



Vigo, 12 al 16 de NOVIEMBRE de 2012

**V JORNADAS
SOBRE TECNOLOGÍAS y SOLUCIONES
PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

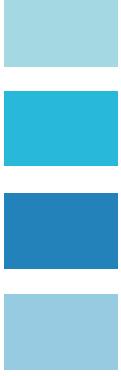


WEG AUTOMATIZACION

- Sistemas electrónicos de variación de velocidad y arranque de motores

- Soluciones de bajo nivel de armónicos





WEG AUTOMATIZACION

Drives & Controls

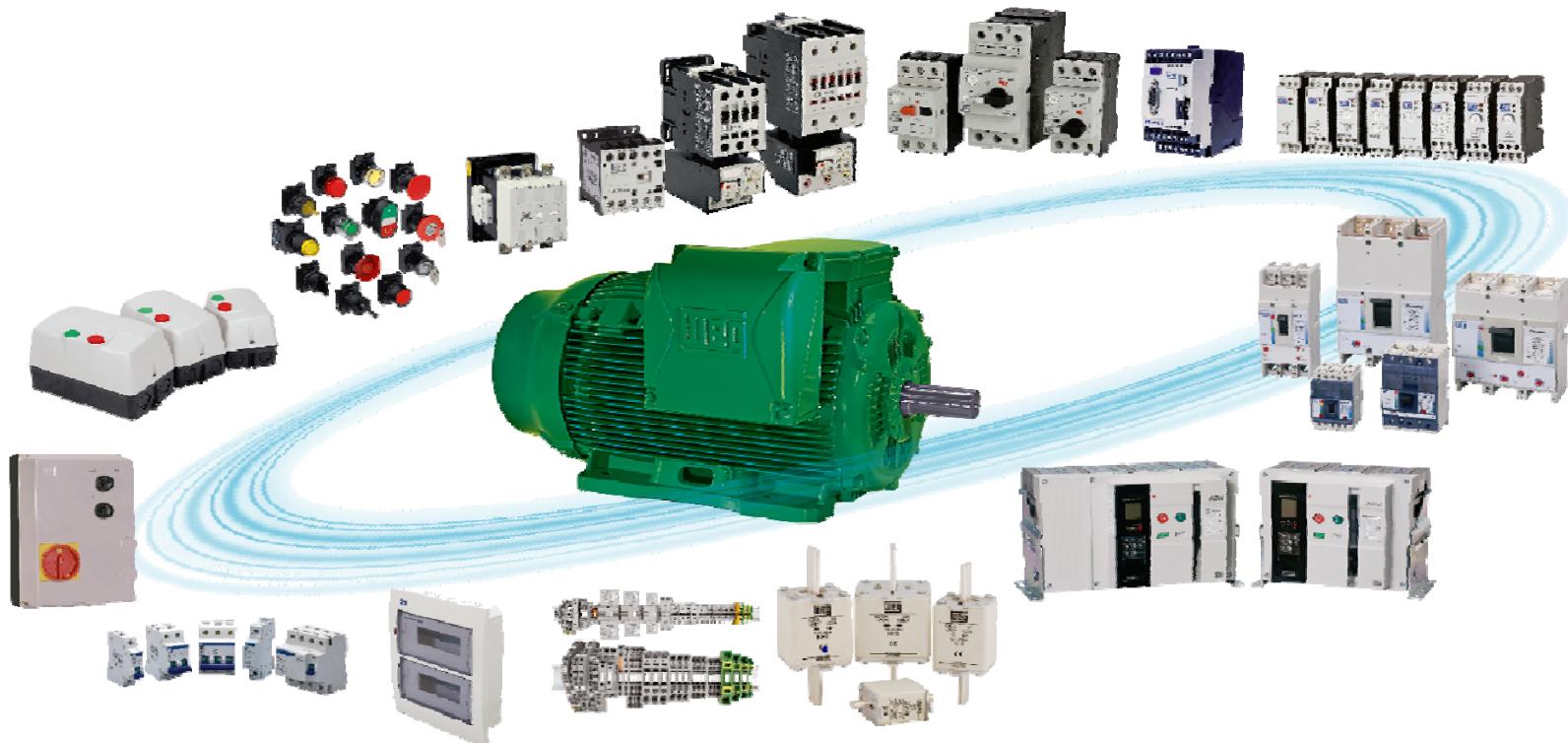
WEG AUTOMATIZACION

Drives



WEG AUTOMATIZACION

Controls



WEG Automatización - Drives



- Más de 3.700 colaboradores
- Ingenieros y técnicos: 40%
- Más de 30 años en el mercado de Drives & Controls
- Ingeniería y Desarrollo propios
- Presente en los 5 continentes
- Líder en Drives & Controls en varios países.



WEG Automatización - Drives



Media de Producción en 2012: >1.400 Drives/día.

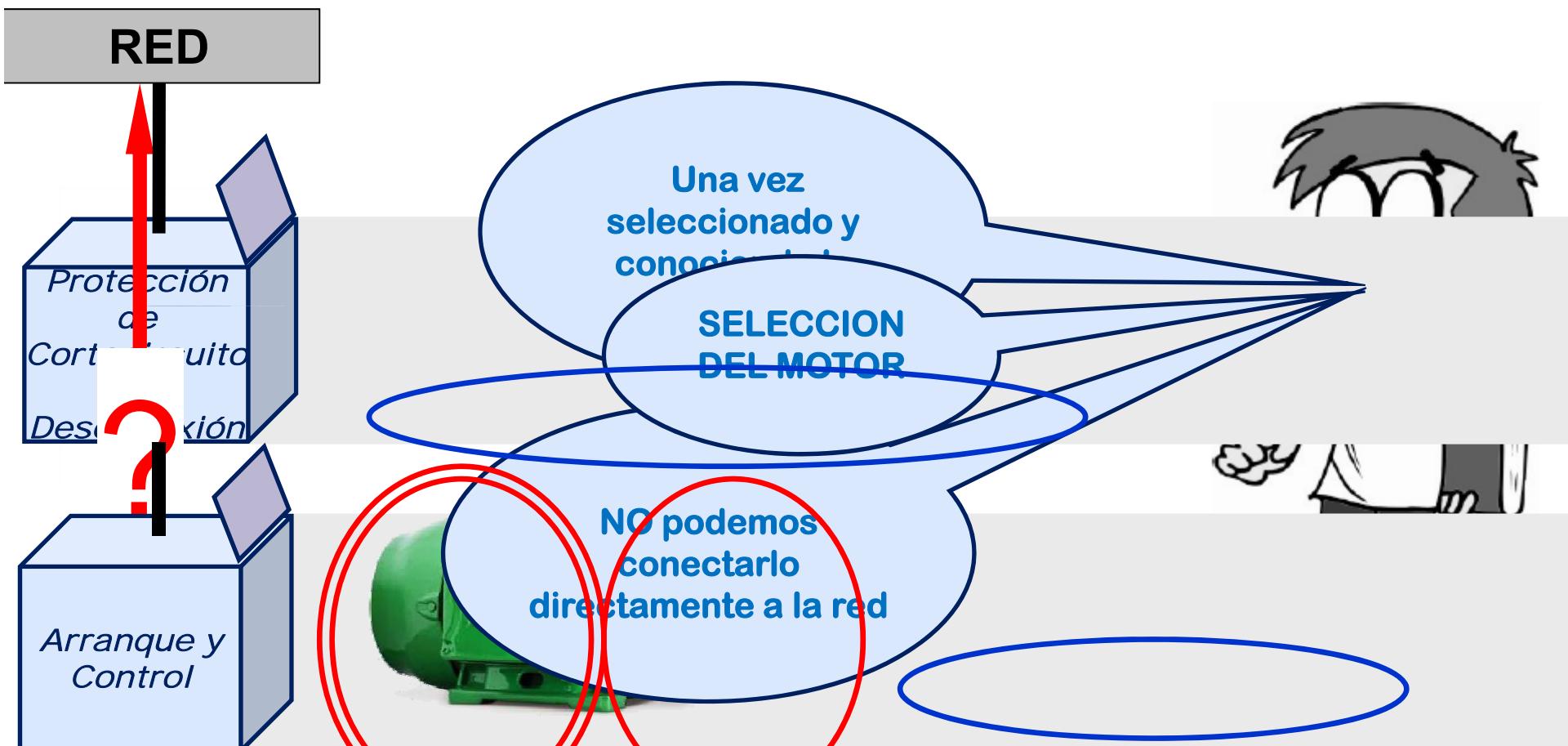
En 2012 se pone en marcha la nueva fabrica de drives WEG que proporcionará un incremento en la producción alrededor de 50%.

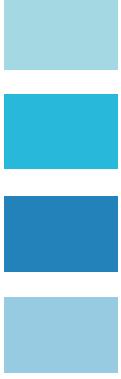
Comparando con el año de 2008 el incremento es del 80%.

2010 = 235.200 drives/año

2011 = 294.000 drives/año

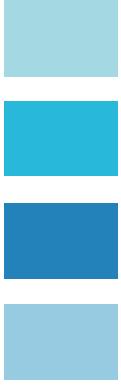






Sistemas electrónicos de variación de velocidad y arranque de motores

- Arrancadores Suaves

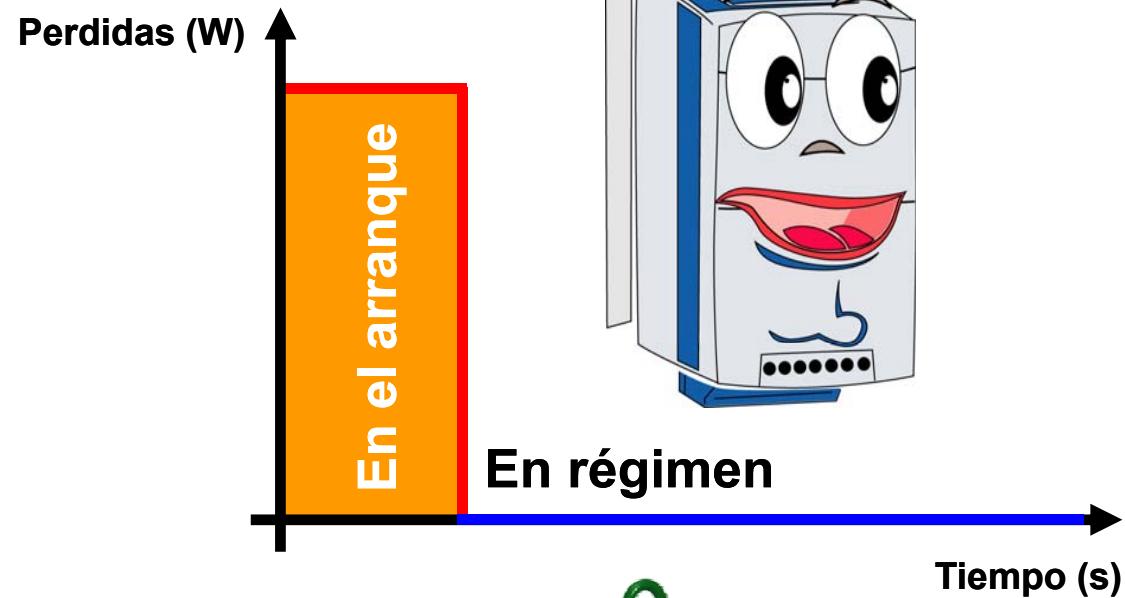
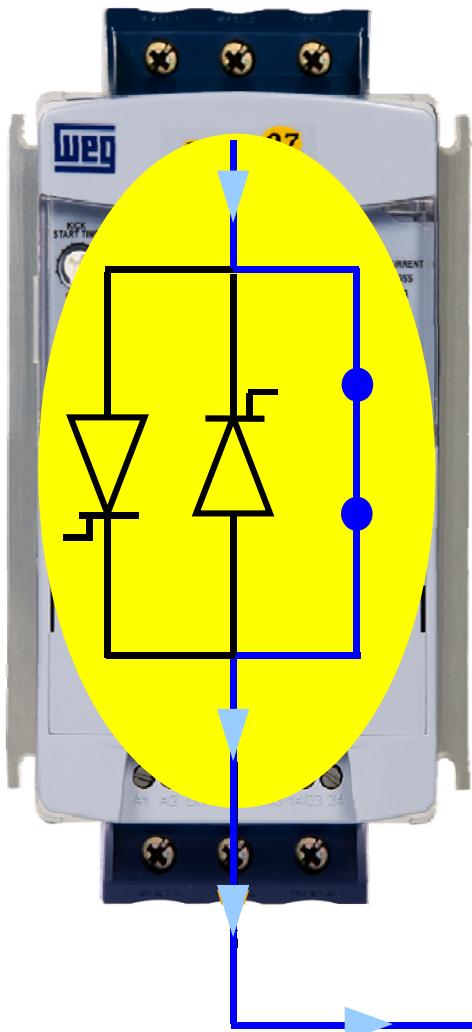


□ Arrancadores Suaves

- Eficiencia energética
- ByPass
- Control de par

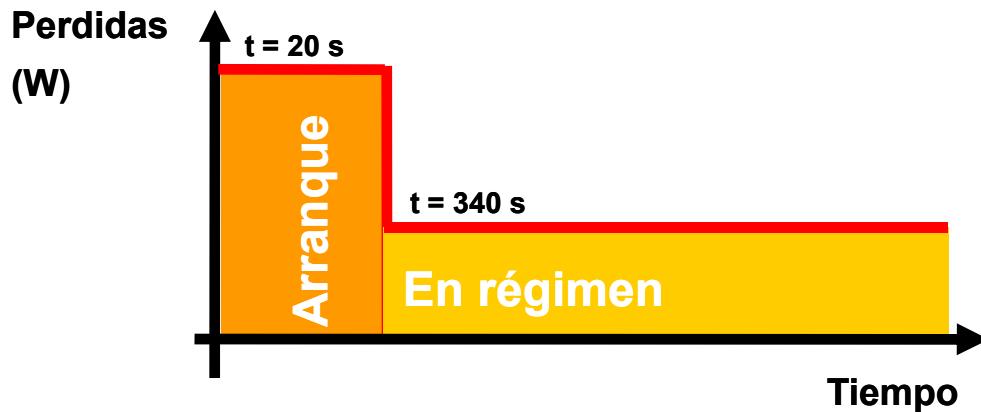
Arrancadores Suaves

Ahorro de Energía con ByPass integrado



Arrancadores Suaves

Función del ByPass integrado

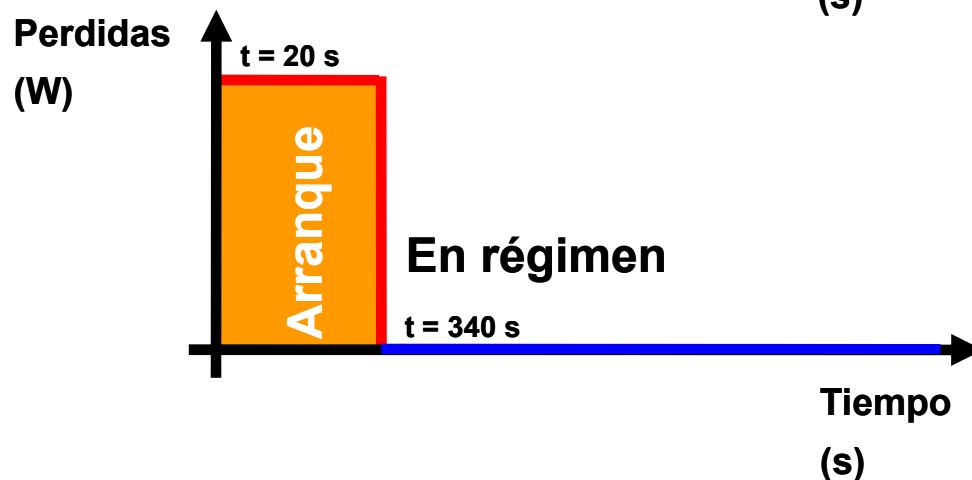


Arranque: 304 W

En régimen: 82 W

Media: 95 W

x 4,3



Arranque: 389 W

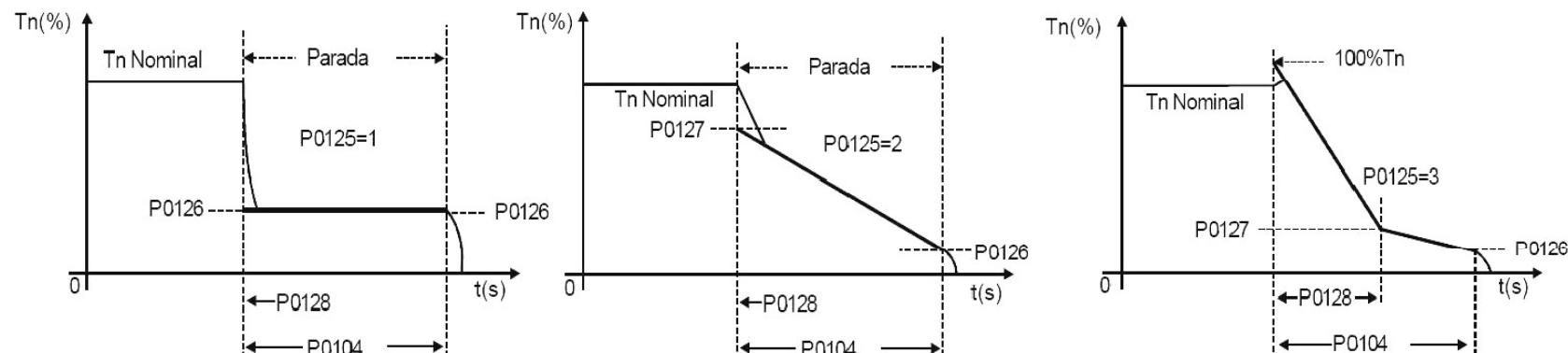
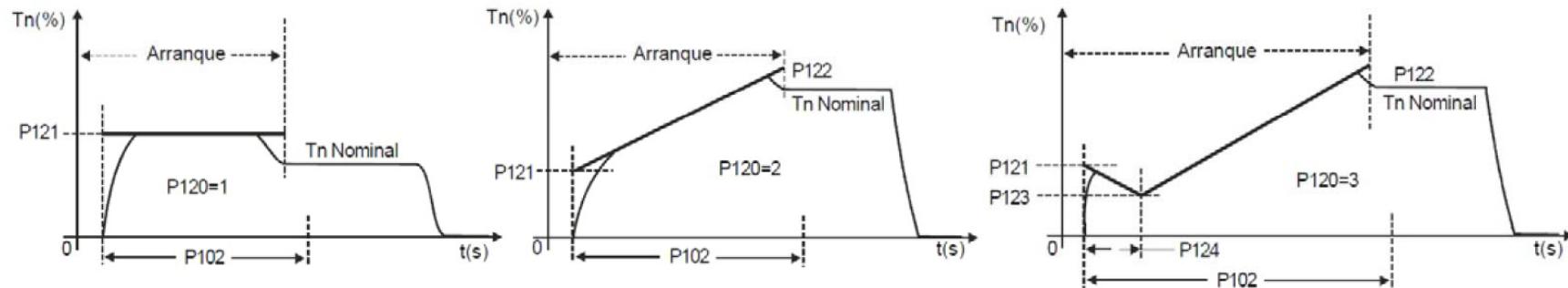
En régimen: 0 W

Media: 22 W

Arrancadores Suaves

Función del control de Par

El SSW posee un algoritmo de control de par de alto rendimiento y totalmente flexible para atender la necesidad de cualquier aplicación, tanto para arrancar como para parar el motor y su carga de forma suave.



