> **Consumo** adaptable a los requerimientos del momento

Variadores de velocidad en los motores.

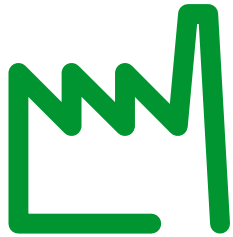
Sensores presencia en la iluminación

Consumo de **motores** en el mundo.



Edificio

30% de electricidad



**Industria &
Infraestructuras**

60% de electricidad

> 25% de la energía consumida

> 85% Bombas, Ventiladores y Compresores

Cómo optimizar su instalación.

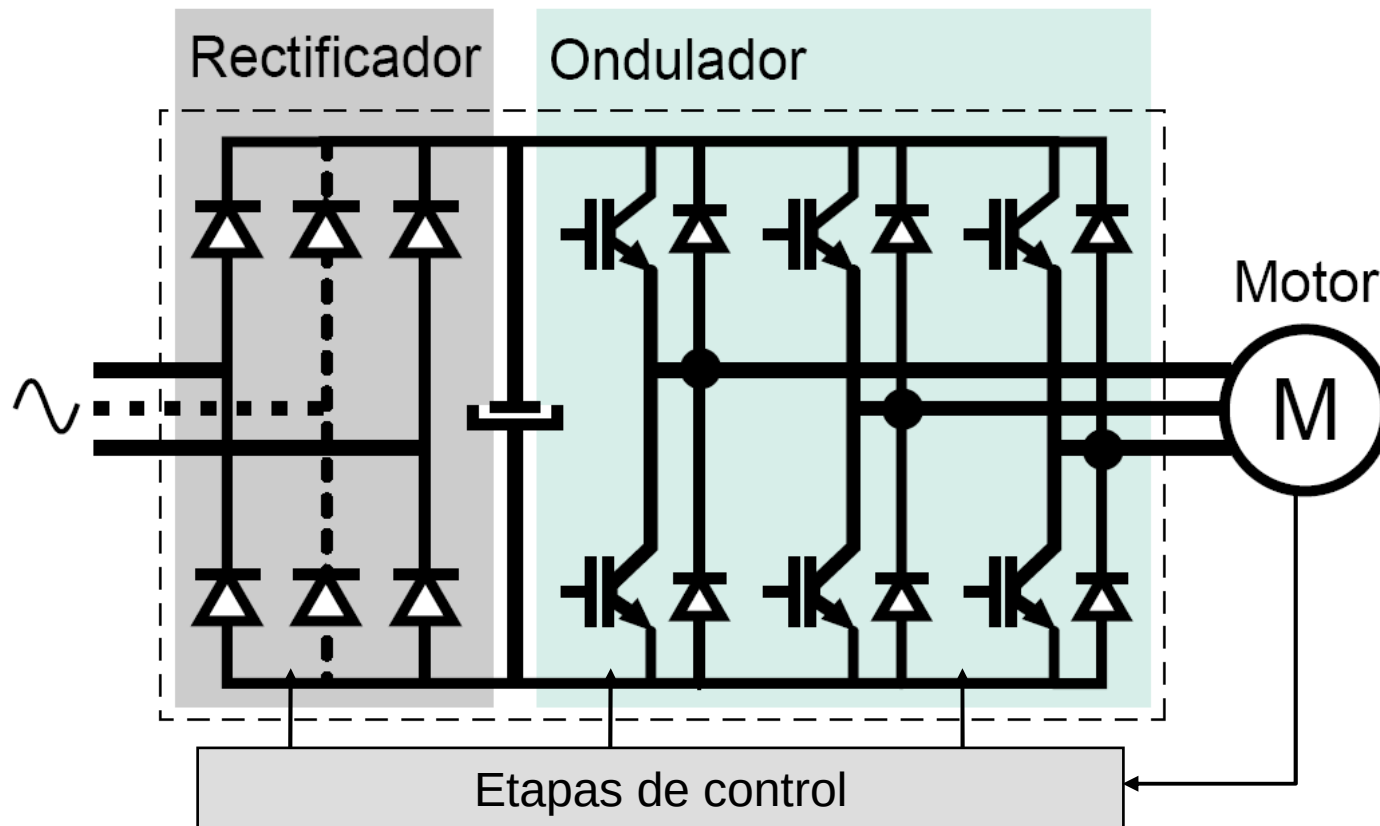
Utilizar **motores** de **alto rendimiento**

> Ahorro de hasta **10%**

Utilizar **Variadores** para el control de motores

> Ahorro de hasta **50%**

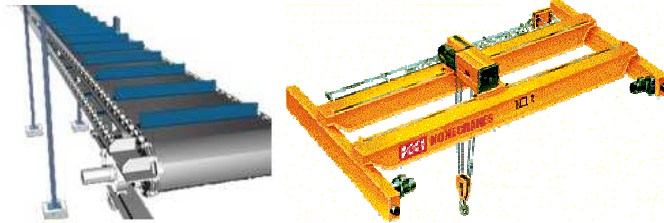
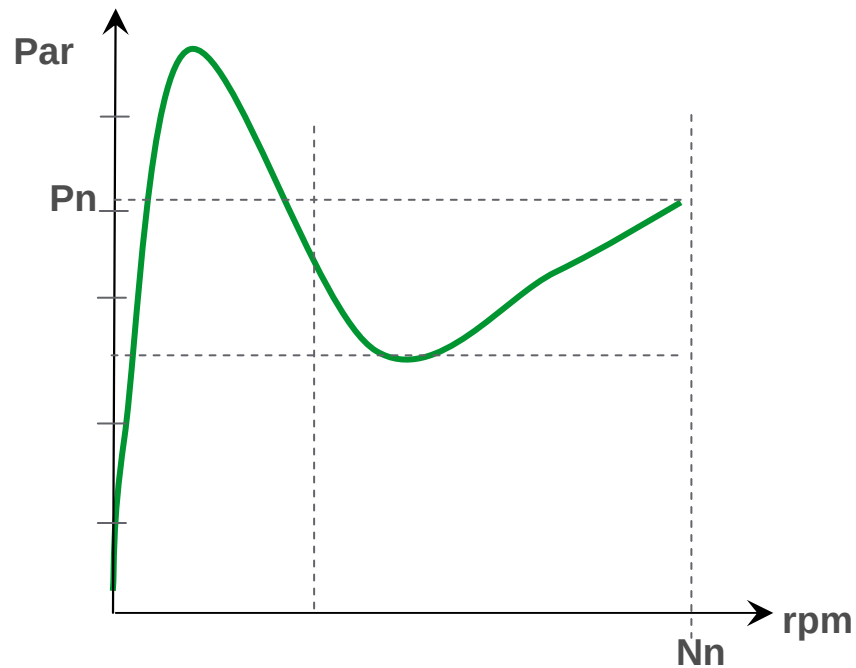
Principio de funcionamiento del VV



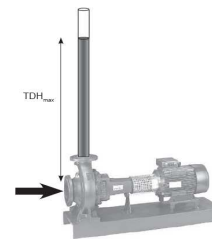
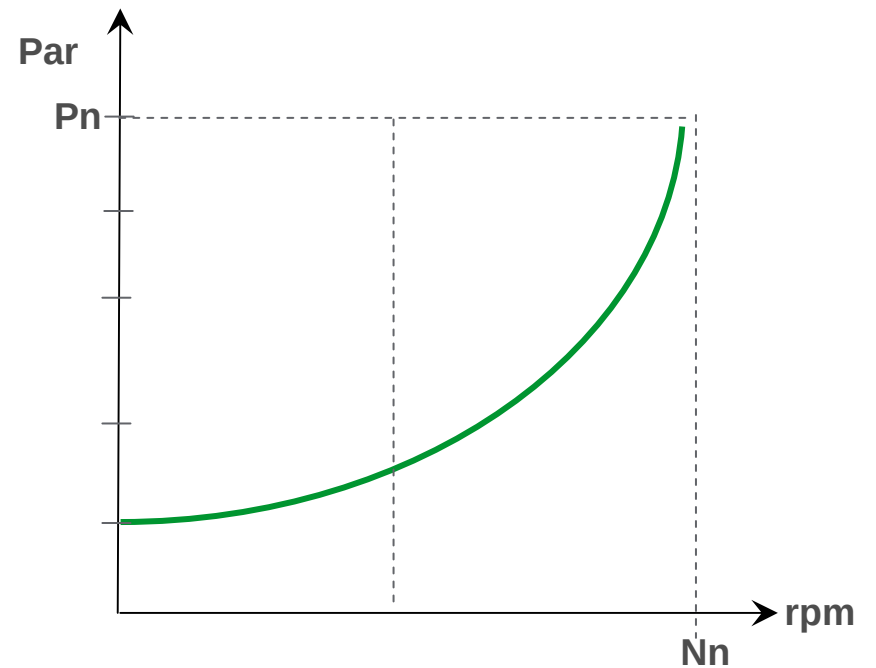
El OBJETIVO es convertir energía eléctrica de tensión y frecuencia constantes en energía eléctrica de tensión y frecuencia variables