Software de dimensionamiento para Arrancadores Suaves

weg

Software de Dimensionamiento WEG®
[Soft-Starter] SDW 4.0

Idioma:

Mercado:



[? Ayuda](#) [Avanzar >](#)

Software de dimensionamiento para Arrancadores Suaves

weg

Software de Dimensionamiento WEG®
[Soft-Starter] SDW 4.0

Datos del Motor

Tipos de Motor / Línea
Hierro Fundido IP55 Ventilación - Multitensión 50 Hz

Norma IEC

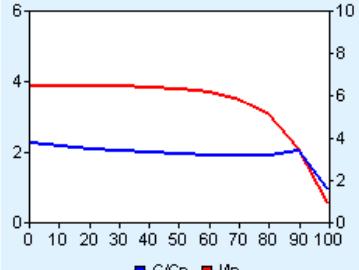
Número de Pólos: 4

Categoría: N

Frecuencia Nominal 50 Hz

Tensión Nominal: 400 V

Potencia Nominal: 200 kW



The graph displays two torque curves. The blue curve, labeled 'C/Cn', remains relatively flat around 2.0 on the left axis until 90% speed, then drops sharply to 0 at 100%. The red curve, labeled 'M_n', starts at approximately 4.5 on the left axis at 0% speed and decreases steadily to 0 at 100% speed.

MENSAJE

Volver **Ayuda** **Avanzar**

Software de dimensionamiento para Arrancadores Suaves

weg

Software de Dimensionamiento WEG®
[Soft-Starter] SDW 4.0

Datos de la Aplicación

Tipo de carga	Bomba centrífuga sumergible
Referencia de la aplicación	Riego 2
Inercia de la carga ref. Al eje del motor (J_c)	0.3 Veces J
Número de arranques por hora	4
Intervalo entre arranques	15 min
Factor de utilización % ED	50 %

The graph plots torque (t) in percent of nominal torque against speed (n) in percent of nominal speed. The curve starts at approximately 58% torque at 0% speed, dips to a minimum of about 20% at 40% speed, and then rises to 90% torque at 100% speed.

n (%)	t (%)
0	58
10	34
20	22
30	20
40	23
50	31
60	40
70	51
80	63
90	76
100	90

Los valores de esta tabla son porcentajes del torque (par) nominal del motor

MENSAJE

Software de dimensionamiento para Arrancadores Suaves

WEG

Software de Dimensionamiento WEG®
 [Soft-Starter] SDW 4.0

Resultado

ARRANQUE CON RAMPA DE TENSION

Modelo: SSW06 0365 T 2257 _ S Z
 SSW07 0365 T 5 S H2 Z

Respuesta del Motor

- Tensión Inicial: 55 %
- Tiempo de Aceleración: 2.45 s
- Corriente eficaz de arranque: 1436.17 A

[Redimensionar](#) [Gráficos](#)

ARRANQUE CON LIMITACION DE CORRIENTE

Modelo: SSW06 0312 T 2257 _ S Z
 SSW07 0312 T 5 S H2 Z

Respuesta del Motor

- Limitación de Corriente: 343 %
- Tiempo de Aceleración: 14.75 s
- Corriente eficaz de arranque: 1200.53 A

[Redimensionar](#) [Gráficos](#)

RESUMO DE LOS DATOS

MOTOR	GENERALES
Potencia nominal: 200 kW	Tensión de la red: 400 V
Número de pólos: 4	Caída de tensión en arranque: 2.5 %
Tensión nominal: 400 V	Corriente nominal: 350.01 A
Conexión del motor: Standard	Temperatura: 40 ° C
Tiempo de rotor bloqueado: 44 s	Altitud: 1000 m
Momento de Inercia: 6.34151 kg.m²	
Categoría: N	
Cp/Cn : 2.3 pu	
Cmax/Cn : 2.2 pu	
Ip/In : 6.6 pu	

CARGA

Aplicación: Bomba centrífuga sumergible
 Torque (par) Nominal (Cn): 90 %
 Momento de Inercia: 0.3 Veces J
 Número de arranques hora: 4
 Intervalo entre arranques: 15 min

[Volver](#) [Impresión Simplificada](#) [Impresión Completa](#) [Ayuda](#)

Software de dimensionamiento para Arrancadores Suaves

weg

Software de Dimensionamiento WEG®
[Soft-Starter] SDW 4.0

Gráficos - Arranque con rampa de tensión

Corriente de Arranque

This graph plots Current (pu) on the y-axis (0 to 10) against Rotation (%) on the x-axis (0 to 100). It compares two curves: a blue line for 'Corriente de Arranque con Soft-Starter (pu)' which rises from ~3.5 pu at 0% rotation to ~5.5 pu at 40% rotation before leveling off, and a red line for 'Corriente de arranque directo (pu)' which remains constant at approximately 6.5 pu across all rotation levels.

Rotación (%)	Corriente de Arranque con Soft-Starter (pu)	Corriente de arranque directo (pu)
0	3.5	6.5
10	3.8	6.5
20	4.2	6.5
30	4.6	6.5
40	5.0	6.5
50	5.2	6.5
60	5.5	6.5
70	5.2	6.0
80	4.5	5.5
90	3.5	3.5
100	2.5	2.5

Tensión de Salida

This graph plots Output Voltage (%) on the y-axis (0 to 100) against Time (%) on the x-axis (0 to 100). The blue curve shows a linear increase from ~50% at 0% time to 100% at 100% time.

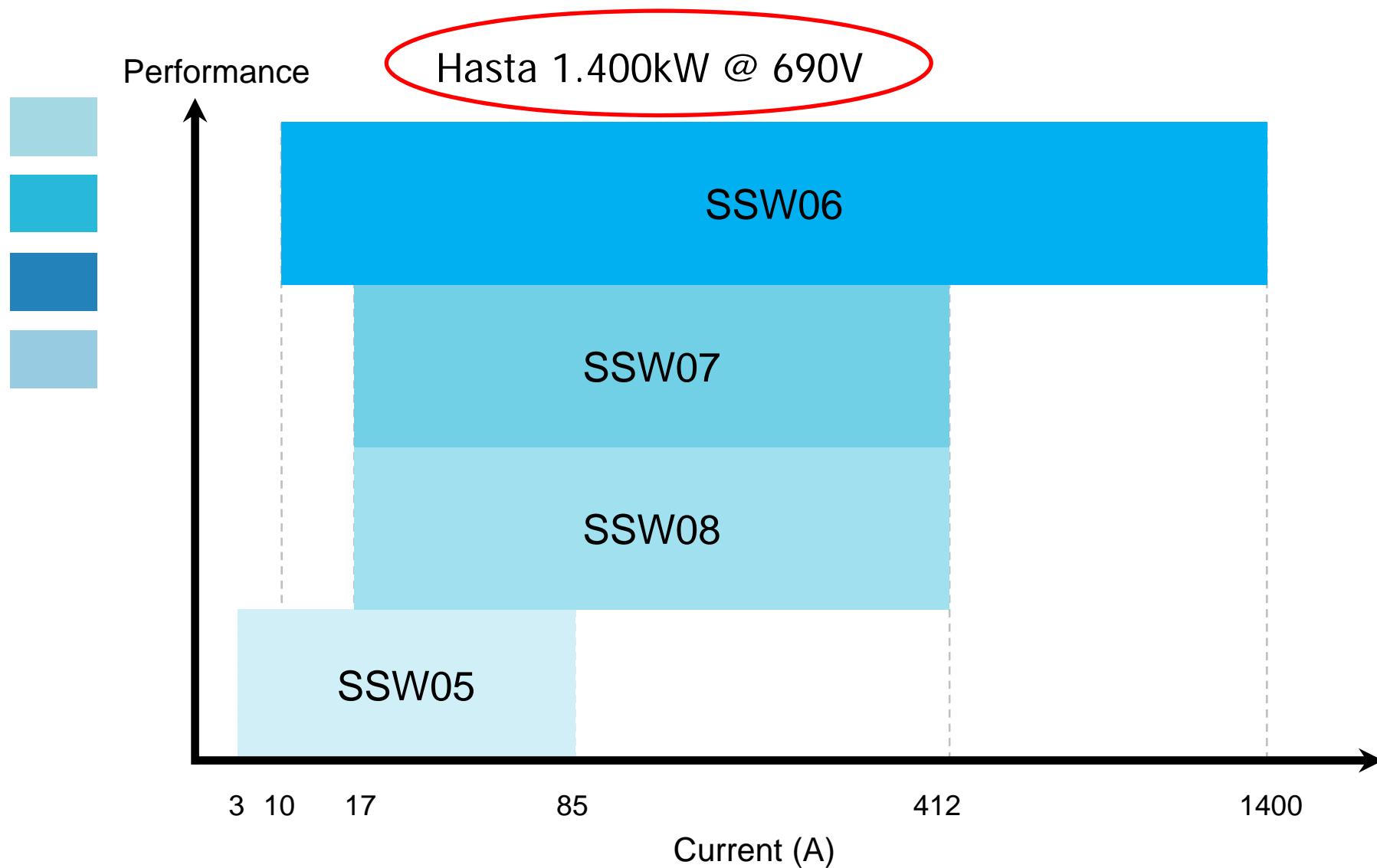
Tiempo (%)	Tensión de salida de la Soft-Starter (%)
0	50
10	60
20	68
30	75
40	82
50	88
60	93
70	97
80	99
90	100
100	100

Torque (par)

This graph plots Torque (par) (%) on the y-axis (0 to 182) against Rotation (%) on the x-axis (0 to 100). It compares two curves: a blue line for 'Soft-Starter (%)' which starts at ~70% at 0% rotation, dips to a minimum of ~30% at 30% rotation, and then rises to 100% at 100% rotation; and a red line for 'Carga (%)' which starts at ~50% at 0% rotation, dips to a minimum of ~10% at 30% rotation, and then rises to 100% at 100% rotation.

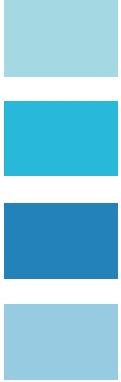
Rotación (%)	Soft-Starter (%)	Carga (%)
0	70	50
10	65	45
20	55	35
30	30	10
40	50	25
50	70	45
60	85	65
70	95	85
80	100	95
90	100	100
100	100	100

[◀ Volver](#) [Aceleración](#)



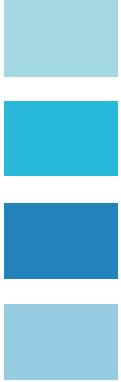
Arrancadores Suaves WEG





□ Sistemas electrónicos de variación de velocidad y arranque de motores

- Convertidores de Frecuencia



□ Convertidores de Frecuencia

- Eficiencia
- Comunicación
- Fiabilidad / Seguridad
- Tecnología
- Integración

Conexión USB

- Conexión USB



Plug and Play

- Reconocimiento y configuración automática de los accesorios.
- Elimina la configuración manual y facilita su instalación.



Alimentación externa

■ Alimentación externa de control 24 VDC

- Red de comunicación activa.
- Circuito de control activo.
- Independiente de la alimentación de red.



Safety-Stop

- Según normativa EN 954-1 categoría III.
- Seguridad de tensión de salida nula.
- Seguridad en el paro del motor, por tanto, seguridad al usuario.



Certificación Safety-Stop



Líneas de Productos certificados de acuerdo con EC Machinery Directive 2006/42/EC:



- CFW11
- CFW11M
- CFW700
- CFW701

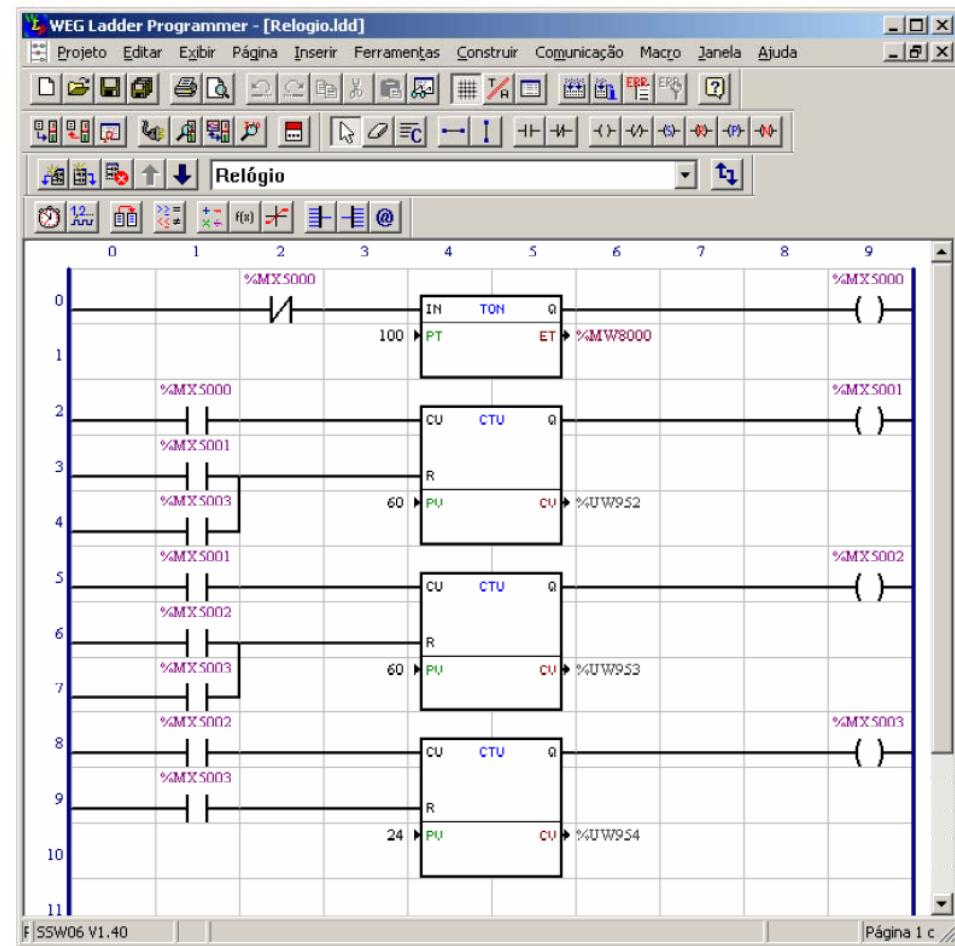


Según requerimientos de las normas:

- EN 954-1 / ISO 13849-1, Category 3 (machine safety)
- IEC/EN 61508, SIL2 (control de seguridad / señalización aplicada a procesos y sistemas).

SOFT-PLC

- Integrado como estándar.
- PLC ampliable con módulo plug&play.
- Programación Ladder.
- Acceso a parámetros y Entradas / Salidas



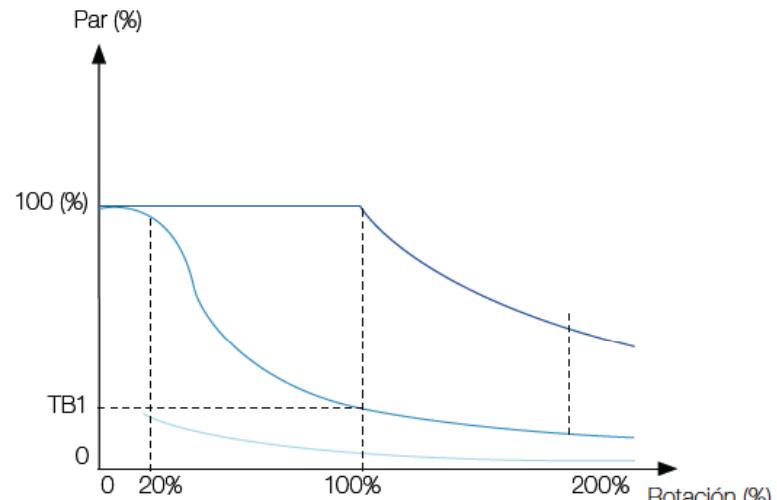
Flujo óptimo

- Aplicaciones a par constante.
- Sin ventilación forzada del motor.
- Sobredimensionamiento del motor no necesario.
- Solución aplicada solamente para el conjunto:
CFW700 /CFW11 + Motor WEG IE2 o superior.



Optimal Braking

- Frenado óptimo
- Sin utilización de resistencias de frenado.
- Coste reducido

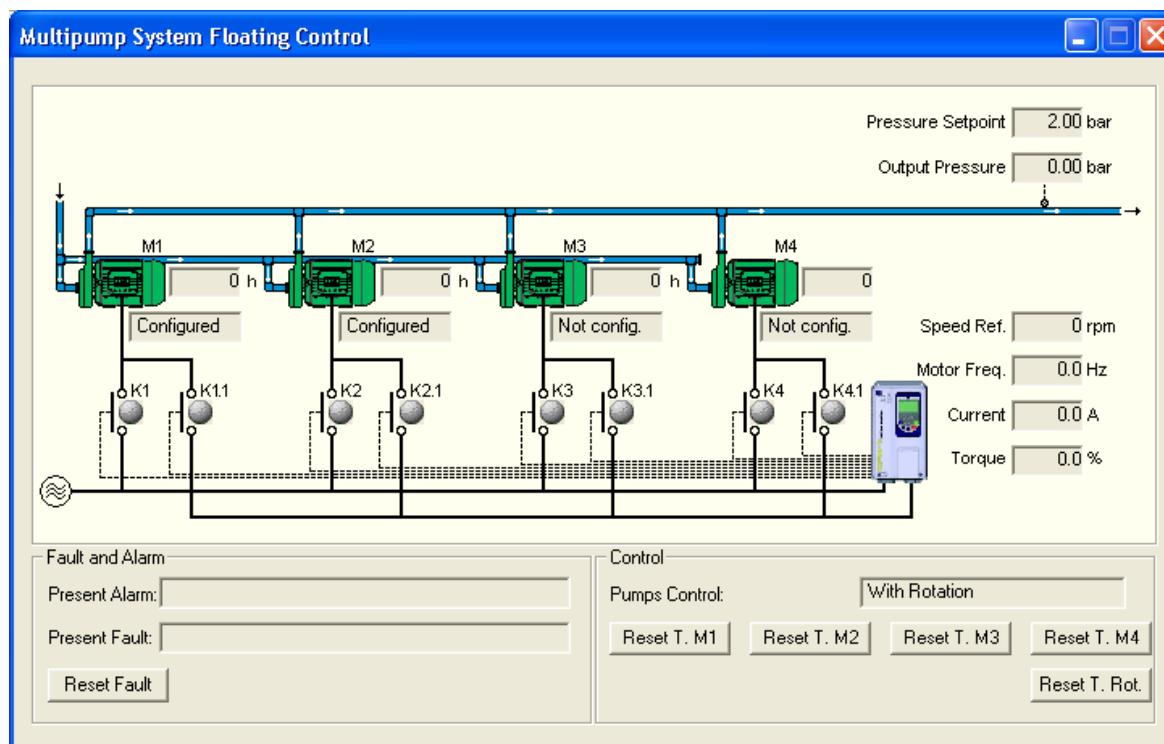


**Gráfico Par x Velocidad típico para motor de
10HP accionado por convertidor CFW-11**

- Curva de par para Frenado Reostático
- Curva de par para Optimal Braking®
- Curva de par para Frenado CC

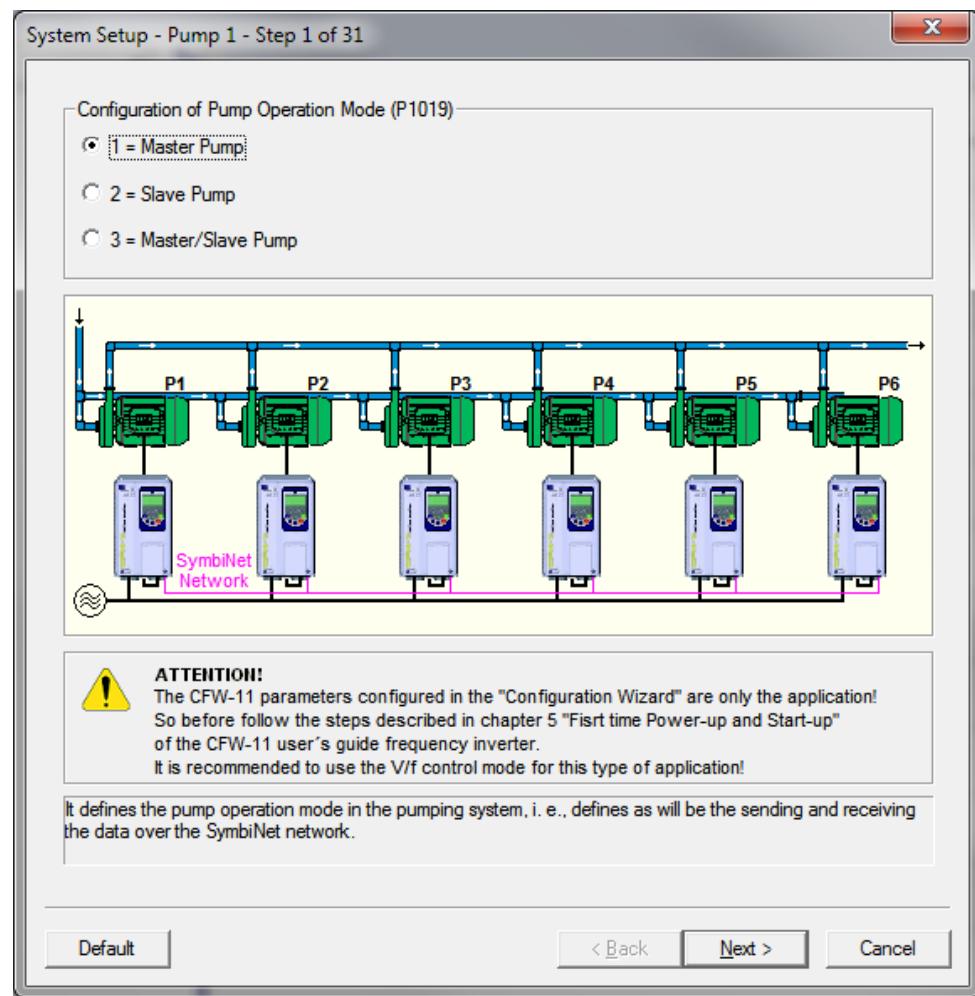
Función Multibomba

- Función incorporada como estándar
- Presión constante independientemente de la demanda de caudal
- Accionamiento inteligente de las bombas



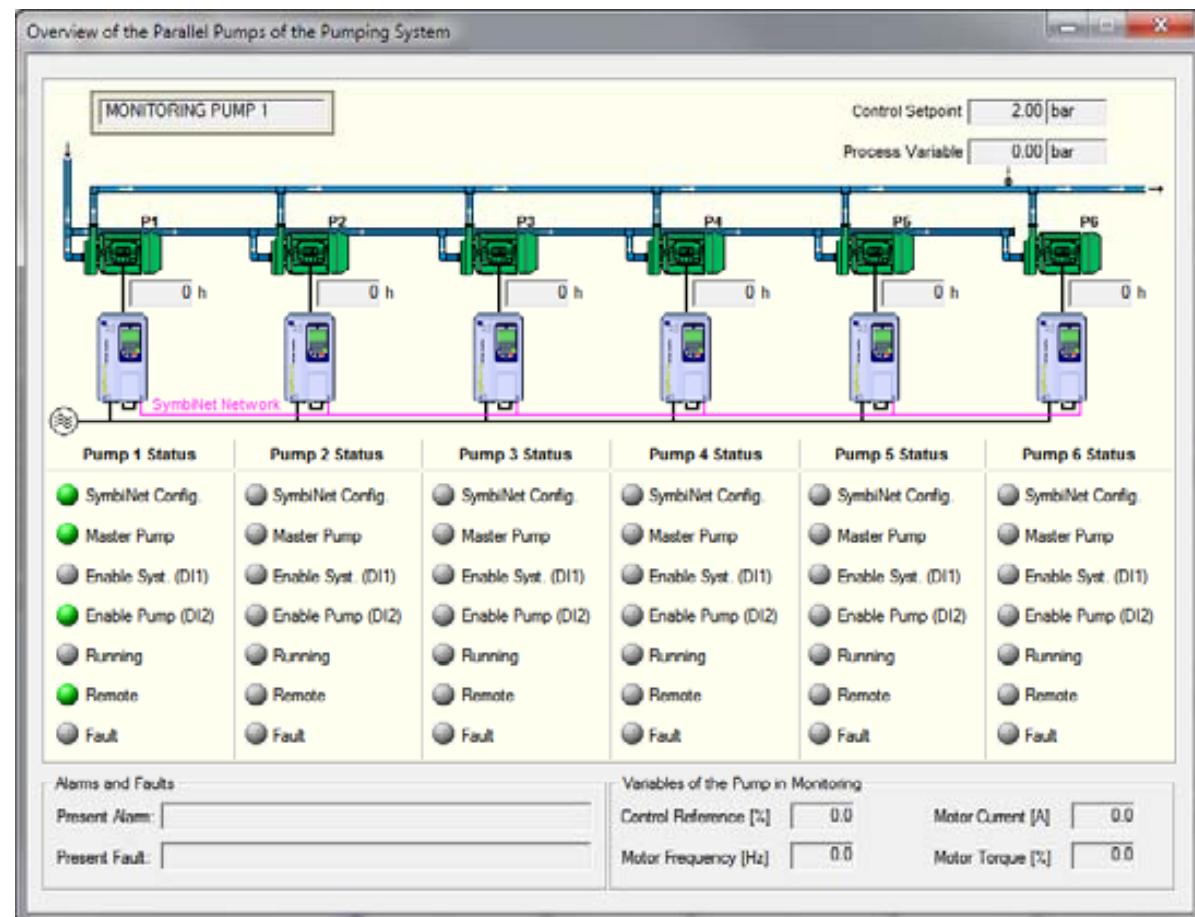
Función Multibomba

- Función Pumping System
- Multimaestro
- Modbus / CAN



Función Multibomba

- Función Pumping System
- Multimaestro
- Modbus / CAN



Instalación mecánica



Airflow

Montaje en placa



Airflow

Instalación mecánica



Montaje en brida. (disipador en el exterior del armario)

New



CFW 701 - HVAC

- Control dedicado: presión, temperatura, calidad del aire, contenido CO₂
- **0.75 kW hasta 132 kW**
- Comunicación BACnet and MetaSys N2
- Display dedicado



Funciones Especiales HVAC



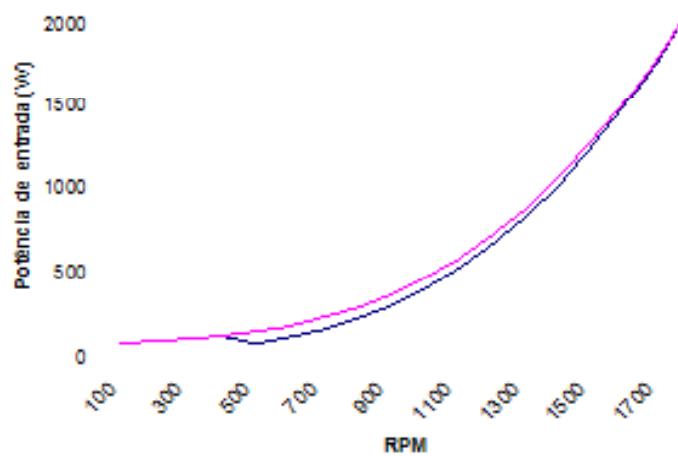
Ahorro de Energía (Energy Saving)

Actúa en la tensión de salida aplicada al motor optimizando el flujo magnético en situaciones donde el motor trabaja por debajo de los 75% del conjugado del motor.

El ahorro puede llegar hasta **15%** del consumo de energía.

La función “Sleep” del PID principal también contribuyó en la reducción del consumo de energía.

Ahorro de Energía



Funciones Especiales HVAC

Función Fire Mode

Permite que el CFW701 continúe alimentando/accionando el motor también en condiciones adversas, inhibiendo la mayoría de los fallos y el reseteo de los fallos críticos.

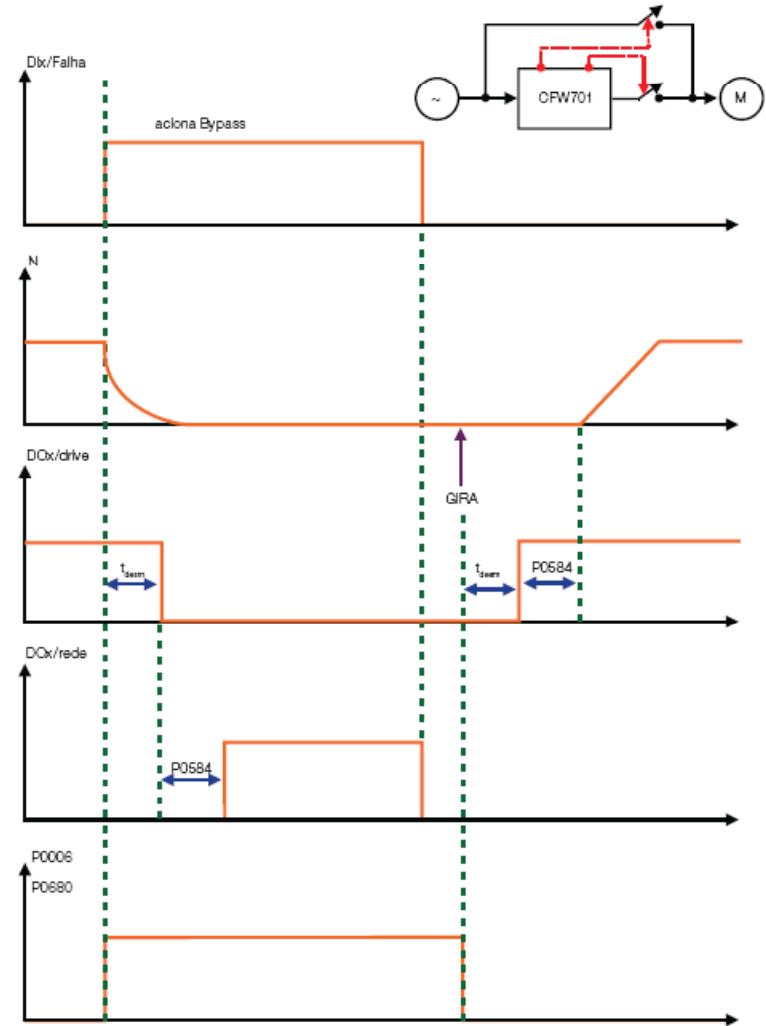
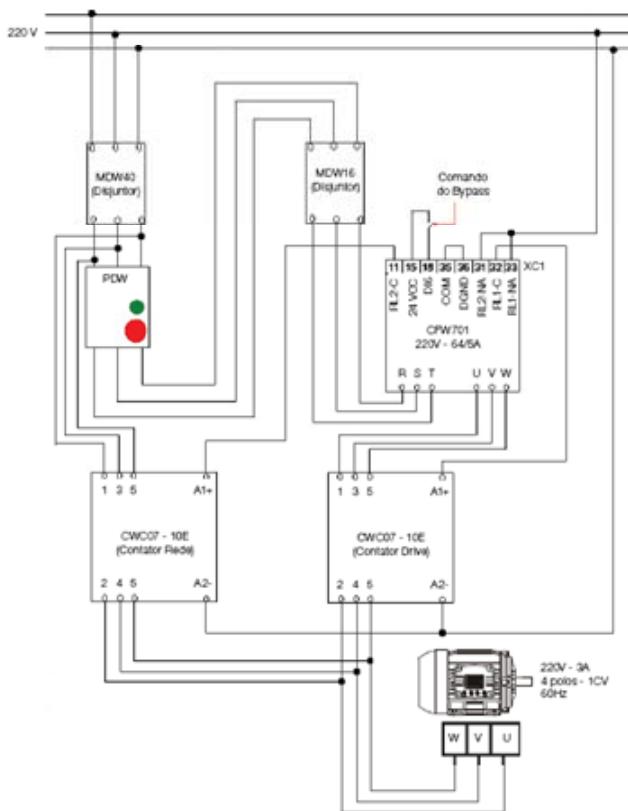
Función prerequisito en los extractores de humo y en los ventiladores de escape en los sistemas de caleamiento.

Observación: Actualmente ya cumplimos con la normativa EN12101 (conjunto CFW701 + WEG Smoke Motor).

Funciones Especiales HVAC

Función ByPass

Permite que el motor sea accionado directamente de la red de alimentación.



HVAC

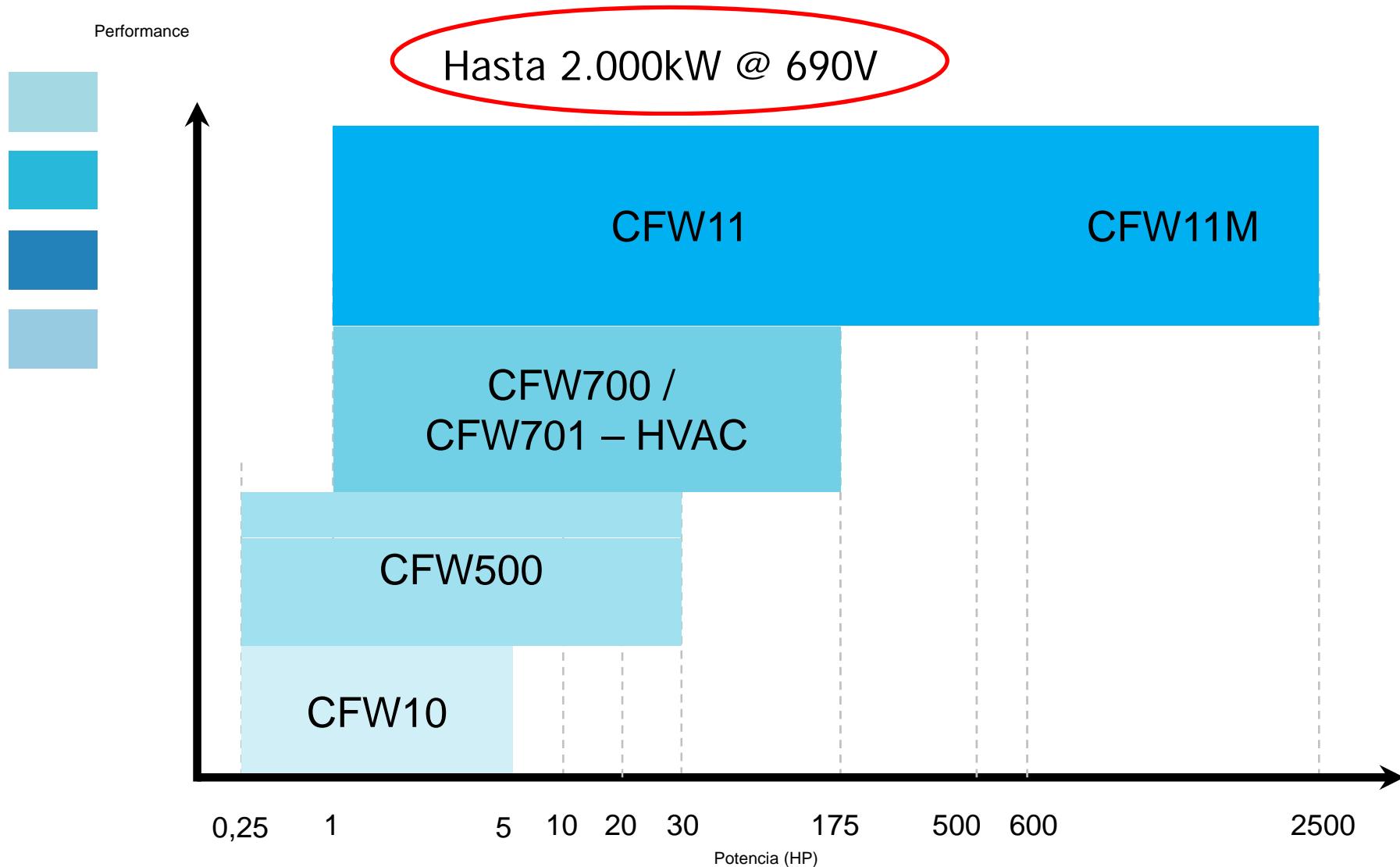
- Ventiladores de Líquidos Refrigerantes.
- Ventiladores de Torres de Refrigeración.
- Bomba de Agua de los Condensadores.
- Compresores (Frio).
- Bomba de Agua de Refrigeración.
- Ventiladores.



Posibles aplicaciones

- Hospitales
- Aeropuertos
- Hoteles
- Shoppings Centers
- Centros Comerciales
- Aplicaciones Generales de Bombeo y Ventilación.