Tipos de Cargas

Par constante

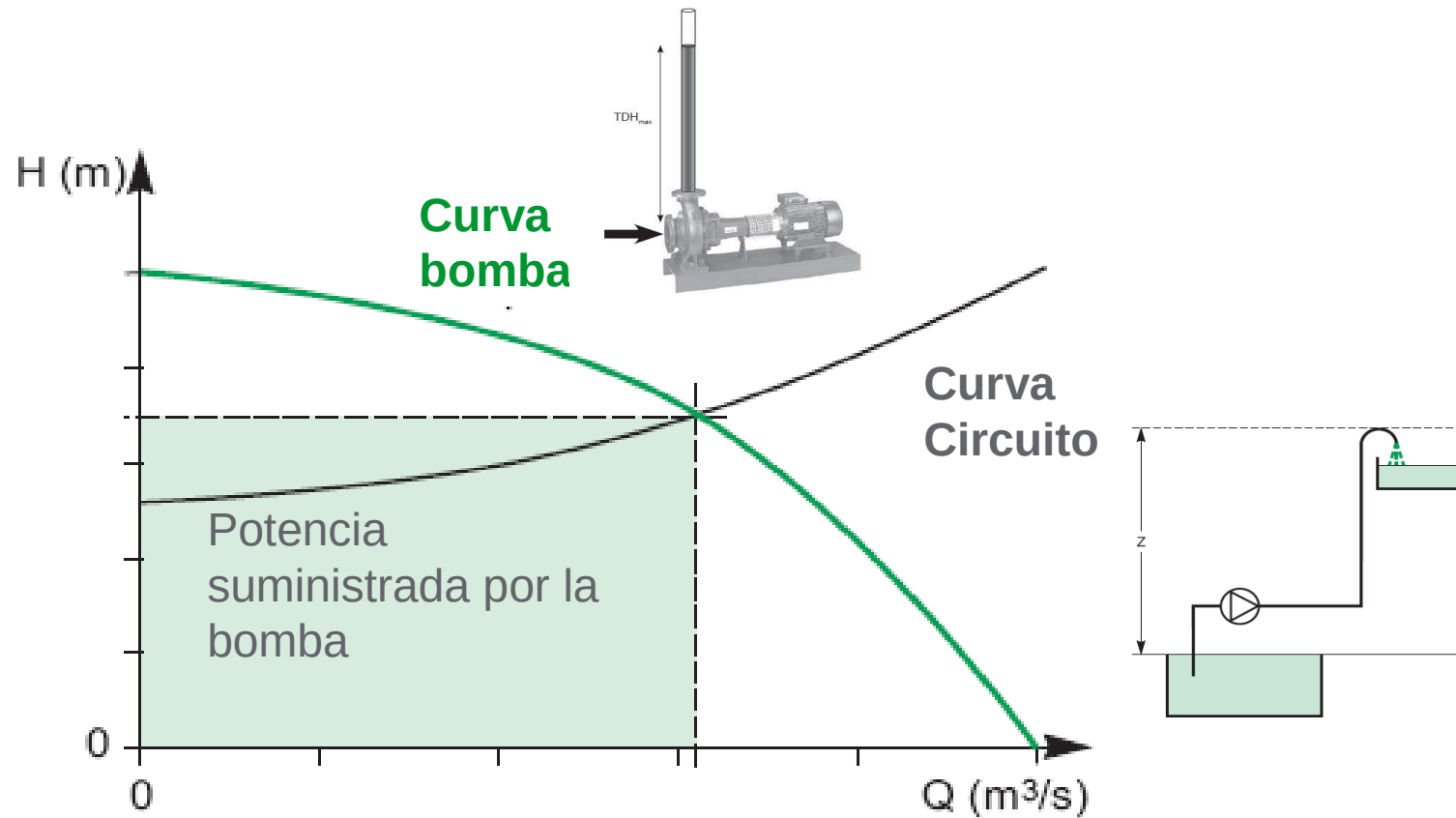


Par variable



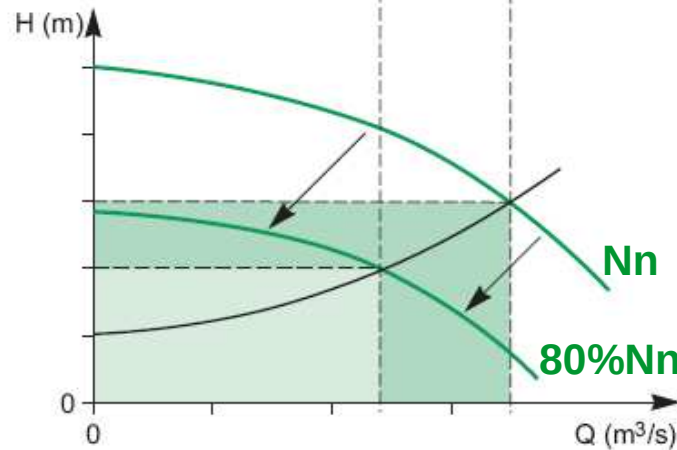
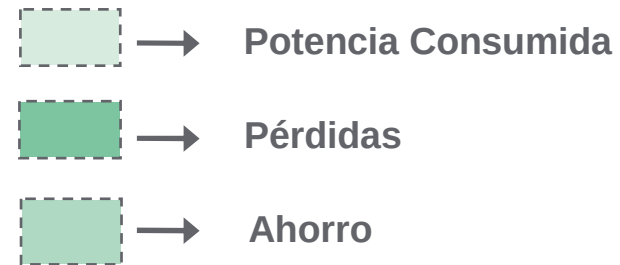
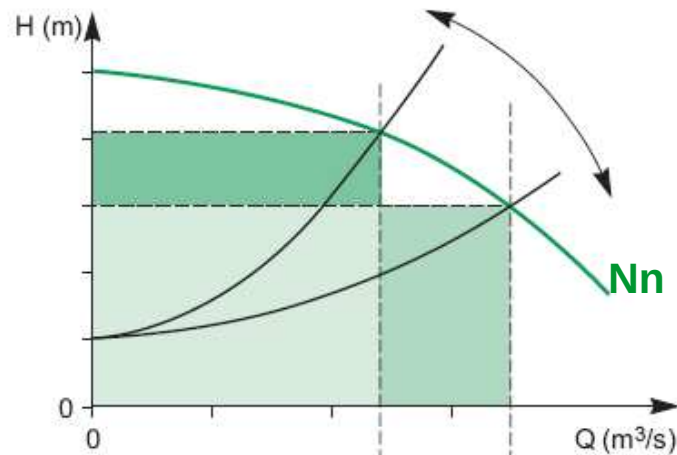
Eficiencia en Bombas

Punto de funcionamiento de 1 bomba.



Eficiencia en Bombas

Ajuste del caudal de la instalación con 1 bomba con VV



- El caudal Q es proporcional a (N/Nn)
- La presión es proporcional a $(N/Nn)^2$
- La Potencia es proporcional a $(N/Nn)^3$

Eficiencia en Bombas

Ejemplo de Ahorro

Datos Instalación:

Pot = 100Kw

$Z = 0,5H_n$

Rendimiento Motor:

$\eta_{mot} = 0,95$ a N_n

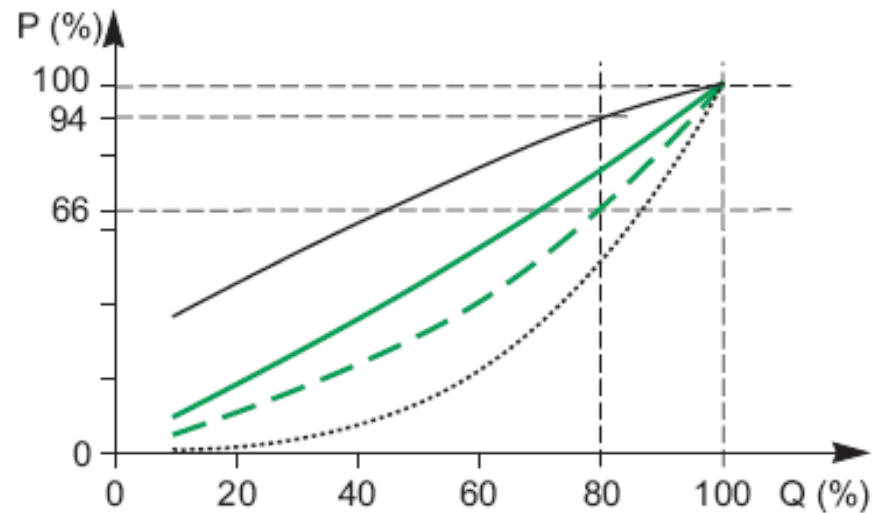
$\eta_{mot} = 0,93$ a 80% de la N_n

Rendimiento Variador: $\eta_{var} = 0,97$

Al 80% del Caudal Nominal:

A velocidad fija (Válvula), 94% de la Potencia consumida

A velocidad variable (VV), 66% de la Potencia consumida



Eficiencia en Bombas

Ejemplo de Ahorro

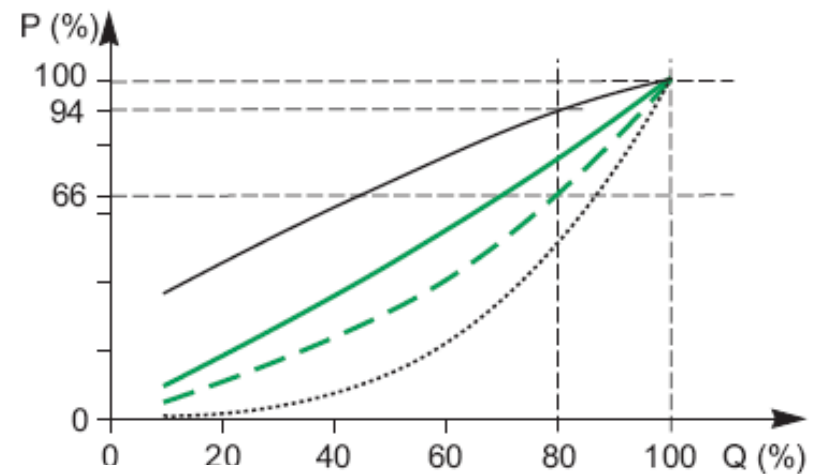


Potencia eléctrica consumida a velocidad nominal:

$$P_f = P_n \cdot \frac{1}{\eta_{mot}} \cdot P(Q) = 100 \cdot \frac{1}{0,95} \cdot 0,94 = 98,9 \text{ kW}$$

Potencia eléctrica consumida a velocidad variable:

$$P_r = P_n \cdot \frac{1}{\eta_{mot}} \cdot \frac{1}{\eta_{var}} \cdot P(Q) = 100 \cdot \frac{1}{0,93} \cdot \frac{1}{0,97} \cdot 0,66 = 73,1 \text{ kW}$$



Diferencia de consumo: **25.8kW**

Ahorro Energético Anual: **226MWh**

Ahorro de 11.300 €/año

(*) 0,05€/kWh



Supply voltage V
 Motor power kW
 Motor efficiency %

Annual running h

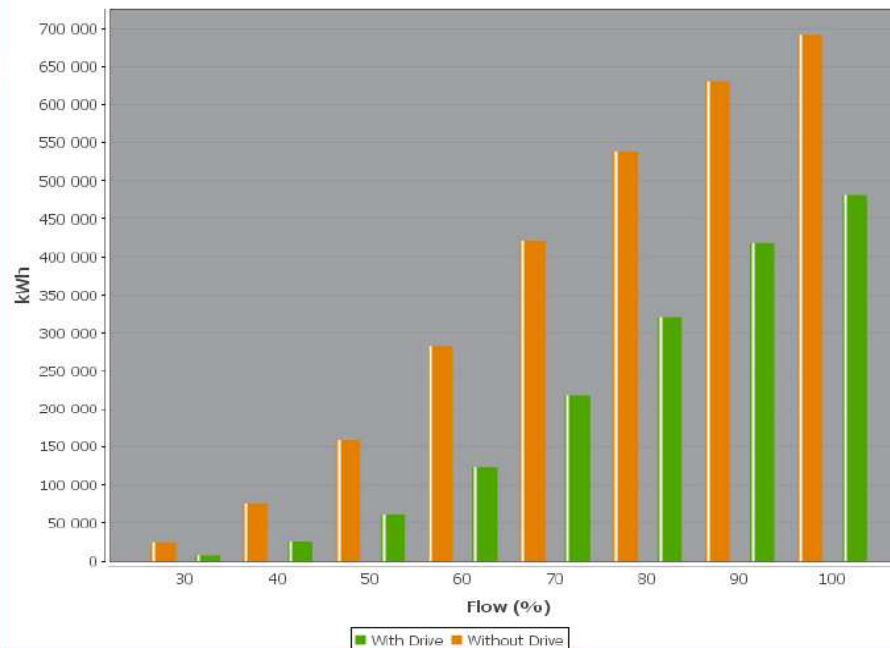
Flow (%)	Time (h)	Percentage (%)
5	438	5
10	876	10
15	1314	15
20	1752	20
20	1752	20
15	1314	15
10	876	10
5	438	5
0	0	0
0	0	0
Total	100	%