IP20
IP42
IP54
IP66

Convertidores de Frecuencia WEG

Convertidores de Frecuencia MT Arrancadores Suaves MT



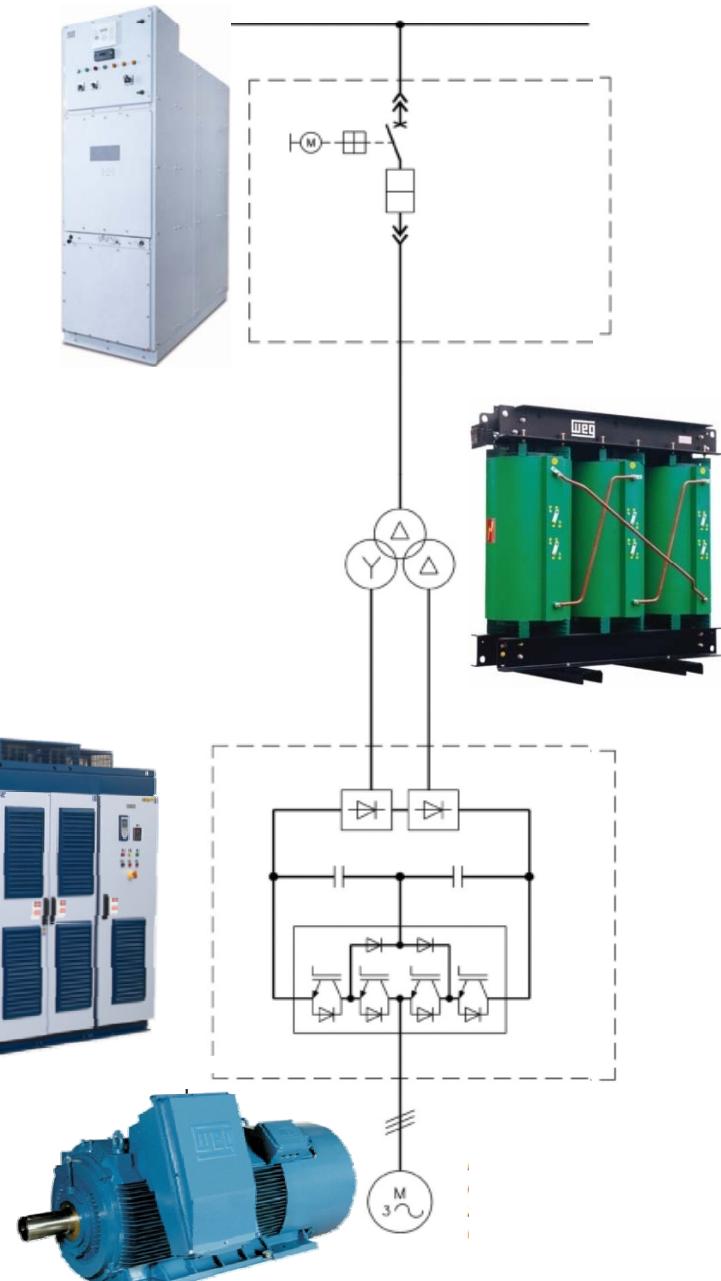
Soft-Starter



VSD

Convertidores MT MVW01

- Celda de Entrada
- Transformador
- Hasta 6900 V
- Hasta 6000 kW



Arrancadores Suaves MT SSW7000

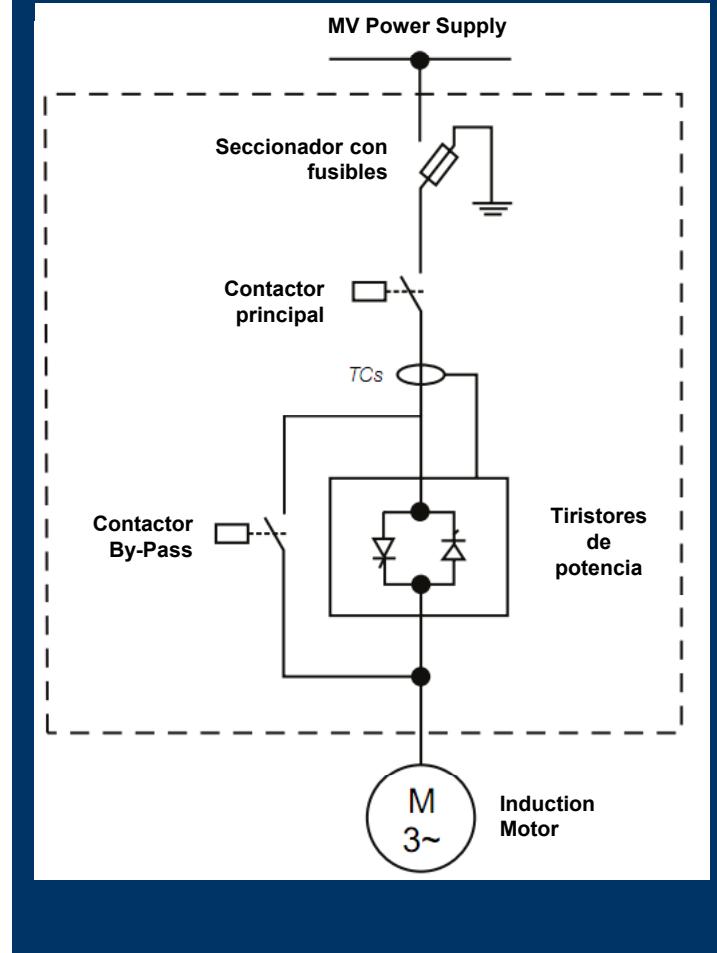
IEC

NEMA



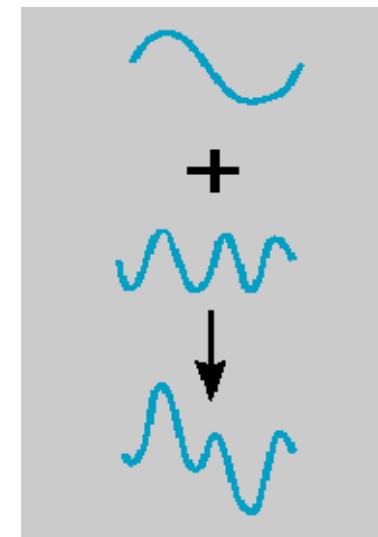
- Hasta 6.900 V
- Hasta 3400 kW (4500HP)

Método de Arranque simple



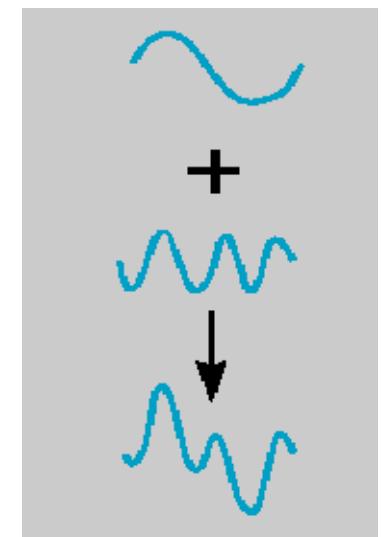
□ Soluciones de bajo nivel de armónicos

- Introducción
- Regulaciones
- Tipos de soluciones:
 - Reactancia de Entrada / Inductancias en bus DC
 - Rectificador Multipulsos
 - Filtro Pasivo
 - Filtro Activo
 - Rectificador Activo con IGBT's (AFE)
- Conclusiones



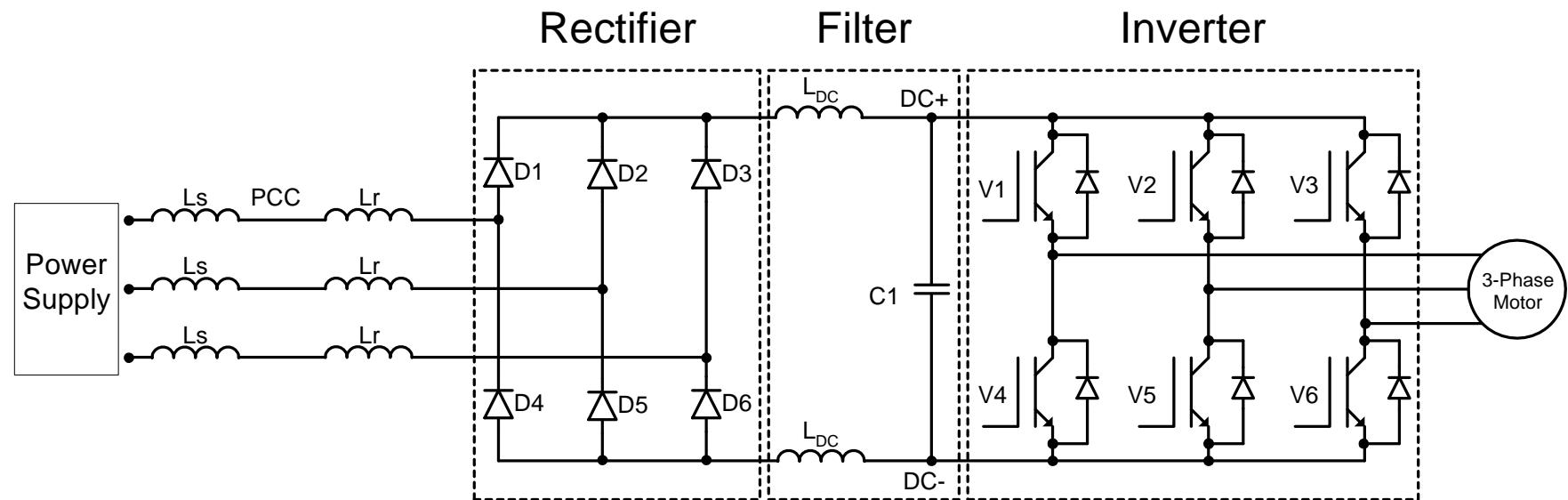
□ Soluciones de bajo nivel de armónicos

- Introducción
- Regulaciones
- Tipos de soluciones:
 - Reactancia de Entrada / Inductancias en bus DC
 - Rectificador Multipulsos
 - Filtro Pasivo
 - Filtro Activo
 - Rectificador Activo con IGBT's (AFE)
- Conclusiones



□ Introducción

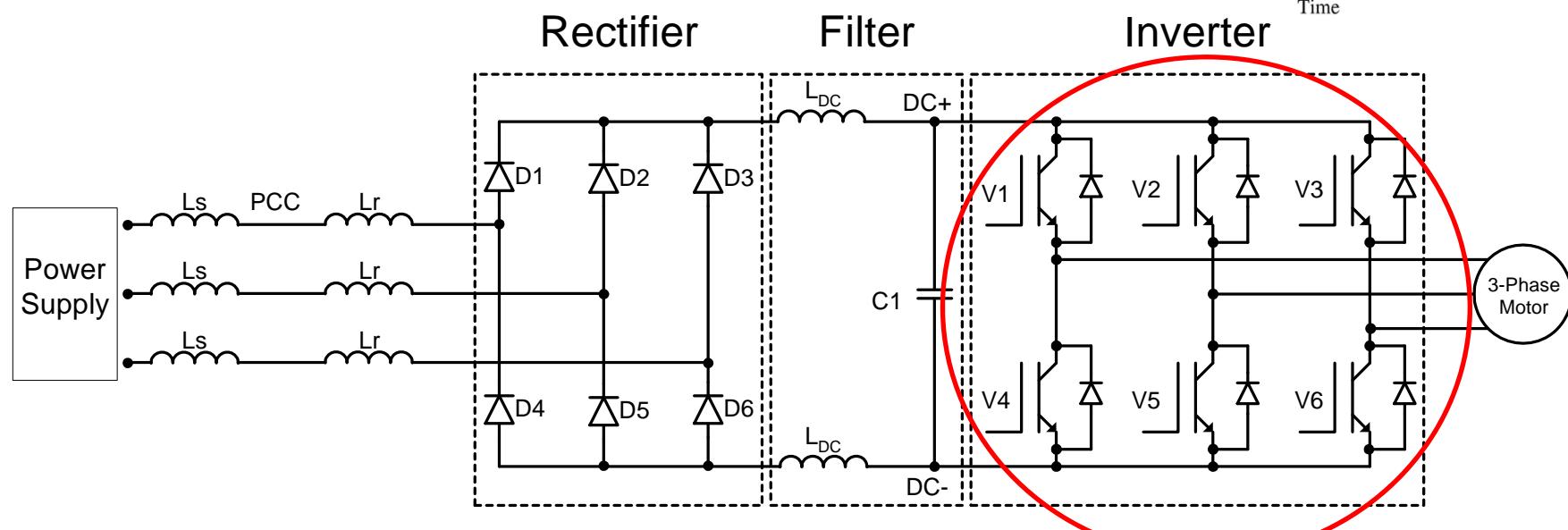
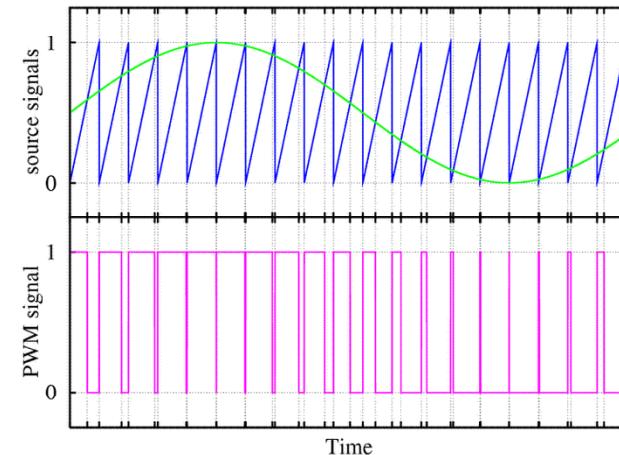
- Armónicos de alta frecuencia (RFI)
- Armónicos de baja frecuencia



□ Introducción

➤ Armónicos de alta frecuencia

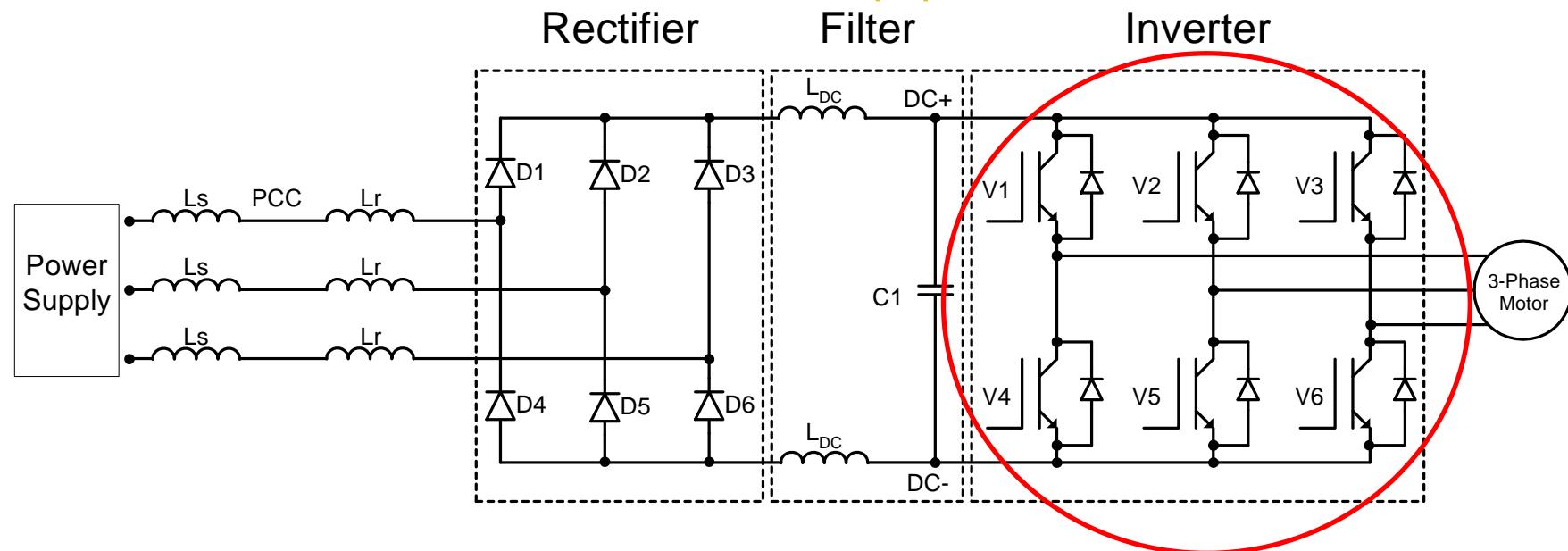
- RFI radiadas
- dV/dT motor



□ Armónicos de alta frecuencia (RFI)

➤ Efectos RFI radiadas

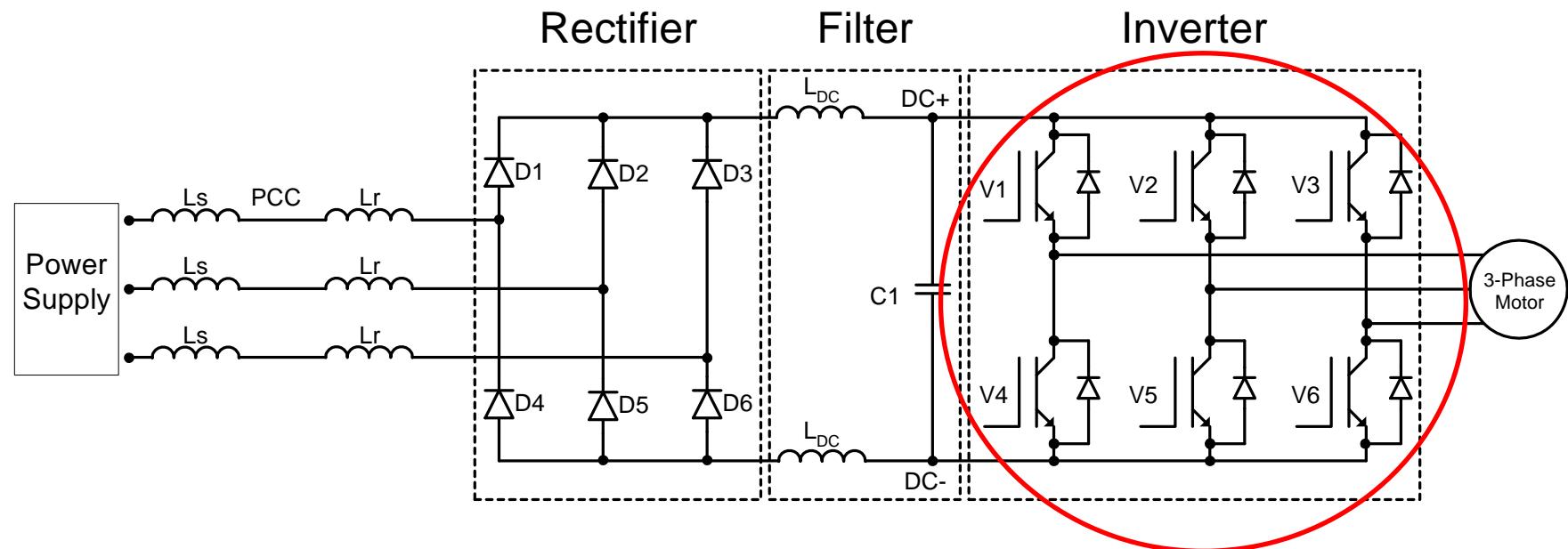
- Interferencias en el entorno del equipo
- Sensores, transductores
- Interferencias en otros equipos



□ Armónicos de alta frecuencia (RFI)

➤ Solución (según EMC 2004/108/EC)

- Filtros supresores RFI de acuerdo con EN61800-3 y EN55011
- Instalación adecuada: Tomas de tierra, cables, etc.



□ Armónicos de alta frecuencia (RFI)

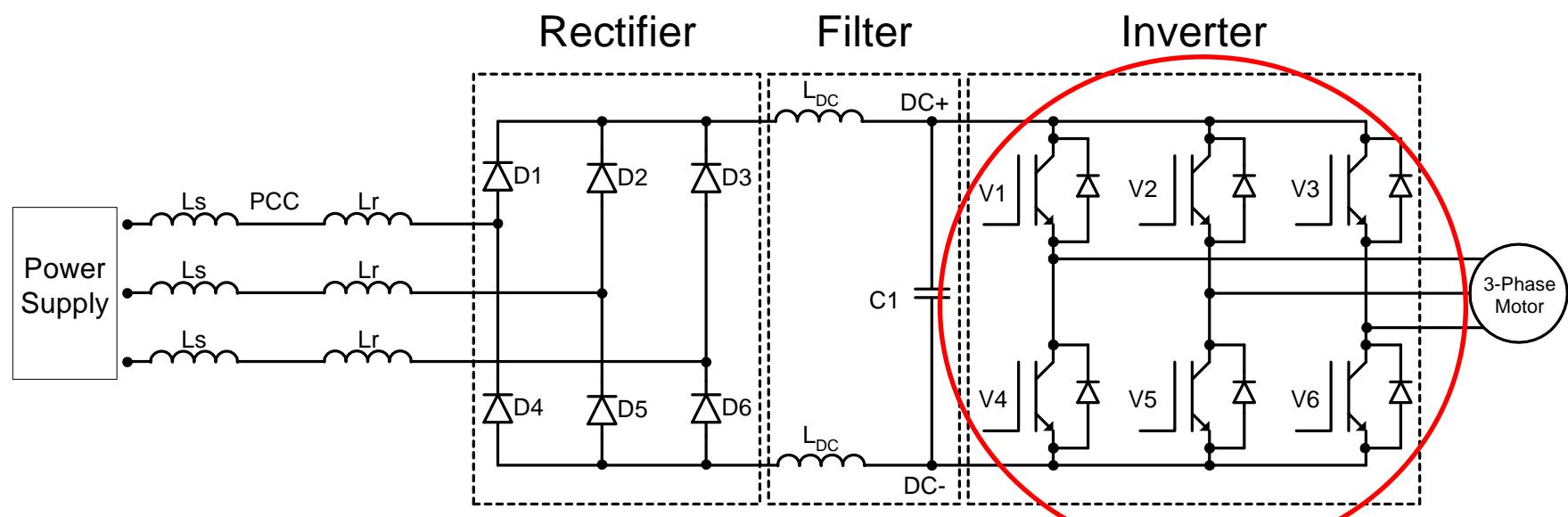
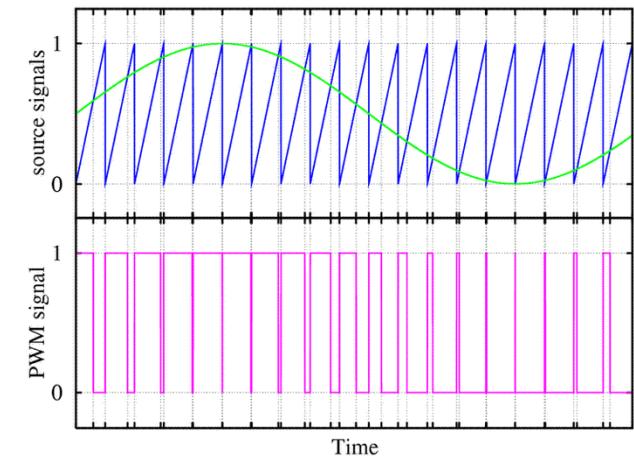
- Solución (según EMC 2004/108/EC)
 - Filtros supresores RFI de acuerdo con EN61800-3 y EN55011.
- Todos los equipos WEG cumplen de serie con esta normativa



☐ Armónicos de alta frecuencia

➤ Efectos en entorno motor

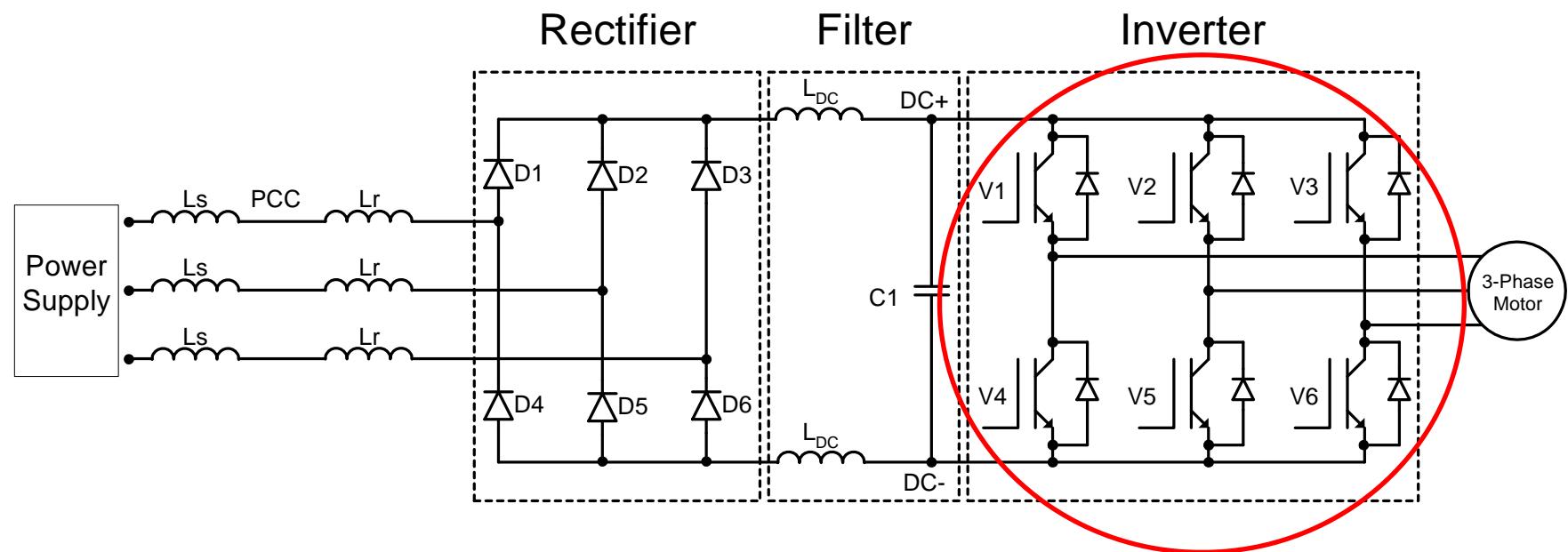
- Sobretensiones en bornes motor
- Generación de tensiones de modo común
- Ruido



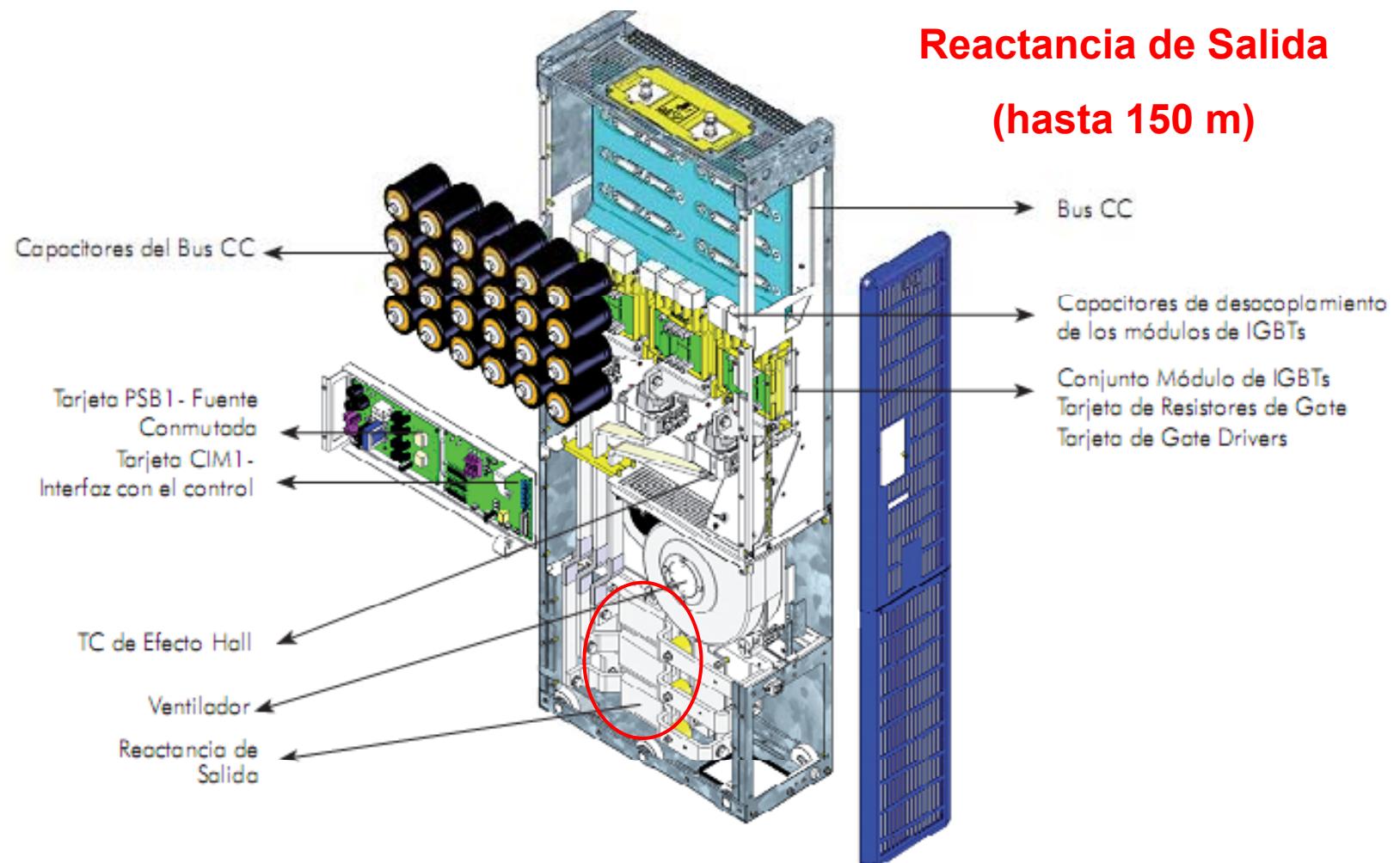
□ Armónicos de alta frecuencia

➤ Soluciones (entorno motor)

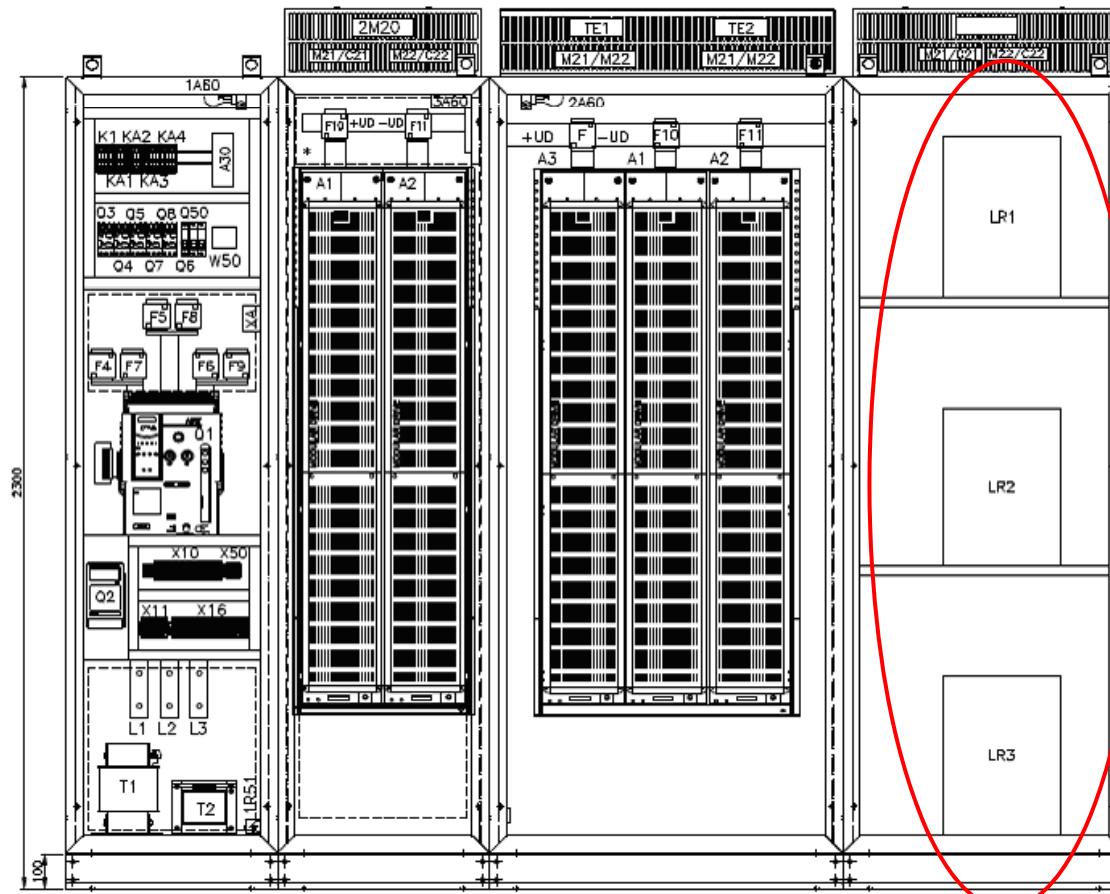
- Filtro dV/dT
- Reactancia de salida
- Filtro sinusoidal



Convertidor de Frecuencia **AFW11M con Reactancia de Salida (2%)**

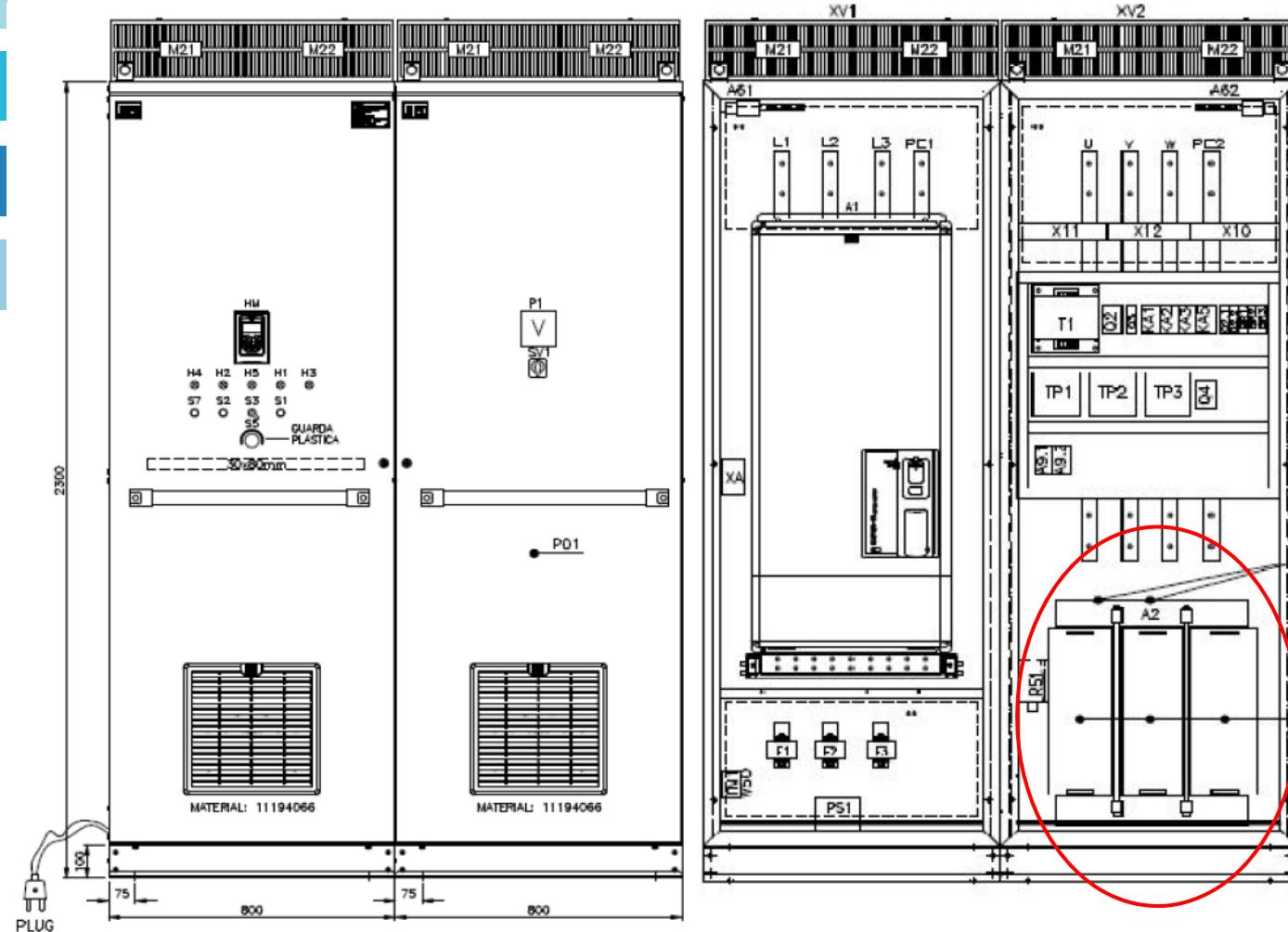


Convertidor de Frecuencia **AFW11M con Reactancia de Salida (4%)**



Reactancia de Salida
(hasta 300 m)

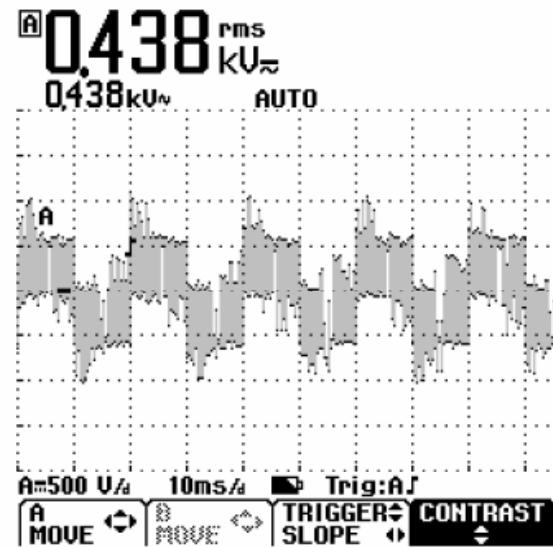
Convertidor de Frecuencia **AFW11M con Filtro Sinusoidal**



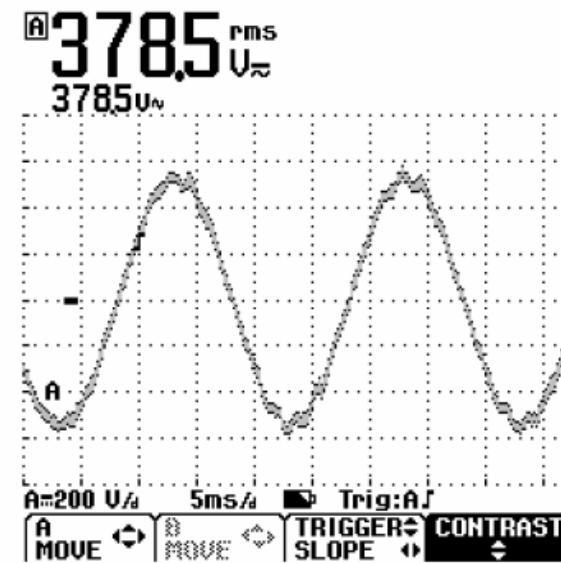
**Filtro sinusoidal
(a partir de 300 m)**