Market ☒ Industry ☐ Buildings

Variable speed drive type ☒ IP 20 ☐ IP 54

Investment cost €

Annual Energy Required



Product Reference

ATV61HC13N4

Annual energy consumption

Without Drive kW h/Year
 With Drive kW h/Year

Annual energy saving kW

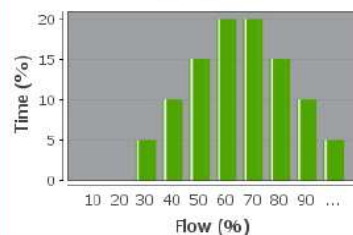
Saving %

Annual CO2 Reduction

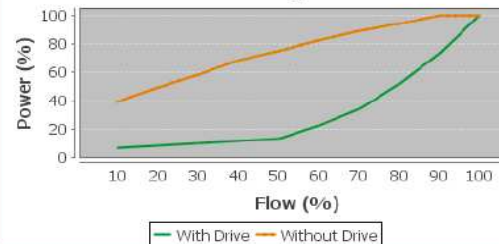
kg / Year



Duty Cycle



Power Required



Financial Result

Annual saving €

Payback period Months

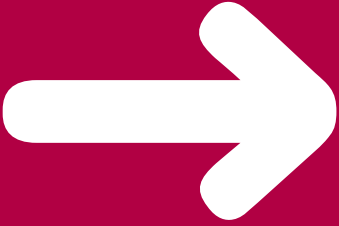
Índice:



1. Introducción y necesidades
2. Eficiencia Energética
- 3. Mejoras en la calidad de la energía**
4. Grandes potencias



Introducción

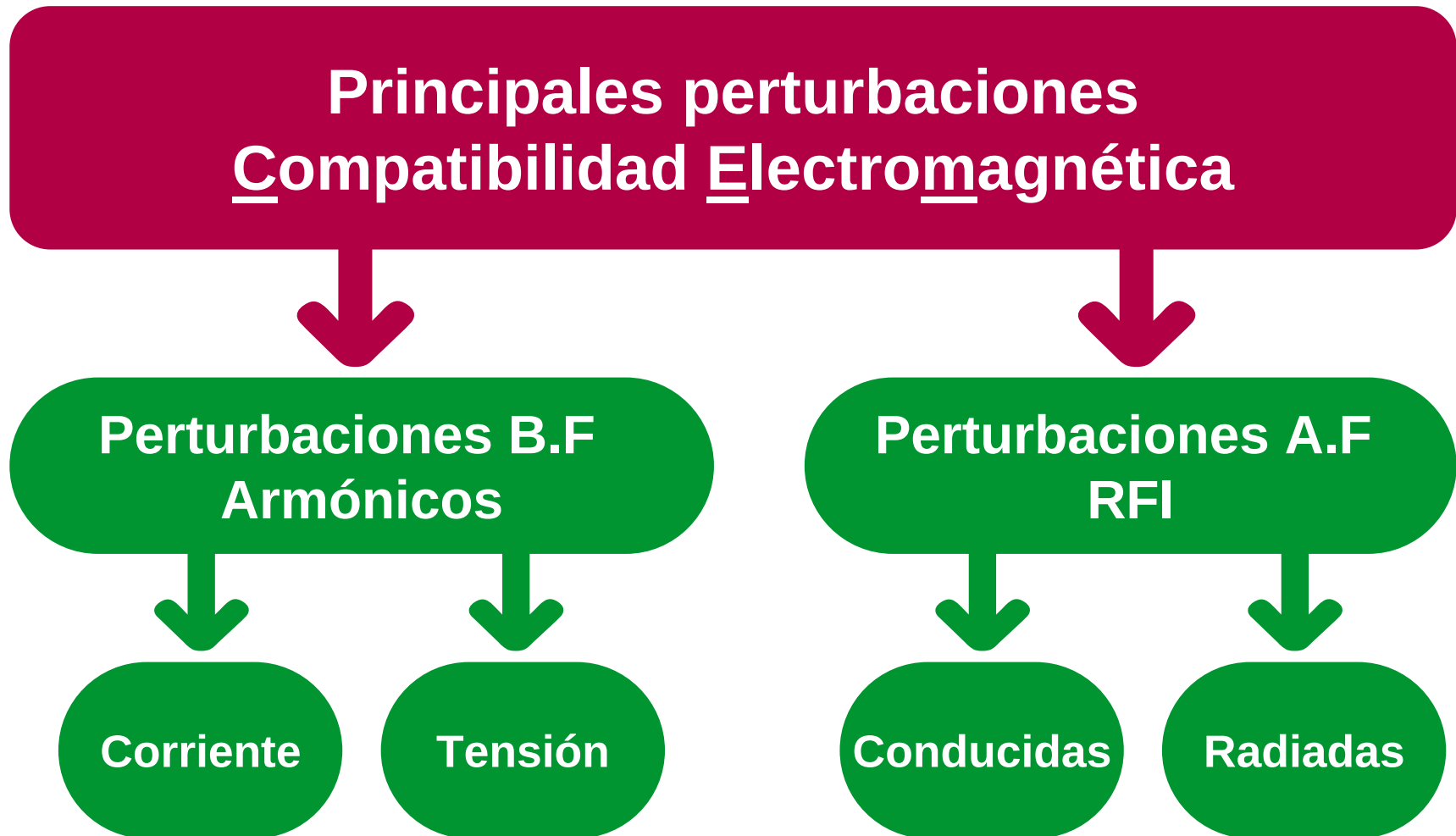


Principales Perturbaciones

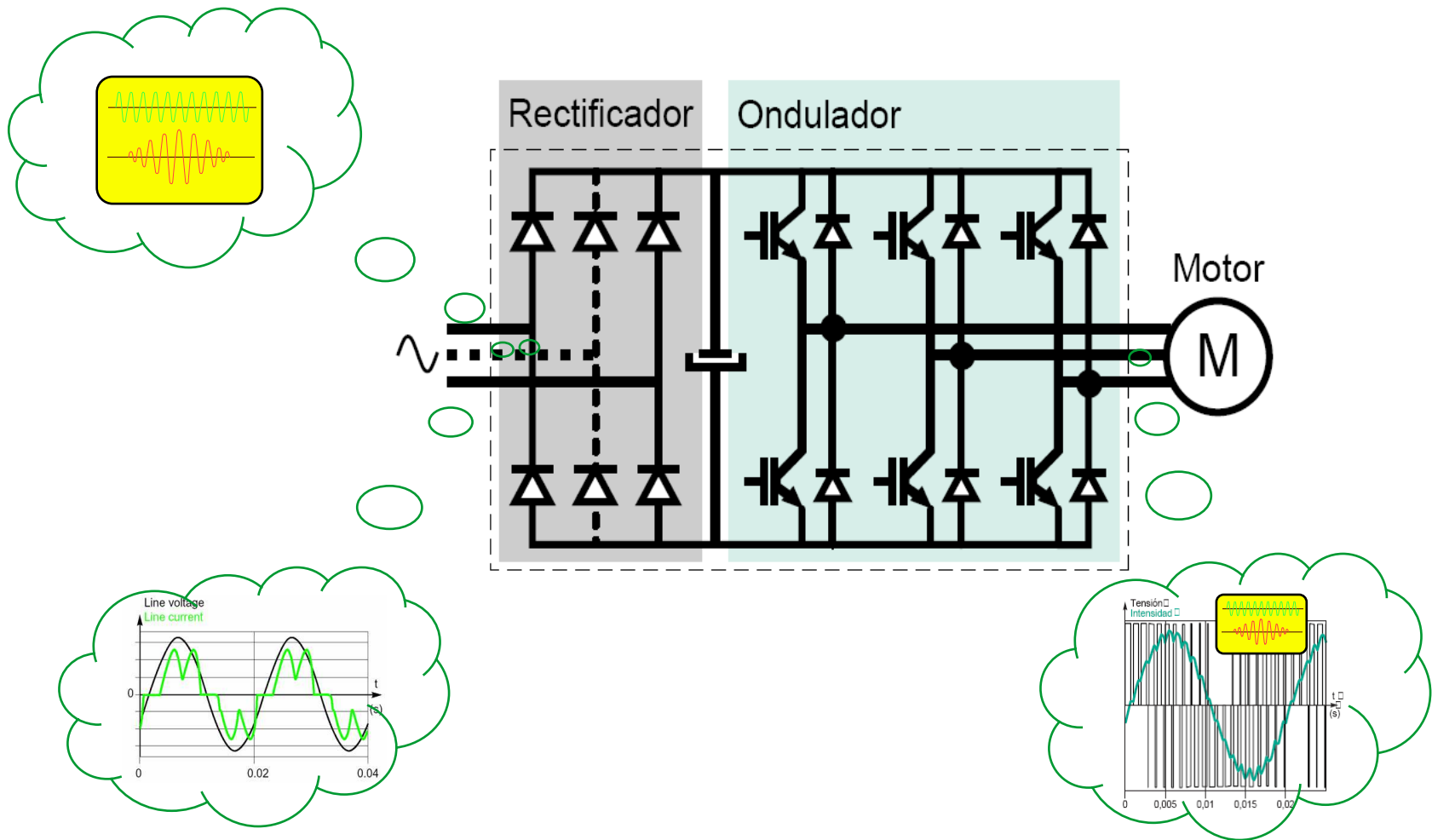
Ocasionadas por un Variador



> Introducción



> Introducción



> Introducción

Principales perturbaciones Compatibilidad Electromagnética

Perturbaciones B.F.
Armónicos

Corriente

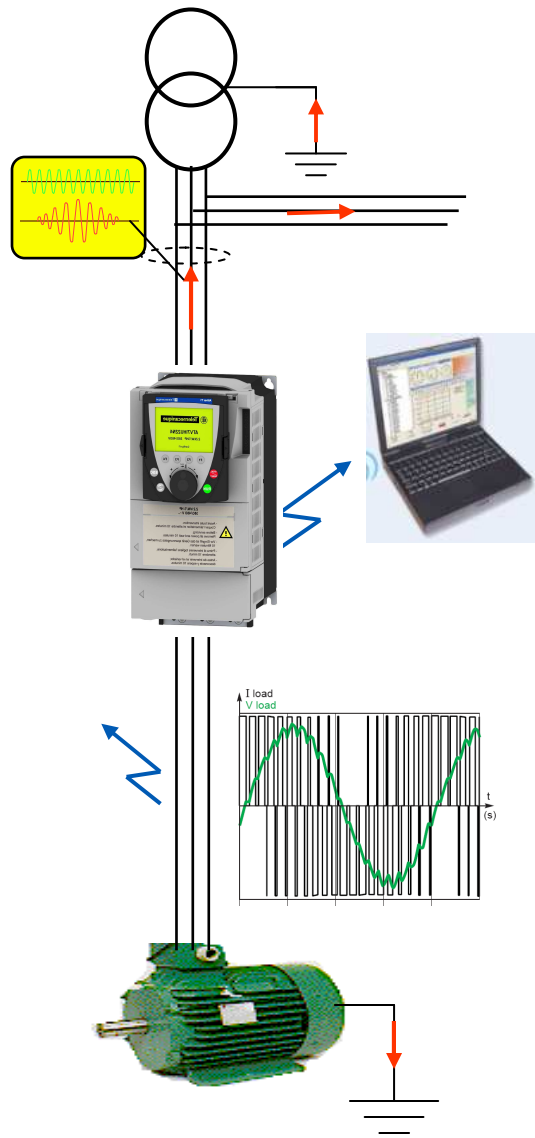
Tensión

Perturbaciones A.F.
RFI

Conducidas

Radiadas

> Origen y Consecuencias



- Son ocasionadas principalmente por el “chopeado” del voltaje de salida con altos dV/dt (PWM).
 - --> circulación de corrientes de fuga
 - --> generación de ondas electromagnéticas de HF.
- Las corrientes de fuga son conducidas desde la salida hasta la línea a través de los cables y la capacitancia del motor, generando perturbaciones HF hasta 30 MHz.
- Las ondas electromagnéticas de HF son emitidas al ambiente, generando perturbaciones radiadas de hasta 1GHz