Convertidor de Frecuencia **AFW11M con Filtro Sinusoidal**

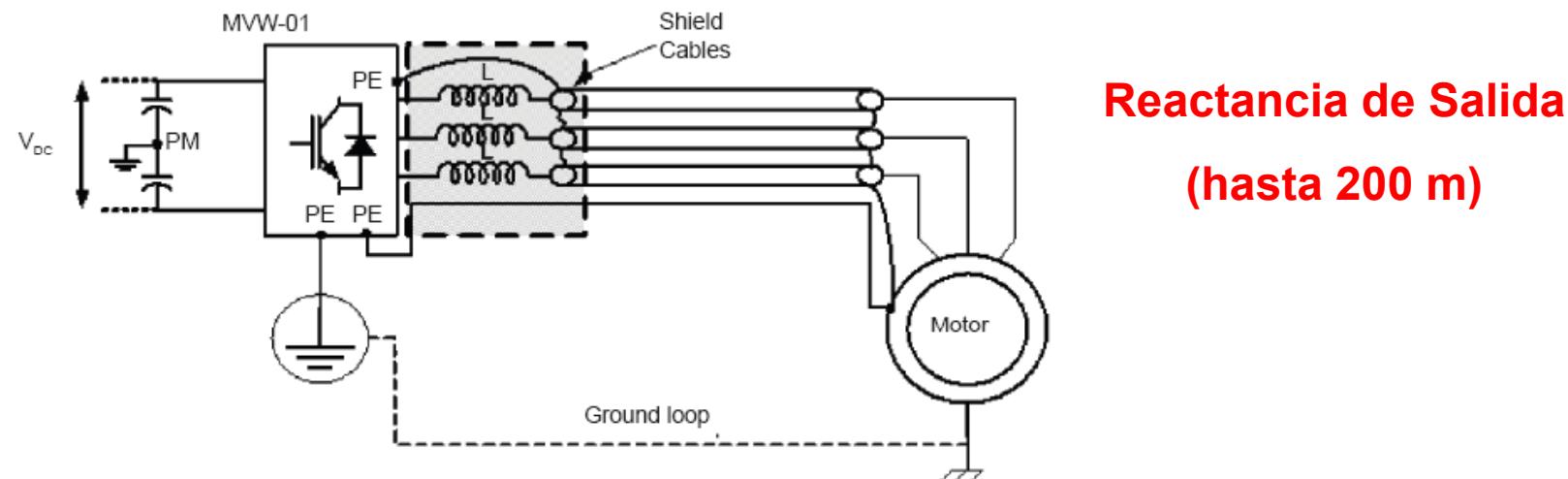
Without Filter



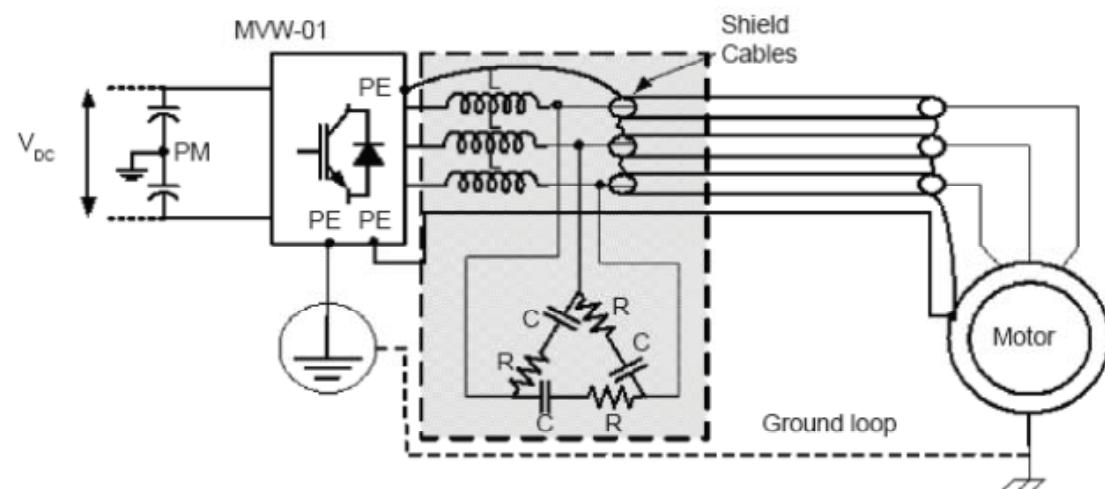
With Filter



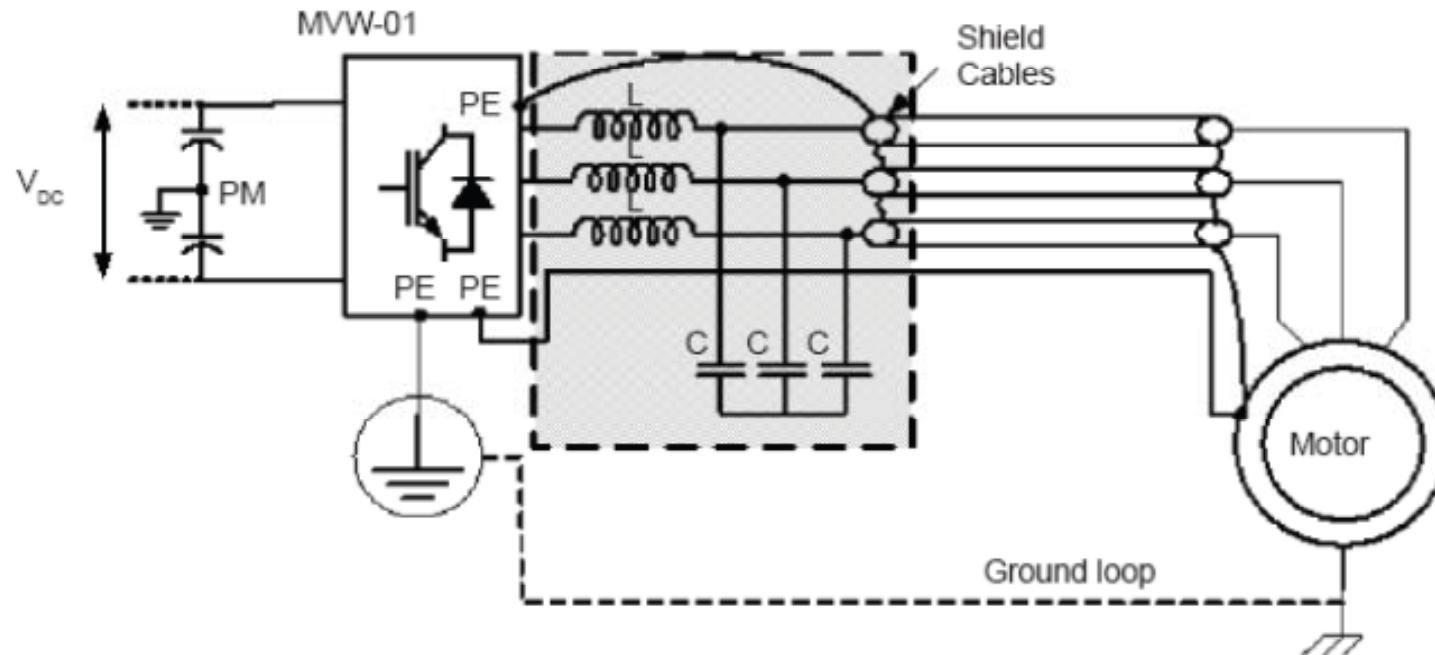
Convertidor de Frecuencia MVW01 con Reactancia de Salida / Filtro Sinusoidal



Filtro dV/dt
(de 200 hasta 500 m)



Convertidor de Frecuencia **MVW01 con Reactancia de Salida / Filtro Sinusoidal**

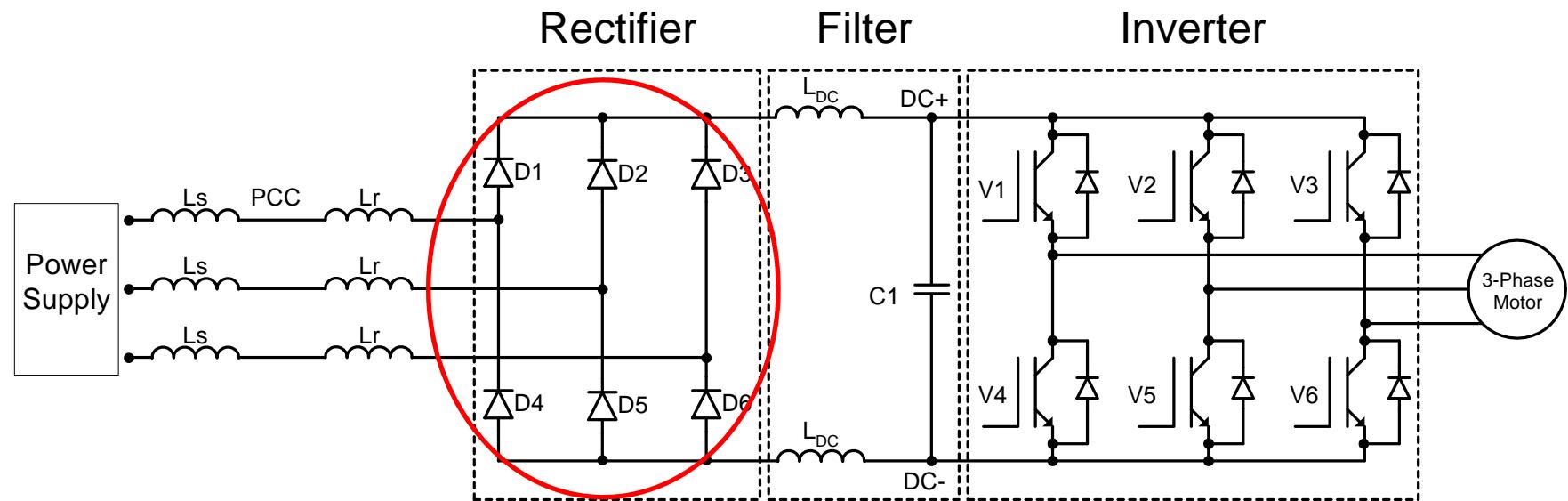


**Filtro Sinusoidal
(más de 500 m)**

□ Introducción

➤ Armónicos de baja frecuencia

- Cargas no lineales. Rectificador 6 Pulsos.

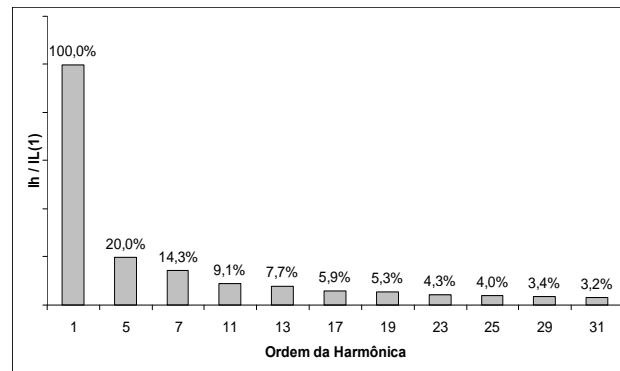
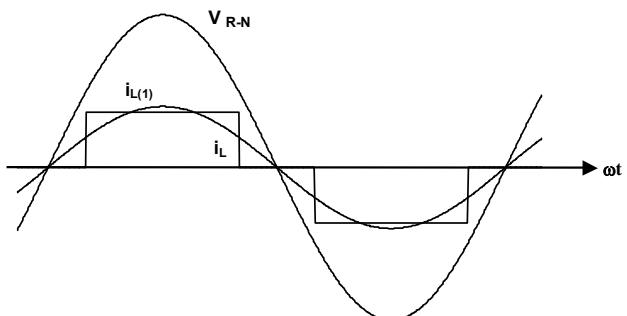


□ Armónicos de baja frecuencia

➤ Medición. Ley de Fourier

$$h = P \cdot n \pm 1$$

$$H = 6.1 \pm 1 = 5^{\circ},7^{\circ}$$

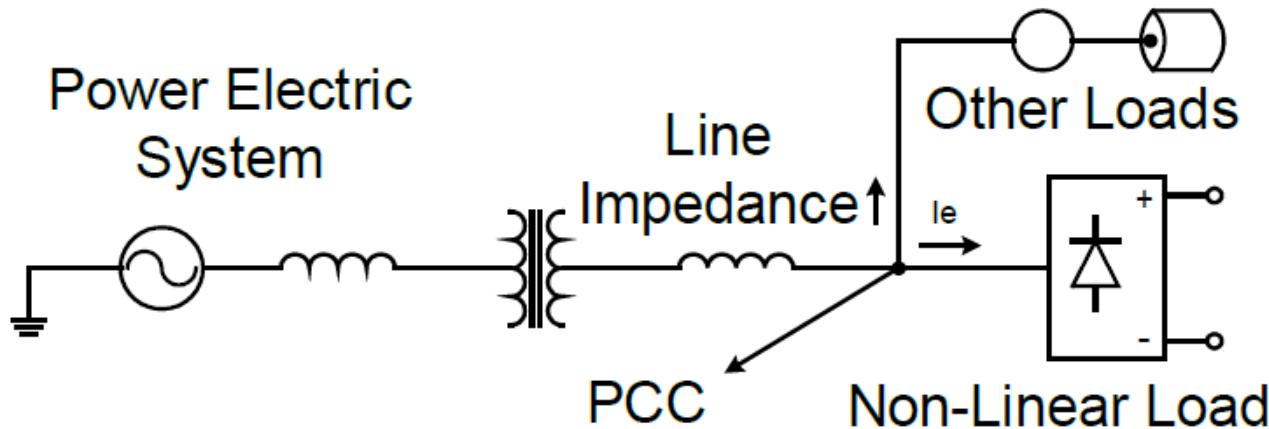


□ Armónicos de baja frecuencia

➤ Medición.

$$THD_I (\%) = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} * 100$$

$$THD_V (\%) = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_1} * 100$$



Picture 2 - Diagram of the simulated system.

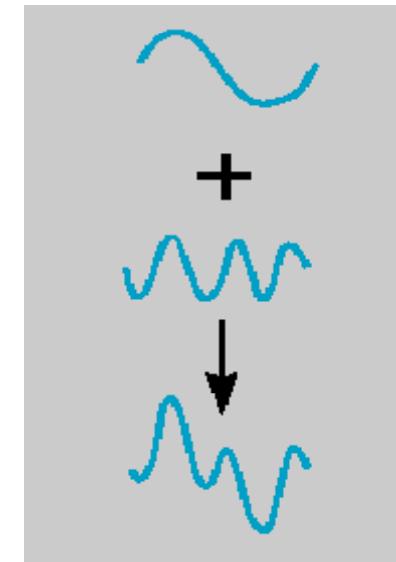
□ Armónicos de baja frecuencia

➤ Efectos en la instalación y componentes

- Transformadores: Sobrecalentamiento e incremento de pérdidas.
- Cables: Aumento de la corriente RMS y sobrecalentamiento.
- Errores en mediciones.
- Necesidad de dimensionamiento de protecciones: Fusibles, Interruptores Automáticos, Magnetotérmicos,...

□ Soluciones de bajo nivel de armónicos

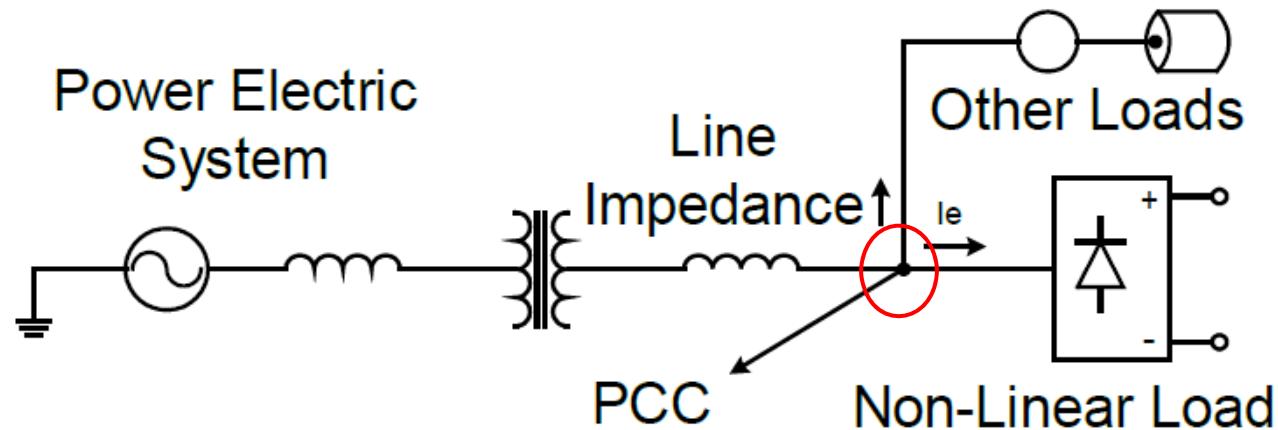
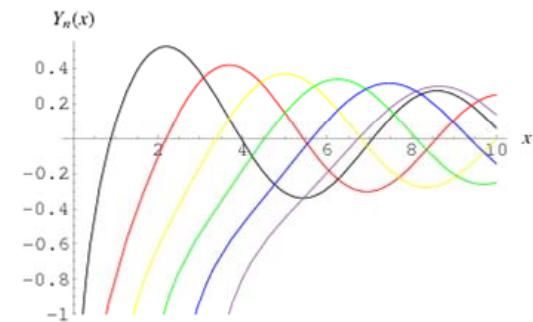
- Introducción
- Regulaciones
- Tipos de soluciones:
 - Reactancia de Entrada / Inductancias en bus DC
 - Rectificador Multipulsos
 - Filtro Pasivo
 - Filtro Activo
 - Rectificador Activo con IGBT's (AFE)
- Conclusiones



□ Regulaciones

➤ IEEE-519

▪ Análisis en PCC



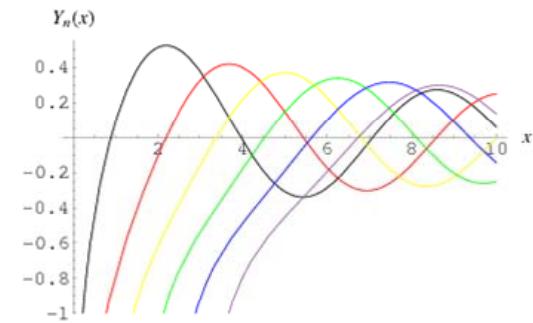
Picture 2 - Diagram of the simulated system.

□ Regulaciones

➤ IEEE-519

- Análisis en PCC
- Límite 3% THDv
- TDD según tabla:

$$TDD(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{IL} * 100 = THD_I \times \frac{I(1)}{IL}$$



I_{sc}/IL	Maximum Harmonic Current Distortion in Percent of IL Individual Harmonic Order (Odd Harmonics)					
	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	TDD (%)
<20*	4,0	2,0	1,5	0,6	0,3	5,0
20<50	7,0	3,5	2,5	1,0	0,5	8,0
50<100	10,0	4,5	4,0	1,5	0,7	12,0
100<1000	12,0	5,5	5,0	2,0	1,0	15,0
>1000	15,0	7,0	6,0	2,5	1,4	20,0

IEEE STD 519 RECOMMENDED PRACTICES FOR APPLICATIONS WITH VARIABLE FREQUENCY DRIVES

Joable Andrade Alves and Paulo José Torri

WEG Automação Ltda. - Departamento de Desenvolvimento de Produtos
Av. Prefeito Waldemar Grubba, 3000 – 89256-900 – Jaraguá do Sul – SC – Brazil
joable@weg.net and pjtorri@weg.net

TABLE III
Results obtained with computer simulations

VFD Rectifier	I(1)/IL	THDv - General System	Requirements				Current Harmonics (table 10.3)	IEEE 519
			1.	2.	3.	4.		
6 PULSE ⁽¹⁾	13 %	2,06 %	✓	< 3 %	✓	4,20 %	✓	< limits ✓ OK
	16 %	2,41 %	✓	< 3 %	✓	4,93 %	✓	> limits X
	27 %	3,88 %	✓	< 3 %	✓	7,97 %	X	> limits X
	36 %	4,92 %	✓	> 3 %	X	10,14 %	X	> limits X
	37 %	5,11 %	X	> 3 %	X	10,53 %	X	> limits X
12 PULSE ⁽²⁾	65 %	4,11 %	✓	< 3 %	✓	3,88 %	✓	< limits ✓ OK
	79 %	4,60 %	✓	< 3 %	✓	4,30 %	✓	> limits X
	92 %	5,00 %	✓	> 3 %	X	4,63 %	✓	> limits X
	99 %	5,16 %	X	> 3 %	X	4,75 %	✓	> limits X
18 PULSE ⁽³⁾	100 %	2,25 %	✓	< 3 %	✓	1,29 %	✓	< limits ✓ OK

(1) 6-pulse plus a 4% ac line reactance.