> Recomendaciones



- RESPETO A LAS NORMAS DE CABLEADO
- FILTROS RFI (perturbaciones conducidas y por consiguiente las radiadas)
 - La elección del filtro depende del nivel requerido por la norma, y de la longitud y tipo del cable motor.
- Las perturbaciones pueden atenuarse si se tiene en cuenta la CEM en el diseño (ej. Planos internos de masa) .
- Las perturbaciones radiadas se minimizan utilizando conducciones metálicas o cables apantallados.
- Grandes distancias de cable, inductancias motor y filtros sinusoidales.

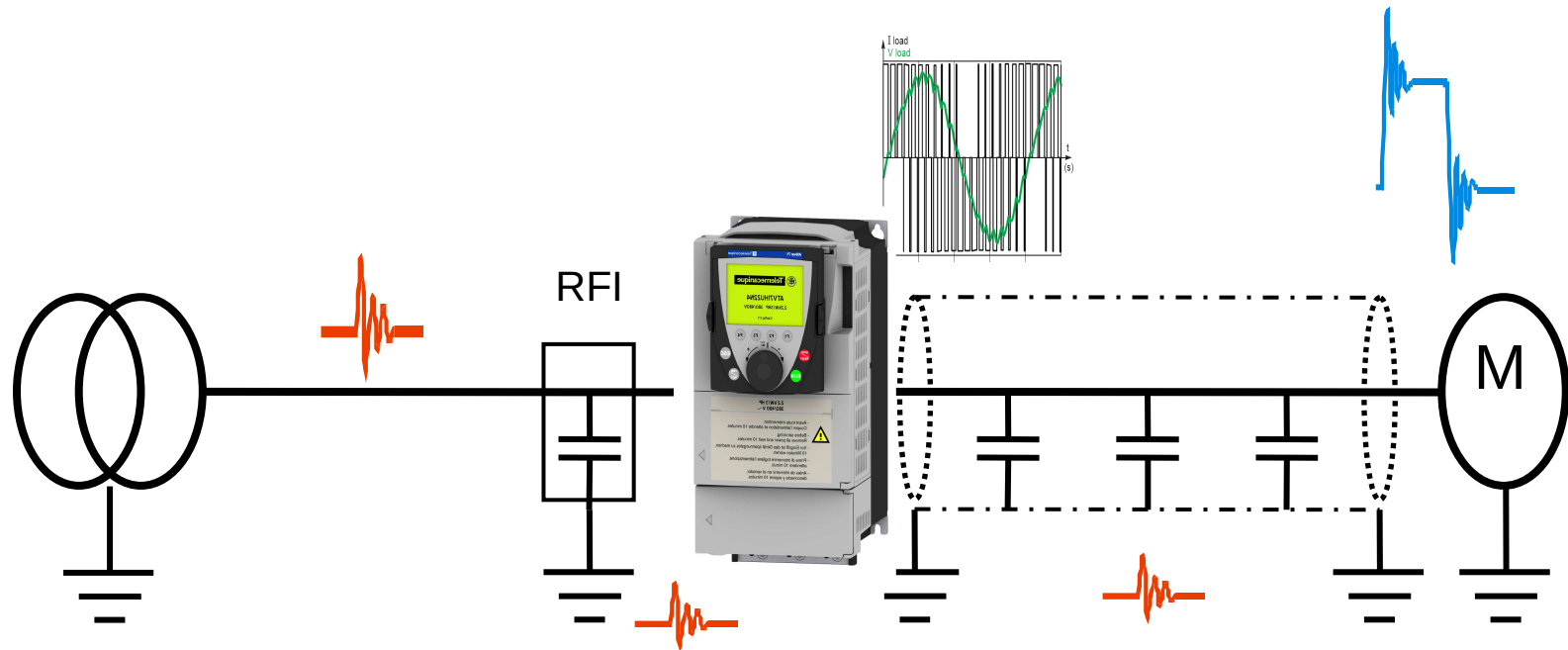
Normativa

RFI: IEC/EN 61800-3 edición 2

Ambiente 1 « residencial »		Ambiente 2 « Industrial »	
C1	Categoría 1 EN 55011 Clase B grupo 1	C3	Categoría 3 EN 55011 Clase A grupo 2 $U < 1000V \quad I < 100A$ $U < 1000V \quad I > 100A$ Puesta en marcha por un profesional
C2	Categoría 2 EN55011 Clase A grupo 1 Instalado y puesto en marcha por un profesional	C4	Categoría 4 SIN REQUERIMIENTOS $> 400 A \quad \text{ó} \quad > 1000 V$ o sistemas complejos PLAN CEM

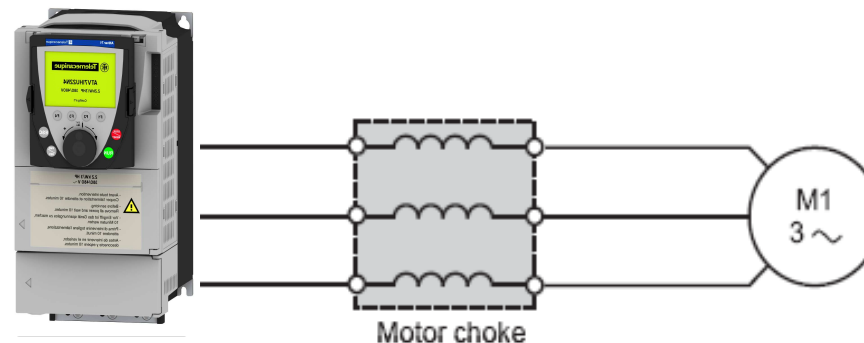
> Origen y Consecuencias

De las perturbaciones aguas abajo del variador

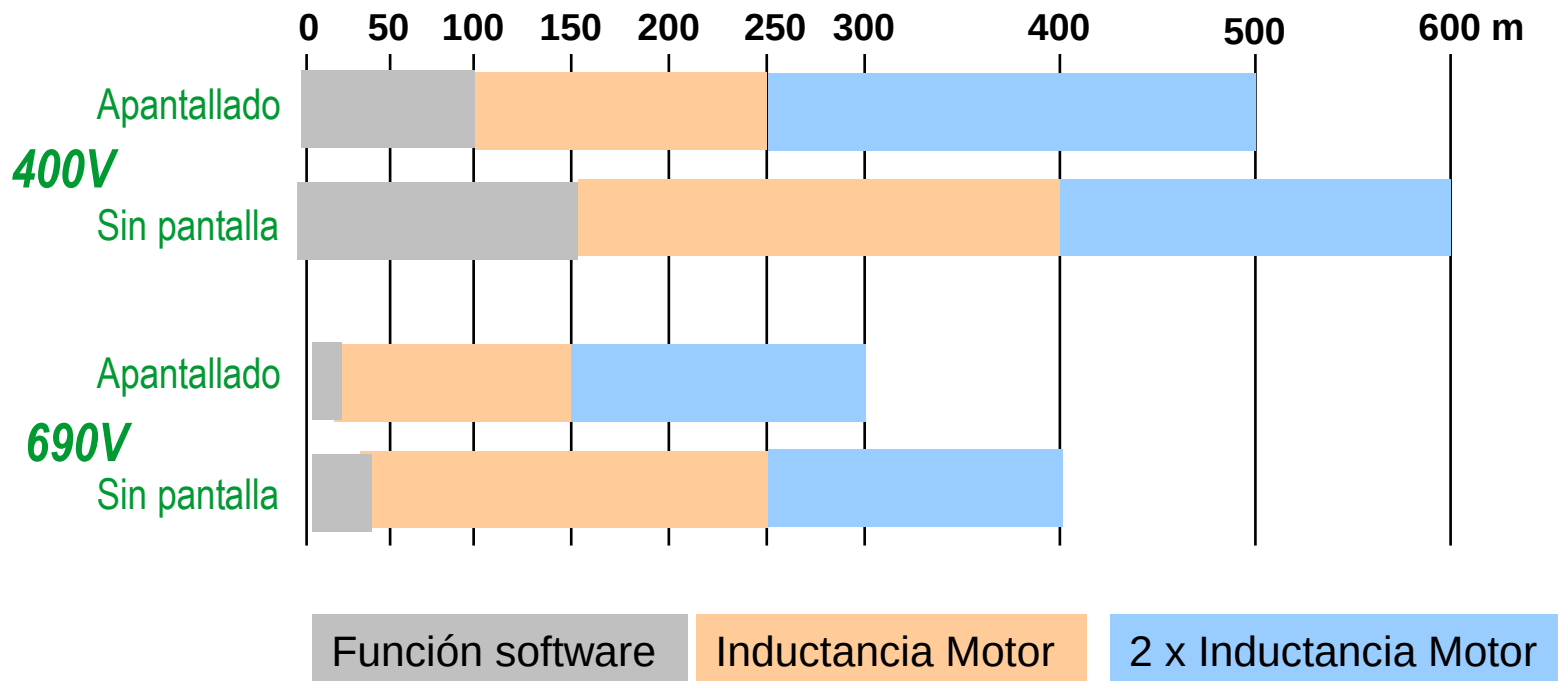


> Factores que limitan la distancia de cable

- Corrientes parásitas
- Mantener los límites CEM
- Disipaciones de calor en la inductancia motor
- Picos de tensión en los terminales del motor



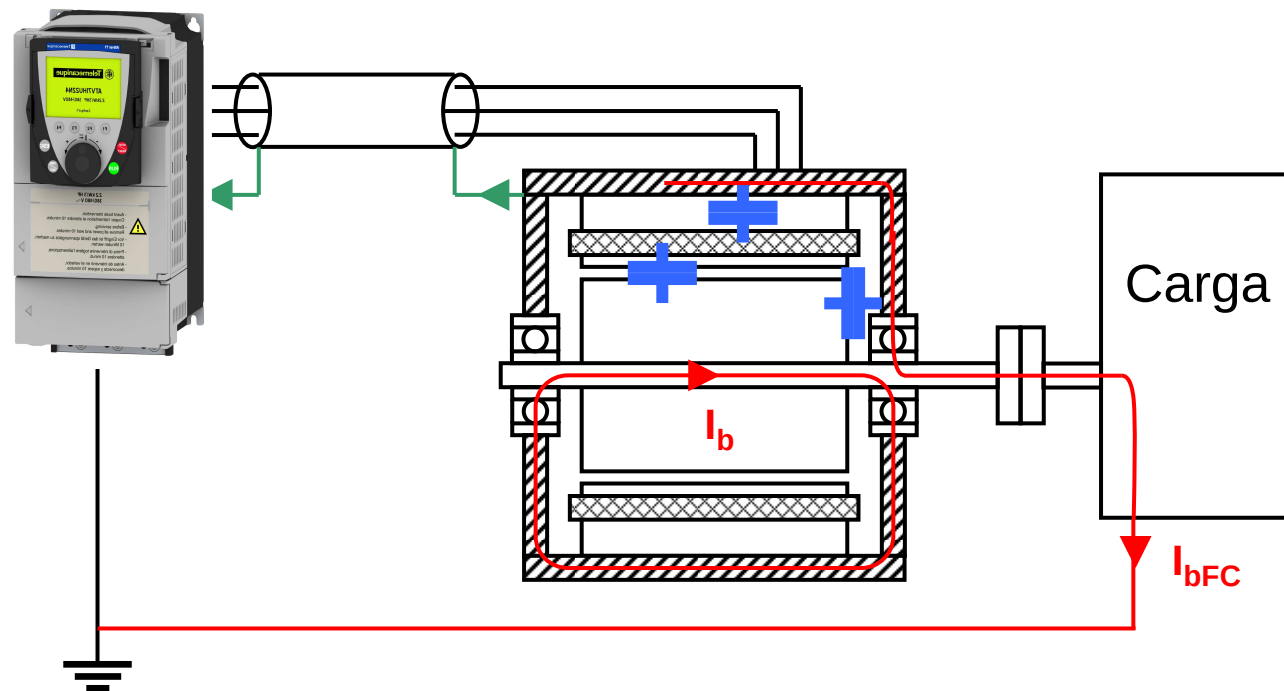
> Recomendaciones



> Origen y Consecuencias

Corrientes parásitas en los rodamientos del motor

- Críticas para potencias > 100 kW
- Problemas a los pocos meses de la instalación (Vibraciones, ruidos)
- Estrías en los rodamientos y elementos de rodamiento grises o mate (pérdida de grasa)



> Introducción

Principales perturbaciones Compatibilidad Electromagnética

**Perturbaciones B.F
Armónicos**

Corriente

Tensión

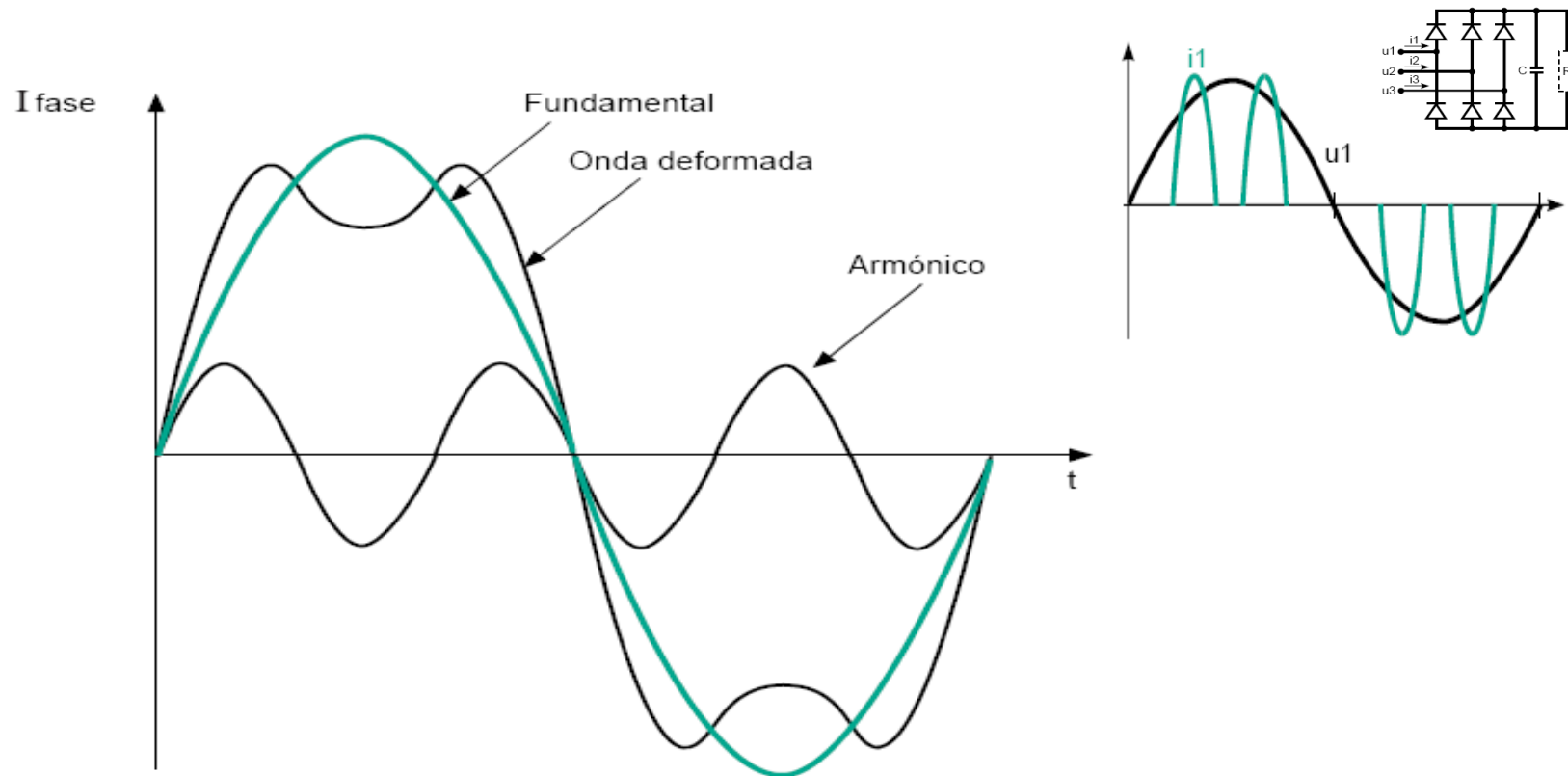
**Perturbaciones A.F
RFI**

Conducidas

Radiadas

➤ Origen y Consecuencias

Los armónicos son causados por las **corrientes no senoidales**.



> Origen y Consecuencias

Las principales consecuencias son:

- Incremento de la **Corriente r.m.s.** Sobrecarga del trafo, cableado, componentes,...
- **Deterioro** de la calidad de la alimentación general
- Riesgo de **resonancia** con las baterías de condensadores

Principales
definiciones,
 fórmulas y
Normativa relativas a
los armónicos





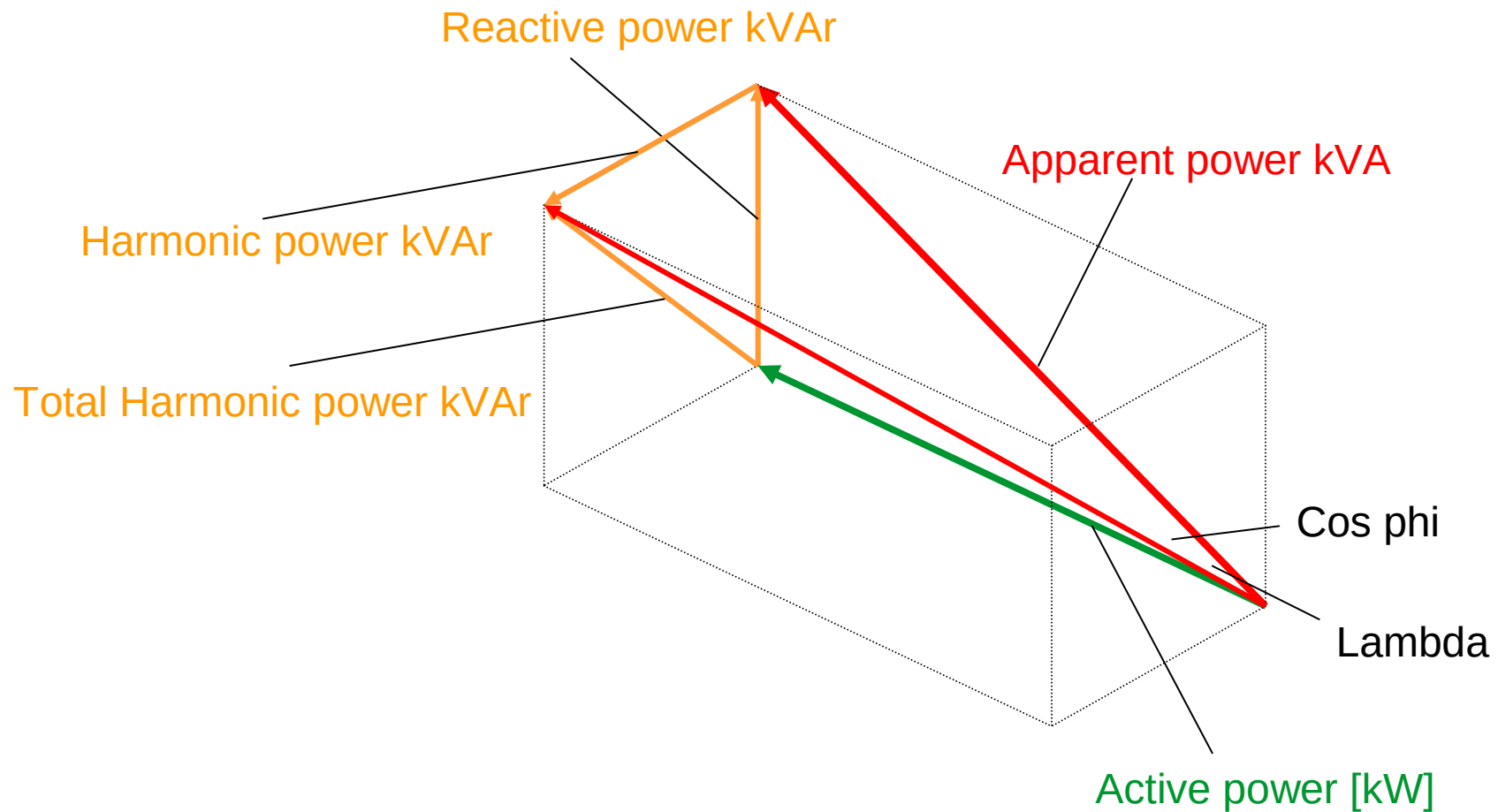
Definiciones

> Factor de potencia (λ)

$$\lambda = \frac{P(\text{kW})}{S(\text{kVA})}$$

Desplazamiento de λ ó $\cos \varphi$ igual al Factor de potencia cuando se trata de una U y I senoidal desplazadas un ángulo φ