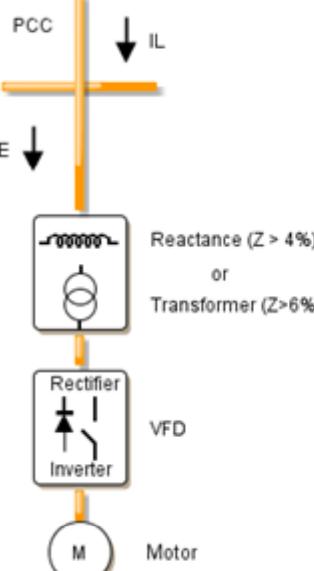
(2) 12-pulse rectifier plus a phase-shifting transformer ($Z = 6\%$)

(3) 18-pulse rectifier plus a phase-shifting transformer ($Z = 6\%$)



Harmonic Calculator WEG
V1.00

Copyright(C) 2009 WEG. All rights reserved.

SOURCE / TRANSFORMER


Voltage at PCC (rms)
 Volts

VFD Rectifier

- 6 pulse
- 12 pulse
- 18 pulse

Motor

Motor Voltage (rms)
 Volts

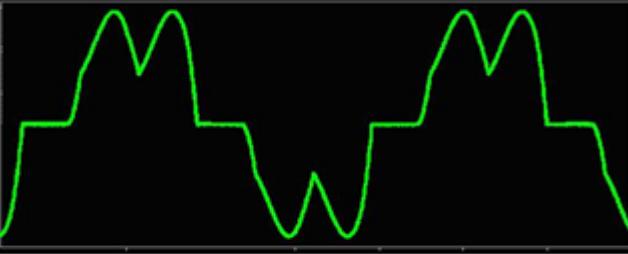
Motor Rated Current (rms)
 Amp

Motor Power
 kW

Graphs (PCC)

[Current Harmonics](#) [Voltage Harmonics](#)

le (Estimated Waveform)



Case Study: Company Name

Estimated Results

IEEE-519	% LOAD	5,63	%
	le(1)	406,1	Amp
	le RMS	425,1	Amp
	IL	5773,5	Amp
	THDi	33,85	%
	TDD	2,38	%
	THDv	0,58	%
	Isc / IL	25,0	

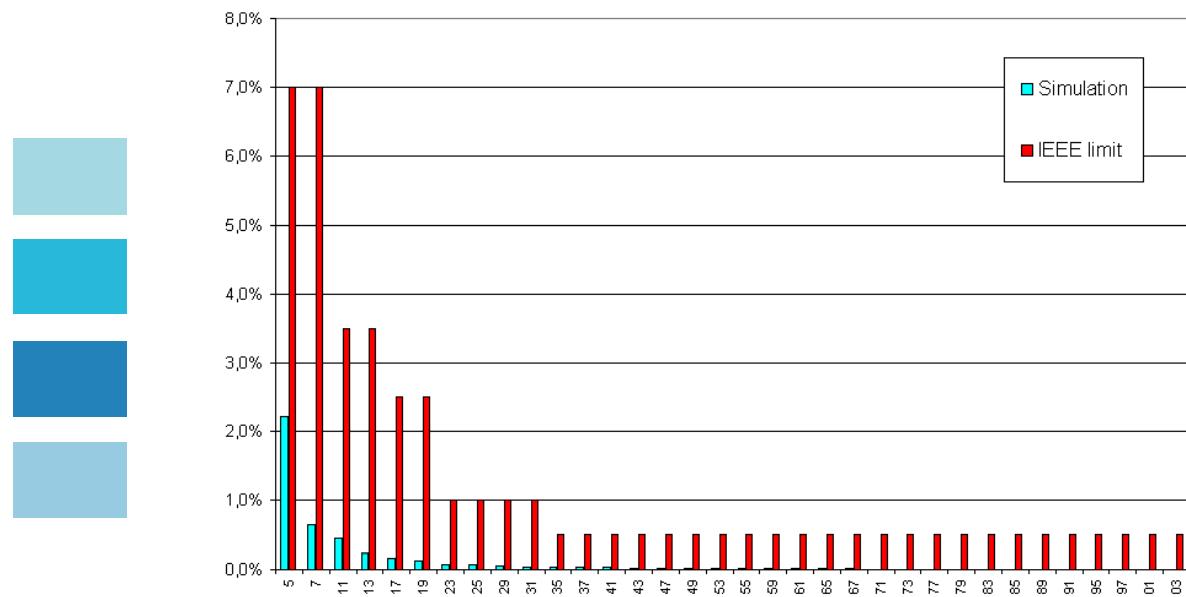
[See Report \(Portuguese\)](#) [See Report \(English\)](#)

Simulación: VFD de 450A con Inductancia CC en el link DC, 400Vca.

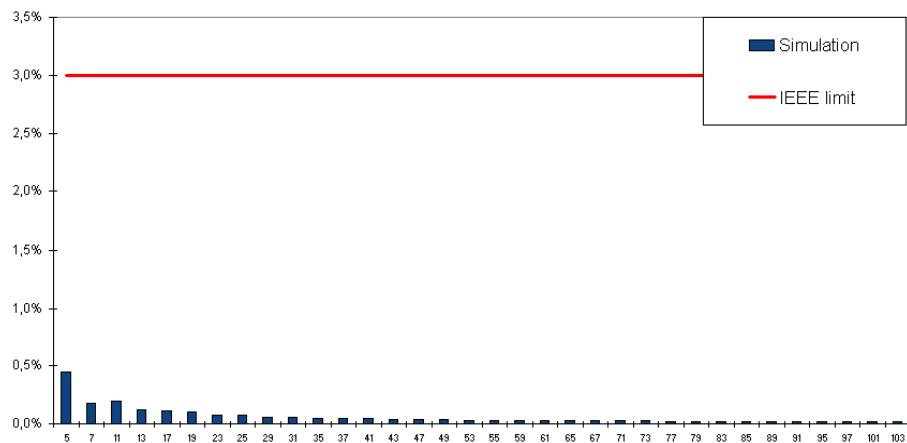
THD(v) = 0,58%

THD(i) = 33,85%

Individual Current Harmonics in Percent of IL



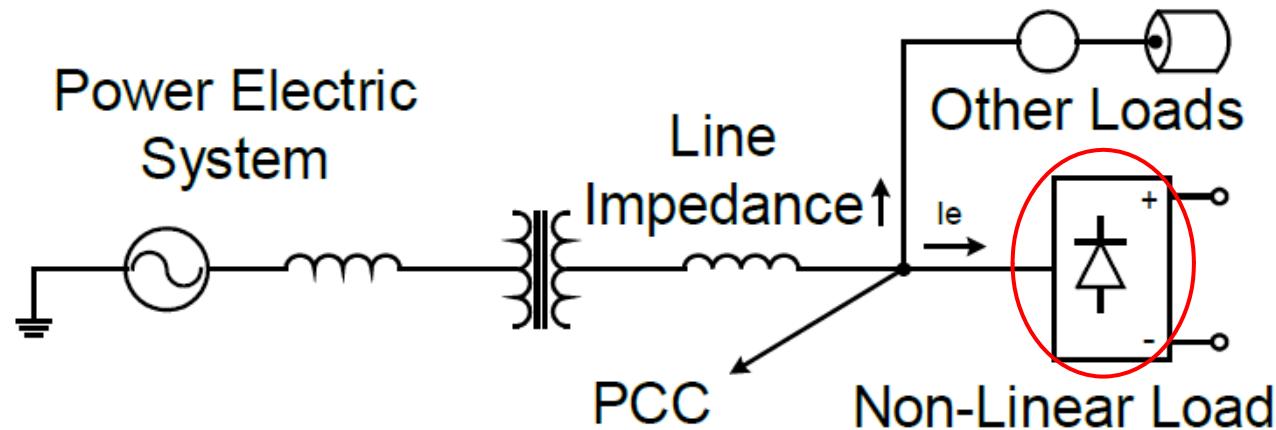
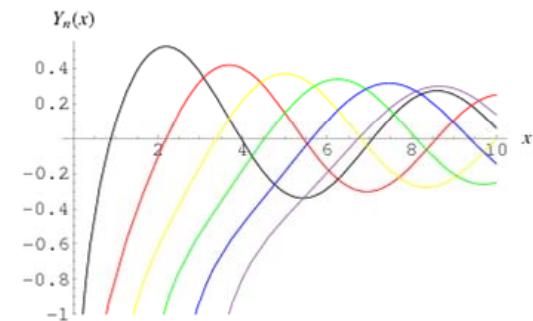
Individual Voltage Harmonics in Percent of the PCC voltage



□ Regulaciones

➤ IEC-61000

- Análisis en generador de armónicos

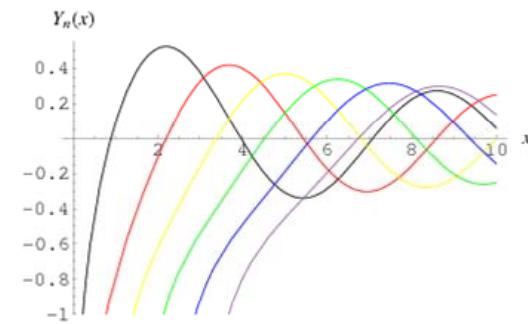


Picture 2 - Diagram of the simulated system.

□ Regulaciones

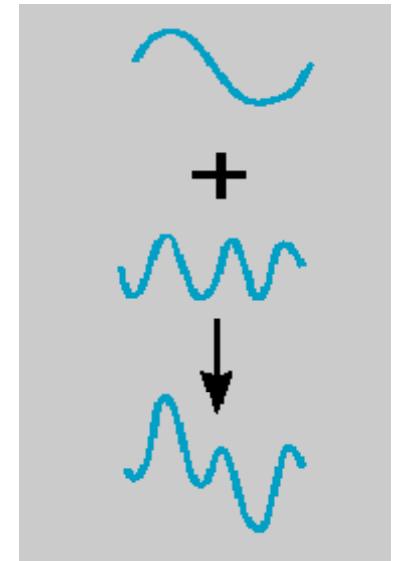
➤ IEC-61000

- Análisis en producto
- IEC 61000-3-2
- IEC 61000-3-12
- IEC 61000-3-4
- IEC 61800-3



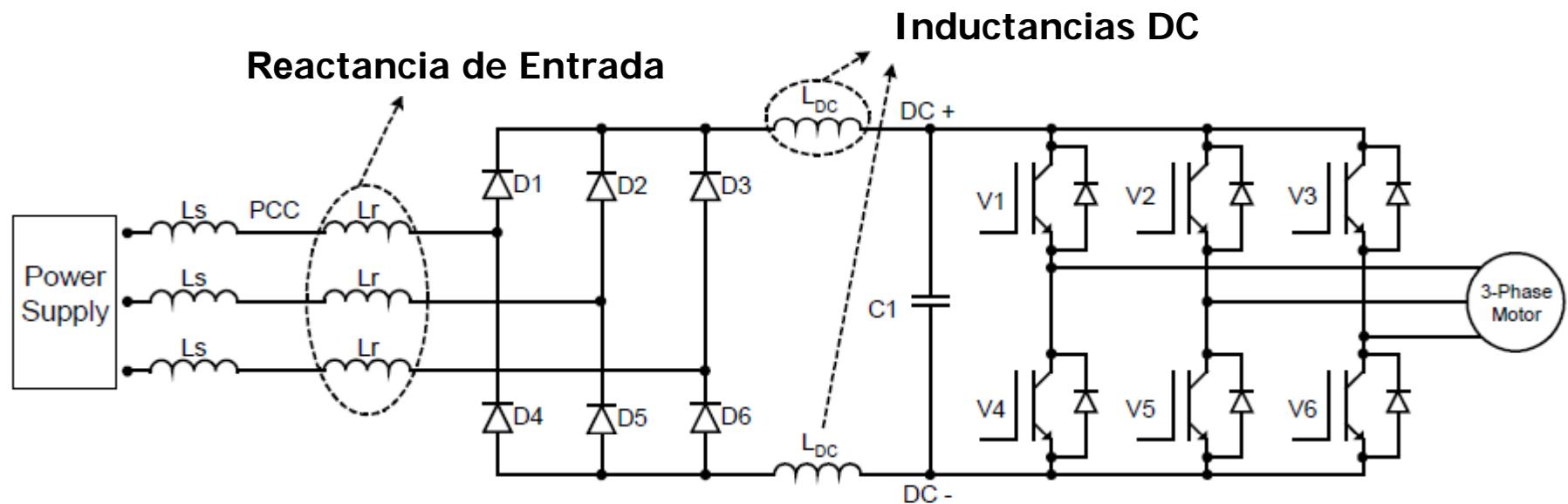
□ Soluciones de bajo nivel de armónicos

- Introducción
- Regulaciones
- Tipos de soluciones:
 - Reactancia de Entrada / Inductancias en bus DC
 - Rectificador Multipulsos
 - Filtro Pasivo
 - Filtro Activo
 - Rectificador Activo con IGBT's (AFE)
- Conclusiones



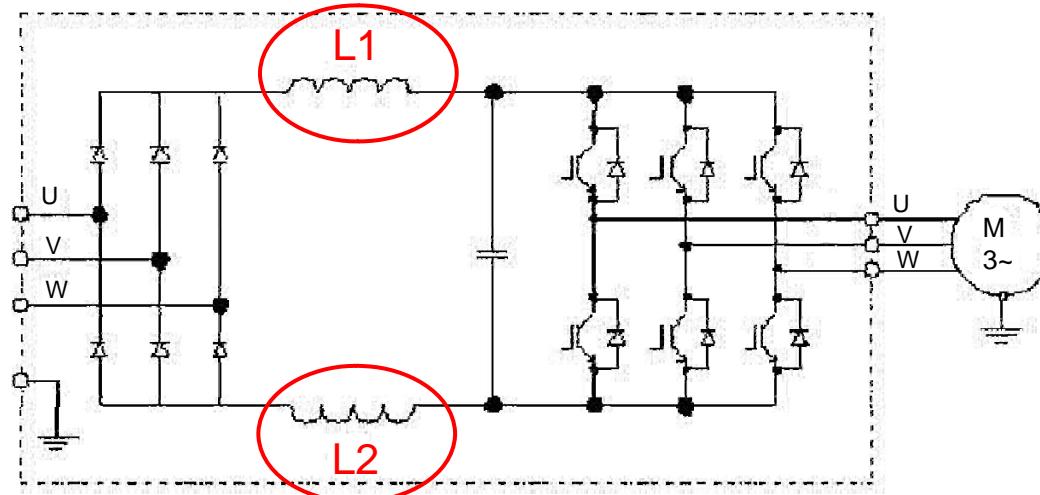
□ Reactancia de Entrada / Inductancias en bus DC

- Prácticamente la misma eficiencia
- Sin caída de tensión (Inductancias DC)
- Reducción Ief. en diodos del rectificador
- Reducción de incidencias por bloqueo por sub y sobretensión en link DC



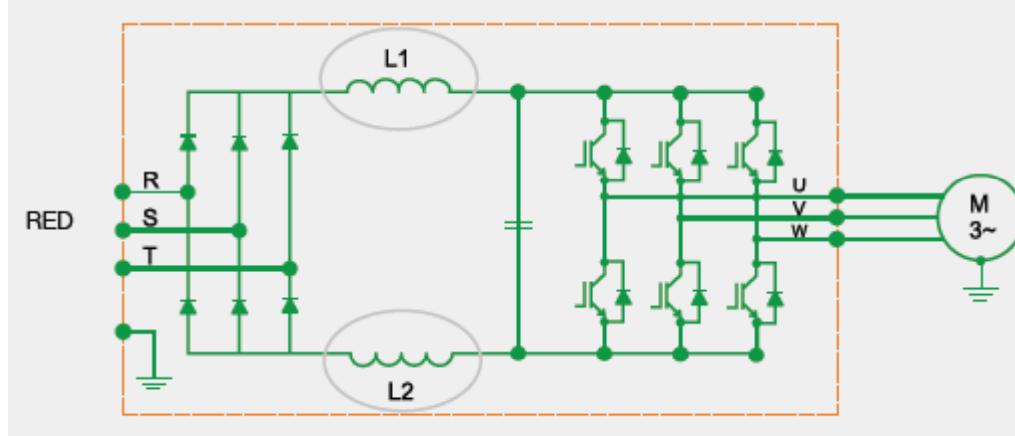
□ Inductancias en bus DC

- Según normativa IEC61000-3-2 e IEC61000-3-12.
- Doble inductancia en bus DC.