Cos phi and Lamda (power factor)





Definiciones



Distorsión armónica total (THD) Magnitud armónica comparada con la fundamental.

$$THD_i = \sqrt{\sum_{h=2}^H \left(\frac{I_h}{I_1} \right)^2} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_{40}^2}}{I_1}$$

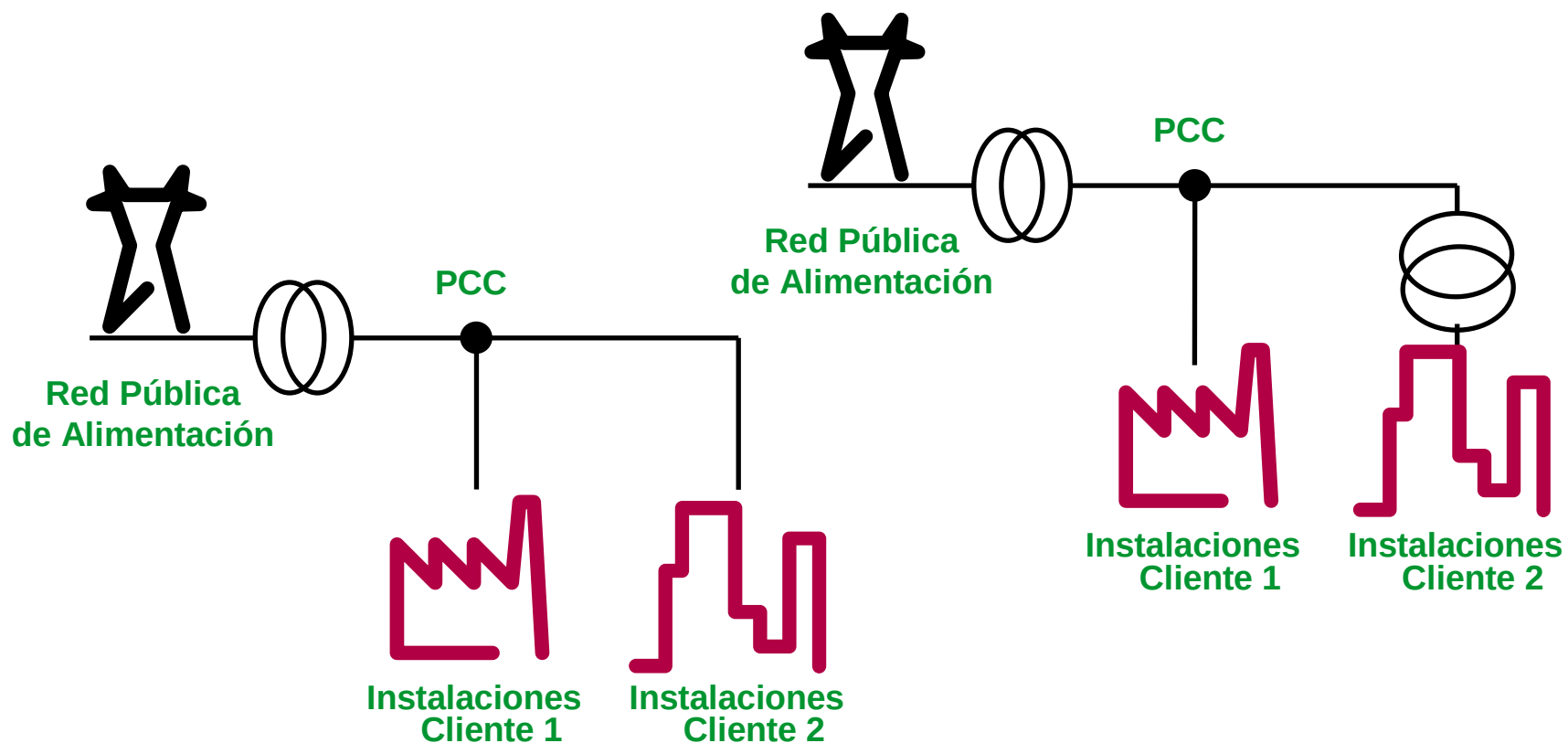
$$I_{rms} = I_1 \cdot \sqrt{1 + THD_i^2}$$

$$THD_u = \sqrt{\sum_{h=2}^H \left(\frac{U_h}{U_1} \right)^2} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_{40}^2}}{U_1}$$



Definiciones

> TDD, Red Pública, Red Privada y PCC



Normativa

IEC/EN 61800-3

Normativa Internacional para variadores de velocidad

Hace referencia a la **IEC 61000-3-2** , informe técnico **IEC 61000-3-4** y **IEC 61000-3-12**

Requerimientos THDI según la norma IEC

VV l linea	Residencial Conexión directa a la red pública						Industrial Trafo MT/BT
	Equipamiento Profesional			Equipamiento No profesional			
	Norma	THDI	Rsce	Standard	THDI	Rsce	
<= 16A	IEC 61000-3-12	<=48%	>=120	IEC 61000-3-2	<5%	NS	SIN REQUERIMIENTO
16A < I <= 75A	IEC 61000-3-12	<=48%	>=120	IEC 61000-3-12	<=48%	>=120	SIN REQUERIMIENTO
>=75A	IEC 61000-3-4	<=48%	>=350	IEC 61000-3-4	<=48%	>=350	SIN REQUERIMIENTO



Normativa

IEEE 519

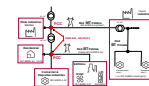
Prácticas recomendadas y requerimientos para el control de los armónicos en sistemas de potencia eléctrica
Guía de utilización.

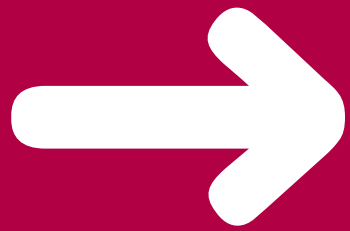
Clasificación Sistemas BT y límites de distorsión

	Aplicaciones especiales ¹	Sistemas Generales	Sistemas dedicados ²
THD (tensión)	3%	5%	10%

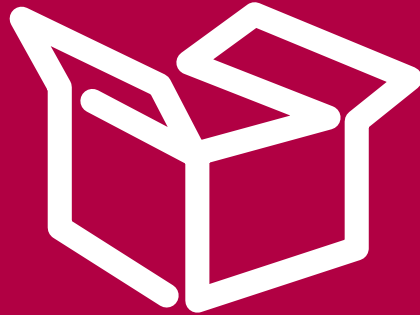
¹ Incluye hospitales y aeropuertos

² Un sistema dedicado es exclusivamente dedicado a convertidores de





Soluciones a la mitigación de armónicos





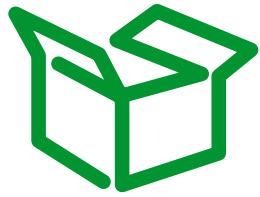
Soluciones para su mitigación

> A nivel de variador

- Tecnología C-Less: $THD_i < 35\%$
- Inductancia CA o CC : $THD_i < 48\%$
- Filtros pasivos: $THD_i < 5 - 16\%$
- Active Front End: $THD_i < 5\%$

> A nivel de instalación

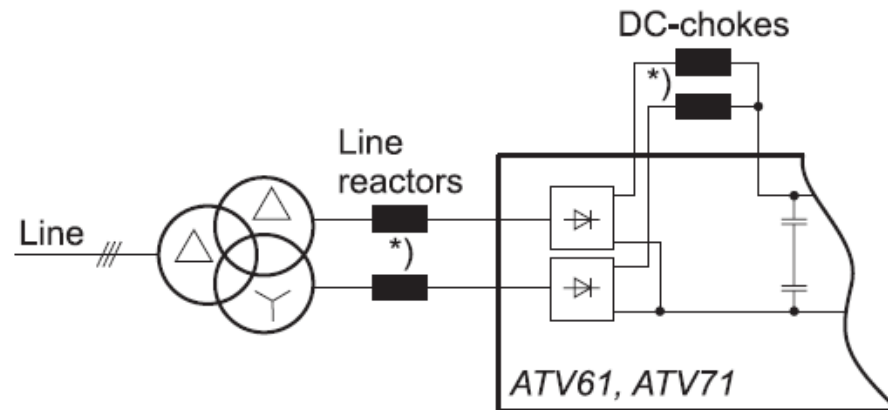
- Baterías de condensadores SAH
- Alimentación 12, ó 18 pulsos ($THDI < 5-10\%$)
- Filtros activos (ACUSINE; SEPD)
- Filtro Híbrido

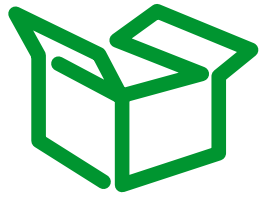


Inductancia

Solución a nivel de Variador

- > En $\text{THD}_I < 48\%$, el resultado es **equivalente**
- > La **inductancia en el bus CC** es sensiblemente más pequeña y la caída de tensión es menor.
- > Una **inductancia CA** protege el puente rectificador de entrada del variador.

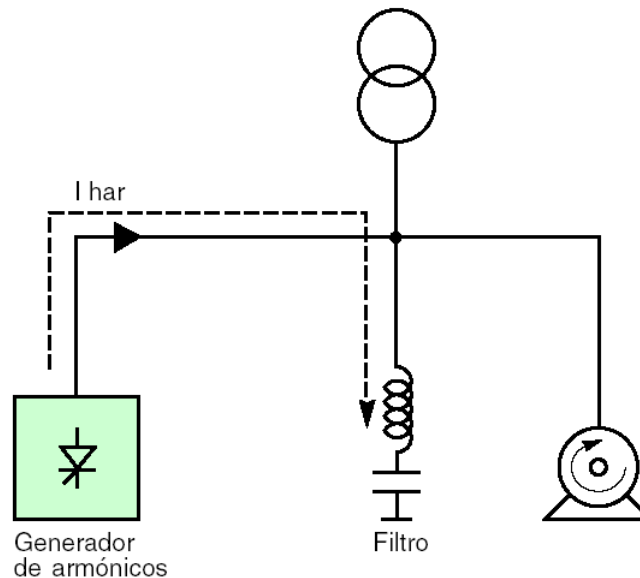


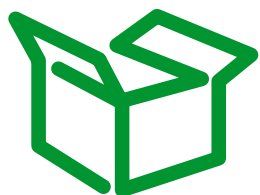


Filtro pasivo

Solución a nivel de Variador

- > **THD_i baja** 16%, 13%, 10%, 8%, 5% cuando la inductancia no es suficiente
- > **Circuito LC sintonizado** a cada una de las frecuencias de armónicos a filtrar, en paralelo con el dispositivo generador de armónicos.

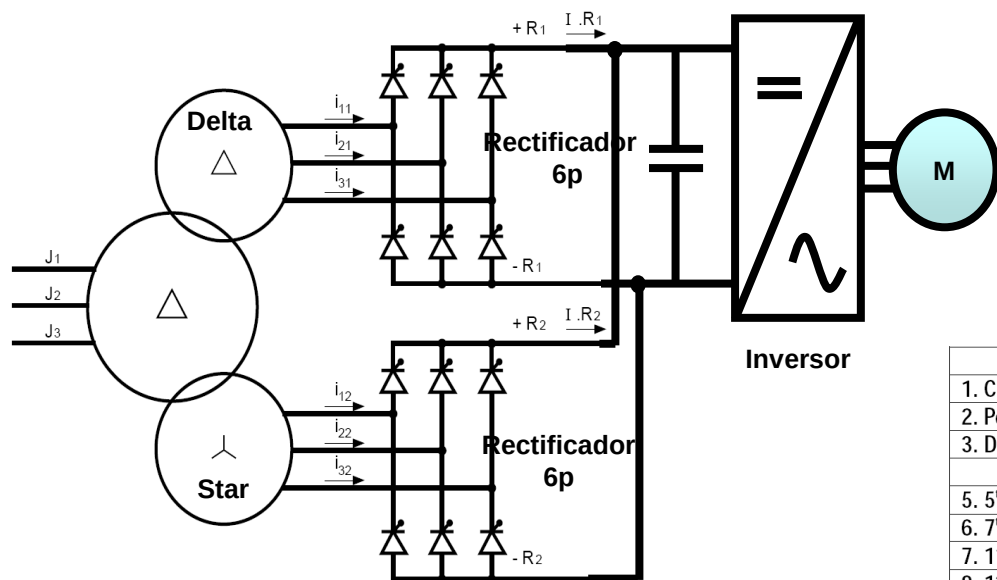




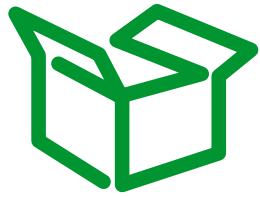
Alimentación 12-18p

Solución a nivel de Variador

> THD_i del 5 a 10%



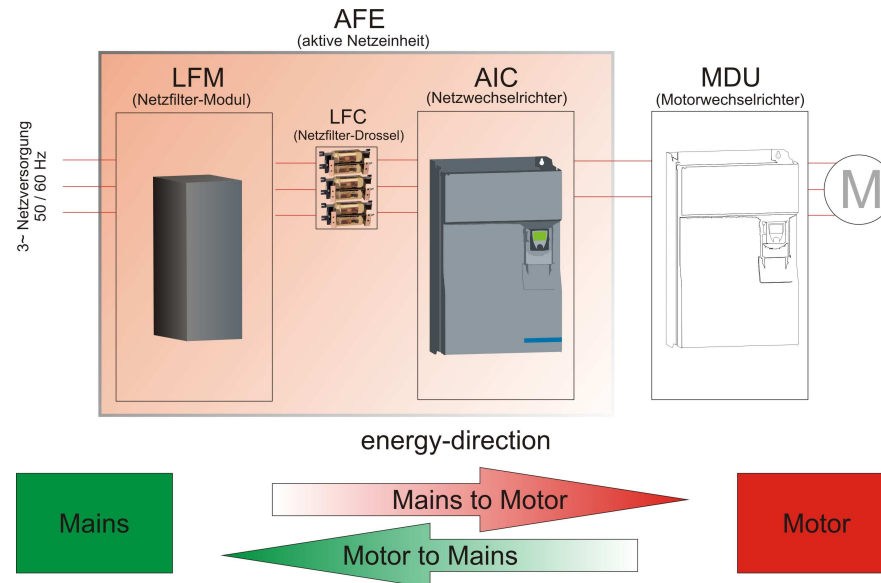
Category	6-Pulse Drive+L	12-Pulse Drive	18-Pulse Drive
1. Current THD	30 – 35%	6.5 – 9.5%	4.5 – 5%
2. Power Factor	0.92 – 0.95	0.97 – 0.98	0.98 – 0.99
3. DPF	0.95 – 0.97	0.96 – 0.98	0.98 – 0.99
5. 5 th Harmonic	20.0 – 30.0%	4.0 – 6.0%	2.0 – 3.0%
6. 7 th Harmonic	4.0 – 7.0%	2.0 – 4.0%	1.5 – 2.5%
7. 11 th Harmonic	3.0 – 5.0%	4.0 – 7.0%	1.0 – 2.5%
8. 13 th Harmonic	2.5 – 4.5%	3.5 – 5.0%	1.0 – 2.0%
9. 17 th Harmonic	1.5 – 2.5%	1.0 – 2.0%	0.5 – 1.5%
10. 19 th Harmonic	1.0 – 2.0%	1.0 – 1.5%	0.5 – 1.0%



AFE (Active Front End)

Solución a nivel de Variador

- > $THD_i < 5\%$ a nivel de variador
- > Puente rectificador activo (**IGBT**) en vez de diodos.
- > **Reversible** cuando el VV actúa como **generador**

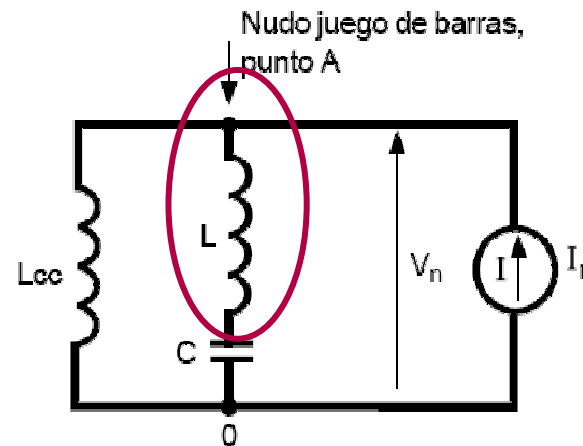




Batería de condensadores

Solución a nivel de Instalación

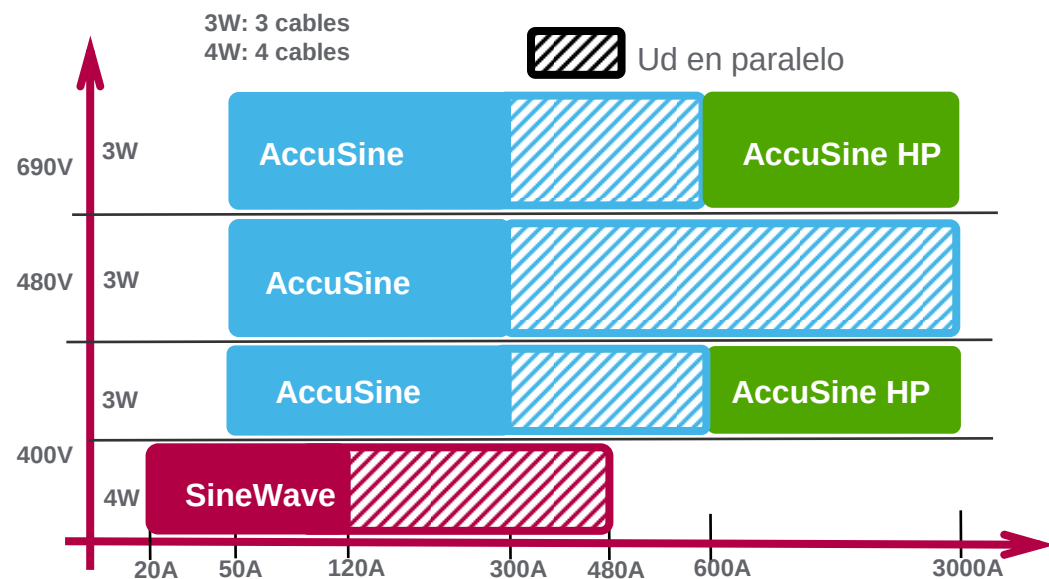
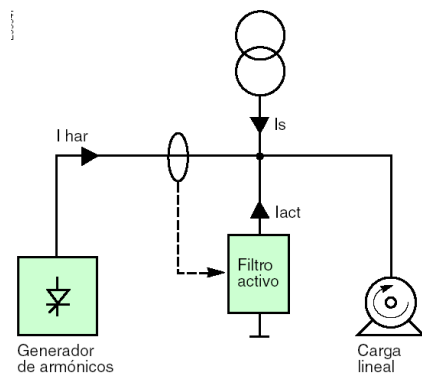
- La batería de condensadores permite **compensar reactiva**
- Riesgo de **resonancia** amplificando la tasa de distorsión armónica
- + El uso de **baterías de condensadores SAH** permiten disminuir considerablemente la THDi de la instalación.





Solución a nivel de Instalación

- > **THDI < 5%** a nivel de instalación
- > Filtros Activos: **SineWave**, **AccuSine** y **AccuSine HP**
- > Filtro Híbrido: **Filtro pasivo** (5º Armónico) + **SineWave**

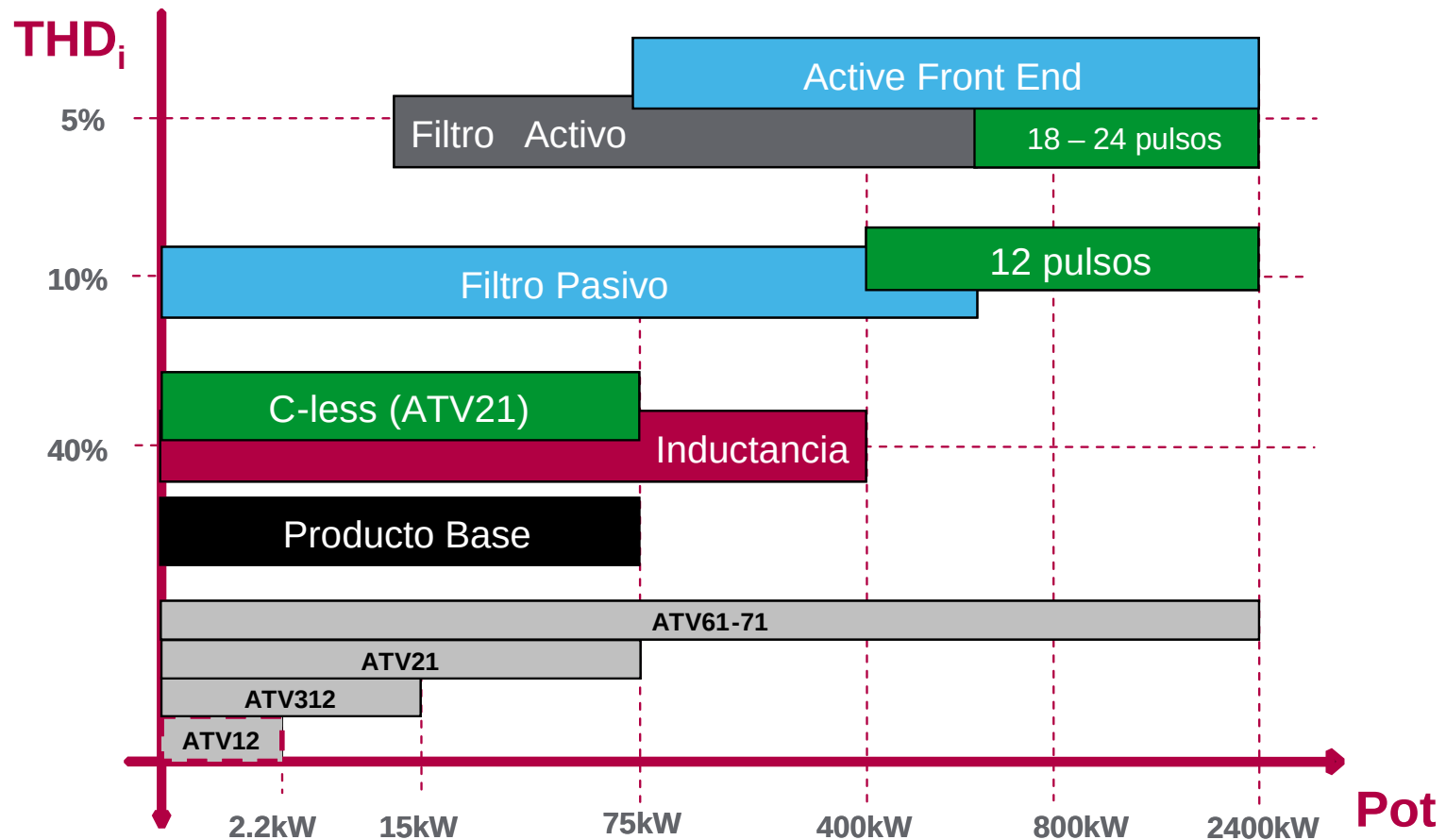


→ Resumen



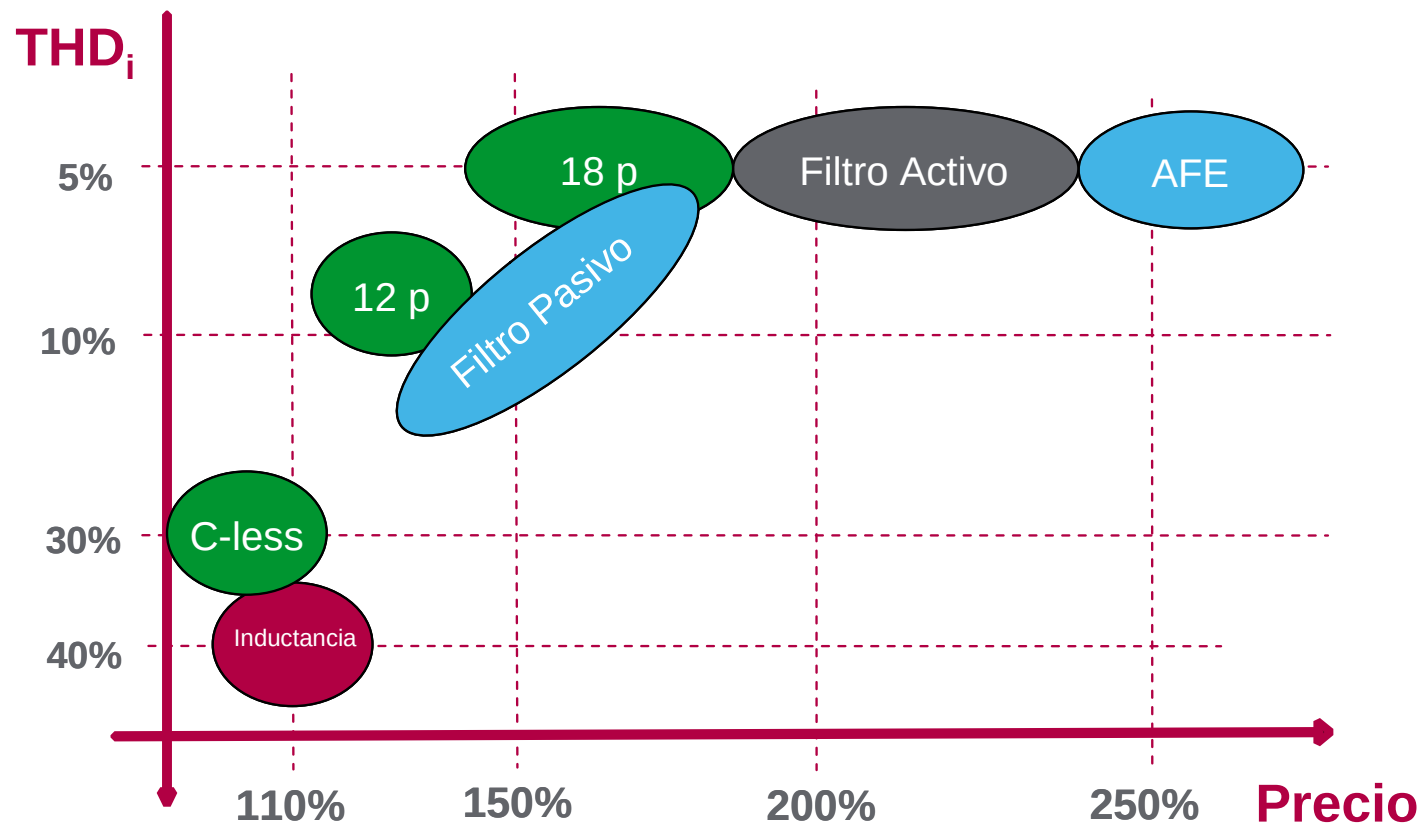
Resumen

Las diferentes soluciones ofrecidas por **Schneider Electric** en términos de **potencia y THD_i** a nivel de **variador**



Resumen

Las diferentes soluciones ofrecidas por **Schneider Electric** en términos de **prestaciones** y **precio** a nivel de **variador**



Índice:



1. Introducción y necesidades
2. Eficiencia Energética
3. Mejoras en la calidad de la energía
4. **Grandes potencias**



Requerimientos de las Grandes Potencias

- Los equipos de grandes potencias se diseñan en base a estos criterios:
 - Continuidad de servicio y reducción de repuestos
 - Toman suma importancia las pérdidas en los equipos
 - Mayor Precisión en el algoritmo del lazo de control de motor debido a la baja impedancia

Altivar 61/71 Plus VHP



ENCLOSURE:

...consists of:

ICC..... Incoming cubicle

IVC..... Inverting cubicle

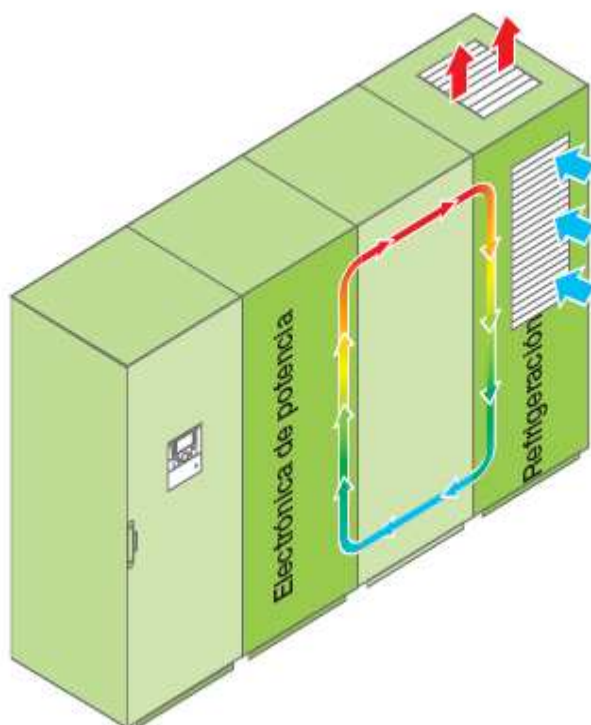
OGC..... Outgoing cubicle

COC..... Cooling cubicle

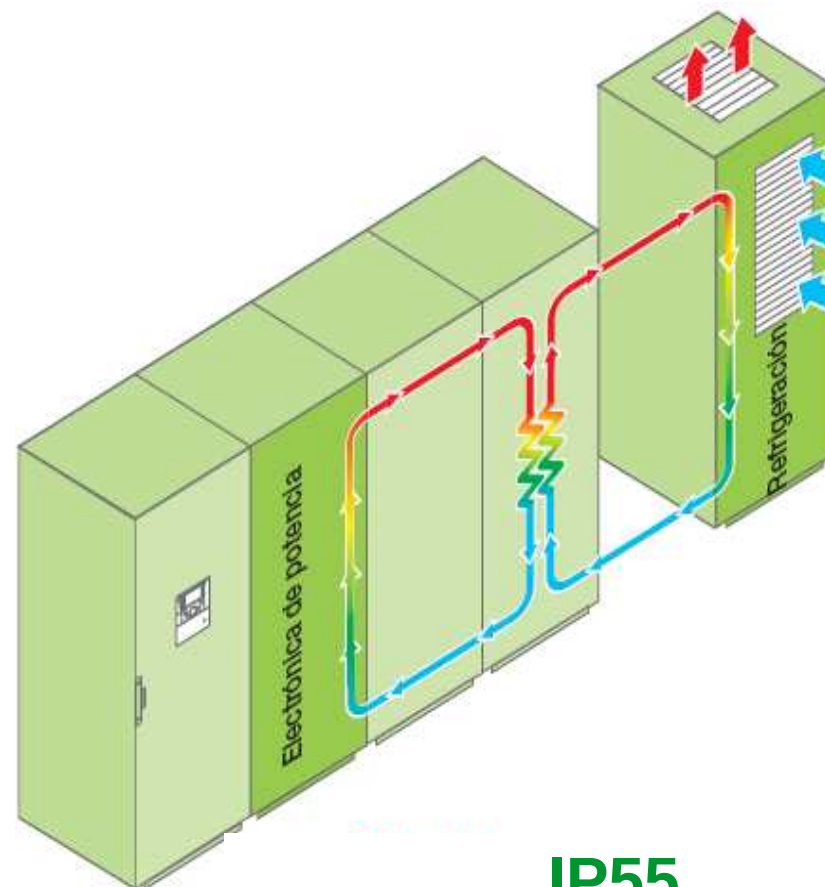
Cambio de un módulo IGBTs VHP



Altivar 61/71 Plus VHP



IP23 ó IP54
Ventilación Agua-Aire



IP55
Ventilación Agua-Agua

P.Ej. 1800kW Efficiency= 98%→ 36kW de pérdidas.
0,11 c€/kW 24 h/ día, 320 día/año → 33.000€ /año

Make the most of your energy™