□ Inductancias en bus DC

- Corriente más constante en Bus DC
- Aumenta la vida útil del equipo
- Reduce significativamente 5º y 7º armónico



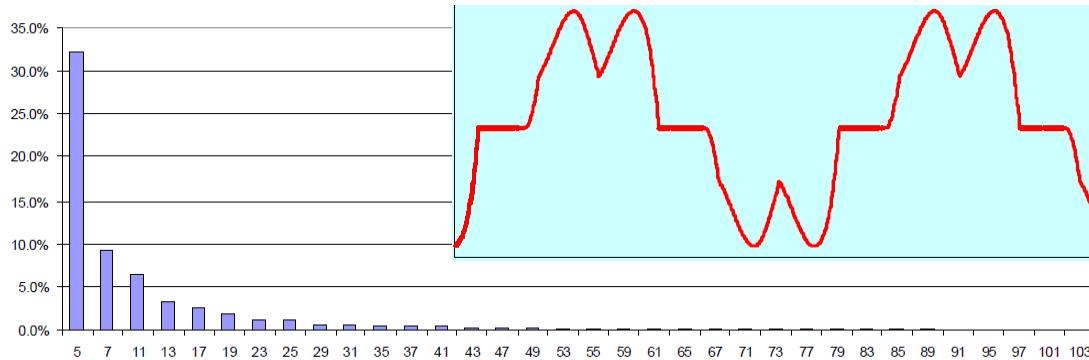
□ Inductancias en bus DC

- Corriente más constante en Bus DC
- Aumenta la vida útil del equipo
- Reduce significativamente 5º y 7º armónico
- **Los Convertidores tipo CFW700 y CFW11 incorporan de forma estándar 2 Inductancias DC**

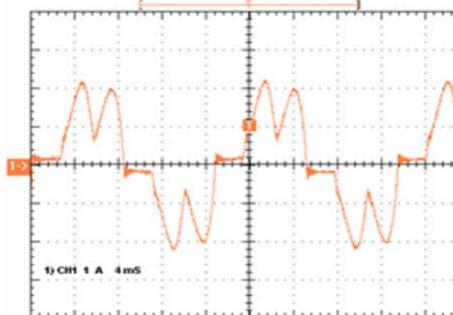
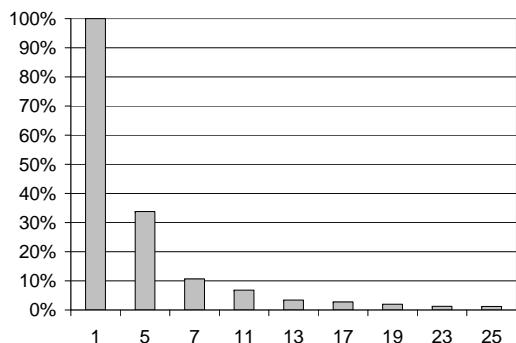


□ Inductancias en bus DC

- Forma de onda de la corriente de entrada



Corriente de línea /Características Armónicos – Simulación con Software

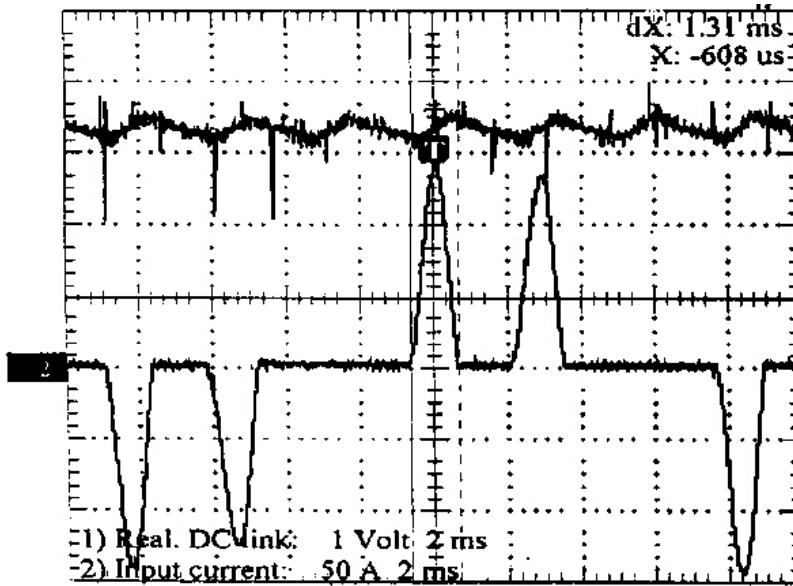


Corriente de línea /Características Armónicos – Medida real

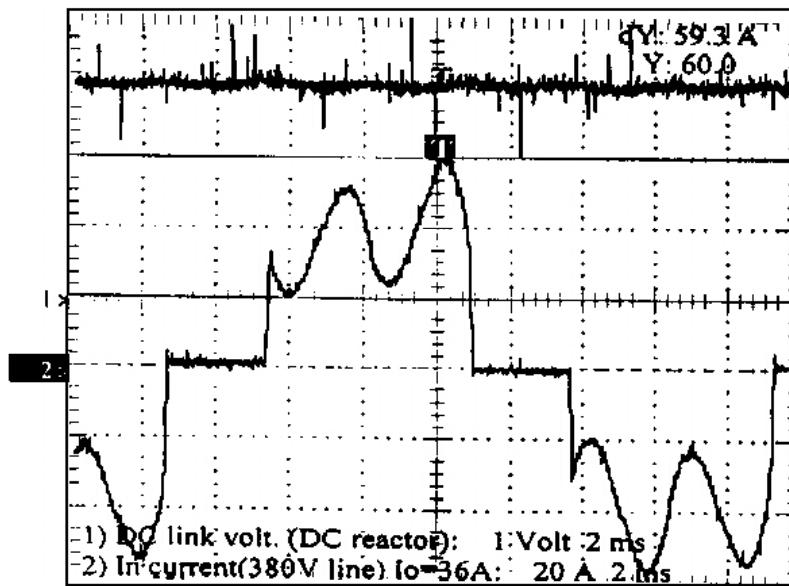
□ Inductancias en bus DC

- Forma de onda de la corriente de entrada y de la tensión en link DC

Sin inductancia DC

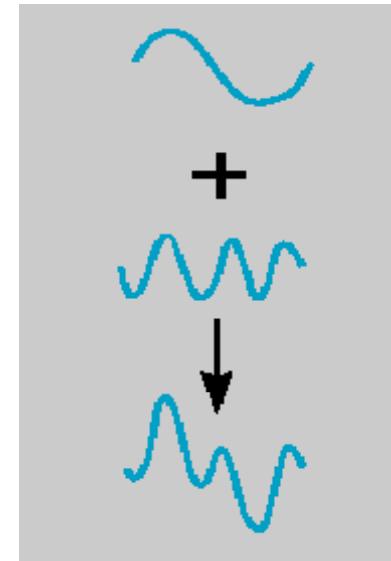


Con inductancia DC



□ Soluciones de bajo nivel de armónicos

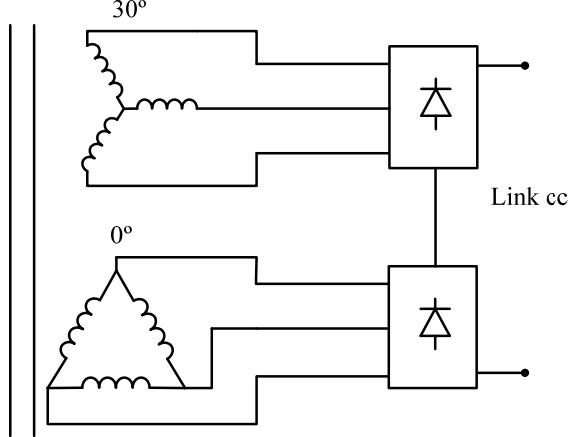
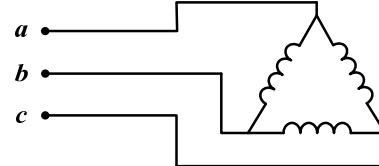
- Introducción
- Regulaciones
- Tipos de soluciones:
 - Reactancia de Entrada / Inductancias en bus DC
 - Rectificador Multipulsos
 - Filtro Pasivo
 - Filtro Activo
 - Rectificador Activo con IGBT's (AFE)
- Conclusiones



□ Multipulsos (12 pulsos)

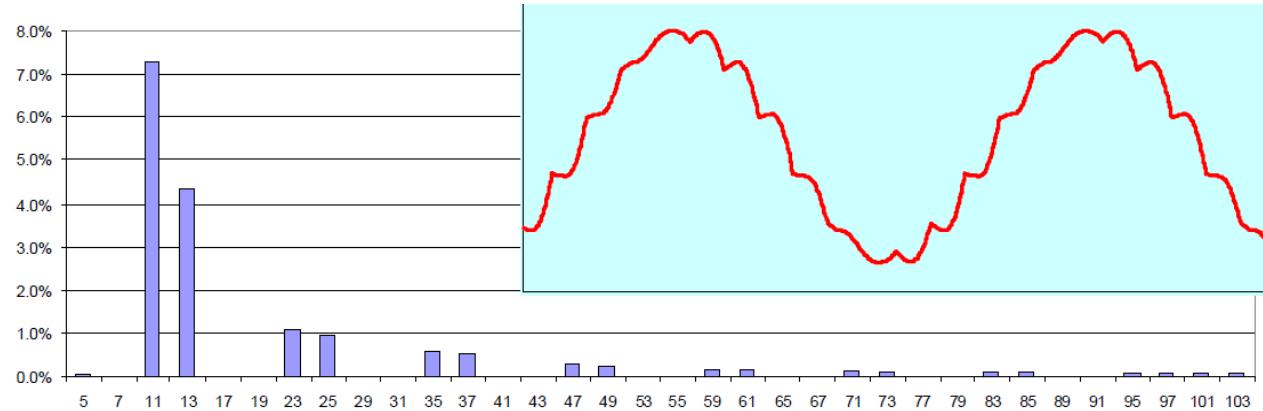


- 2 Puentes 6 pulsos en paralelo.
- 1 Transformador con 2 secundarios desfasados 30°



$$12.N \pm 1 = 11^\circ, 13^\circ, 23^\circ, 25^\circ, 35^\circ, 37^\circ$$

THD(i) 12P: 8,5% a 12%

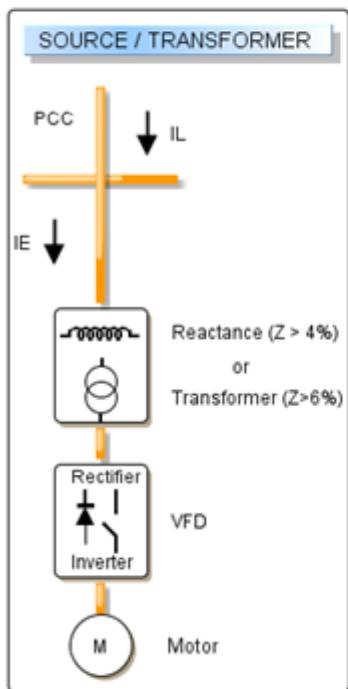


Simulación software



Harmonic Calculator WEG V1.00

Copyright(C) 2009 WEG. All rights reserved.



POWER :	5	MVA
Z :	5	%
DEMAND:	4000	kVA

Isc:	144,3	kA
IL:	5773,5	Amp

Voltage at PCC (rms)

400 V Volts

VFD Rectifier

6 pulse
 12 pulse
 18 pulse

Motor

Motor Voltage (rms)
400 V Volts

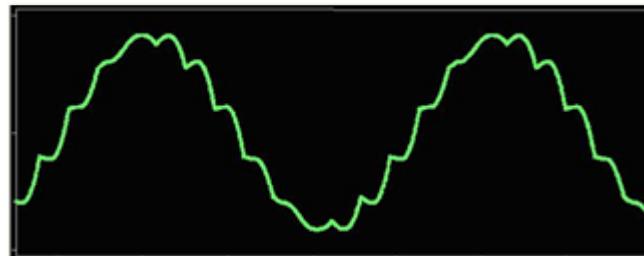
Motor Rated Current (rms)
450,0 Amp

Motor Power
268,1 kW

Graphs (PCC)

Current Harmonics Voltage Harmonics

le (Estimated Waveform)



Case Study:

Company Name

Estimated Results

% LOAD	5,63	%
le(1)	406,1	Amp
le RMS	410,7	Amp
IL	5773,5	Amp
IEEE-519	8,50	%
TDD	0,60	%
THDv	0,31	%
Isc / IL	25,0	

**See Report
(Portuguese)**

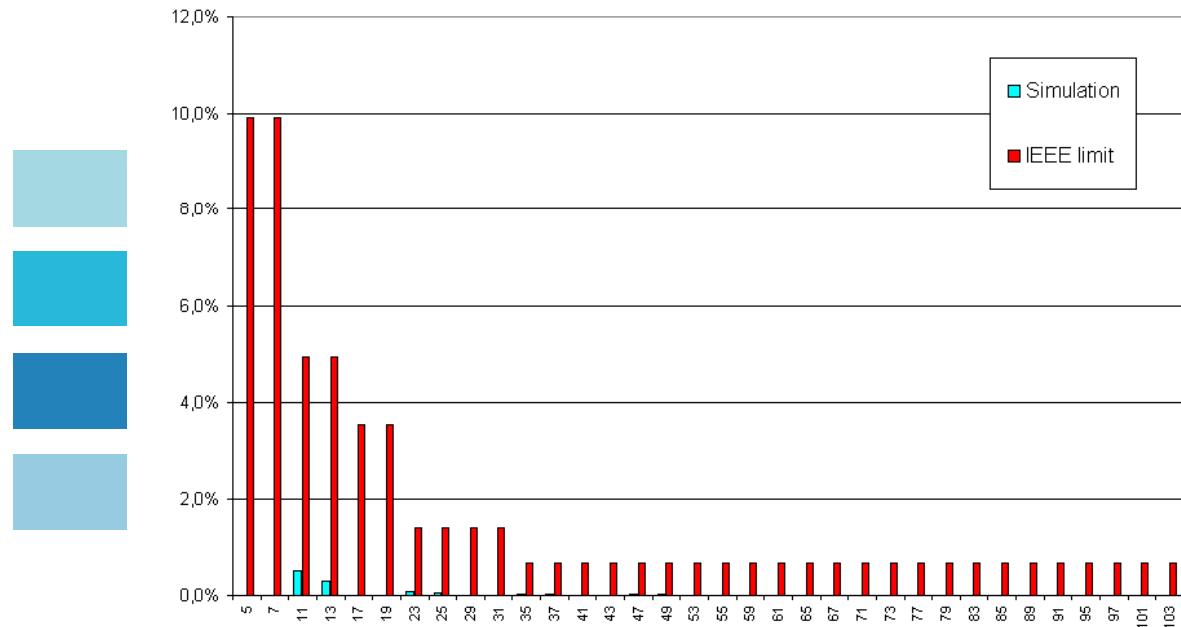
**See Report
(English)**

Simulación: VFD de 450A con Inductancia CC en el link DC + 12 pulsos, 400Vca.

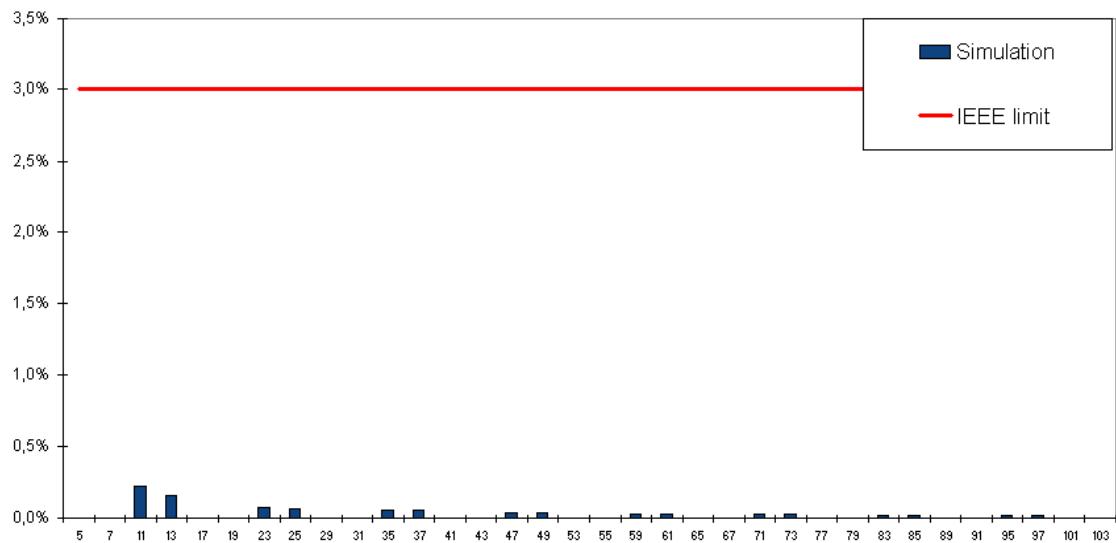
THD(v) = 0,31%

THD(i) = 8,5%

Individual Current Harmonics in Percent of IL

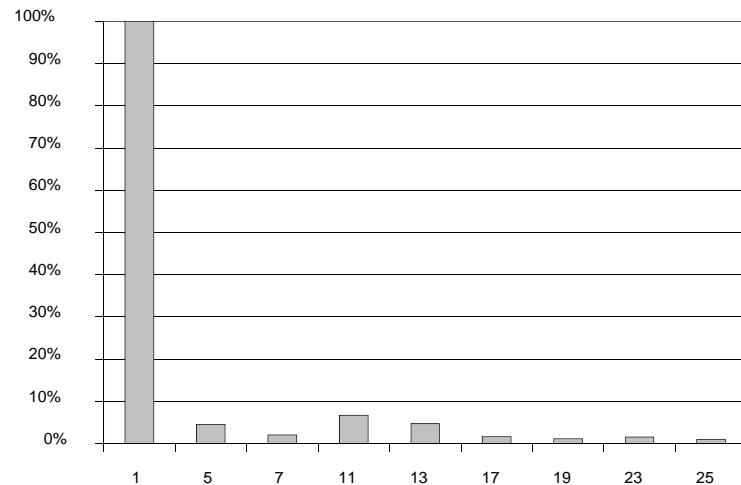


Individual Voltage Harmonics in Percent of the PCC voltage

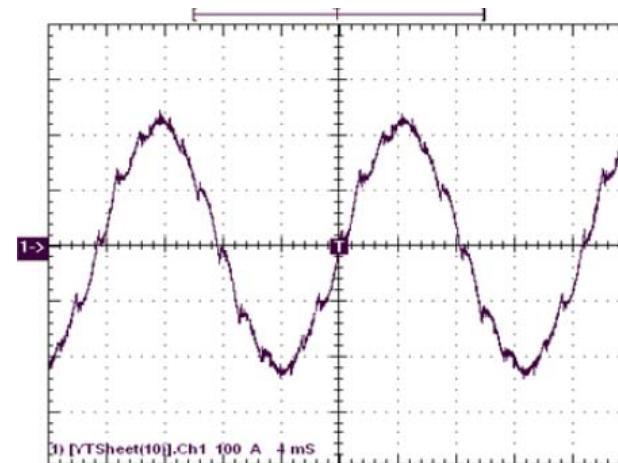


Multipulsos (12 pulsos)

- Medición real



Contenido armónico de la corriente de línea. $\text{THD}(i) = 8,6\% - \text{FP} = 0,98$



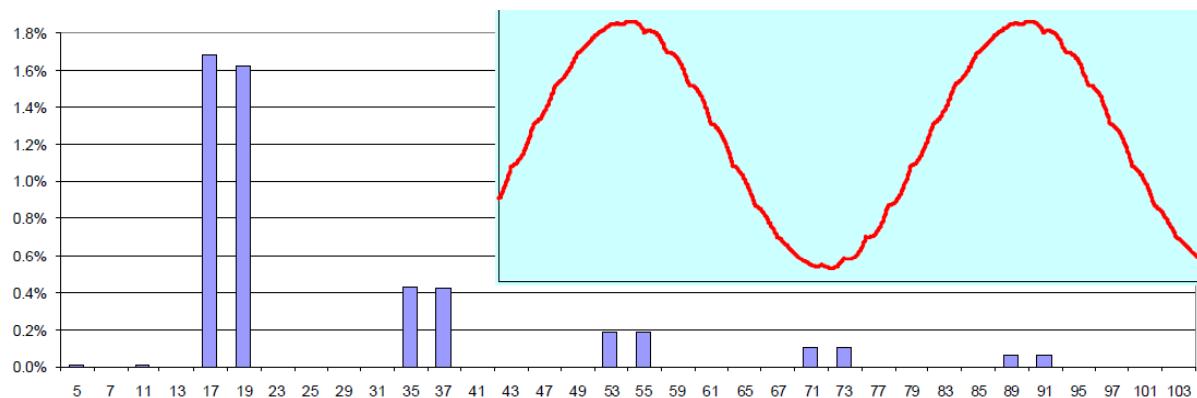
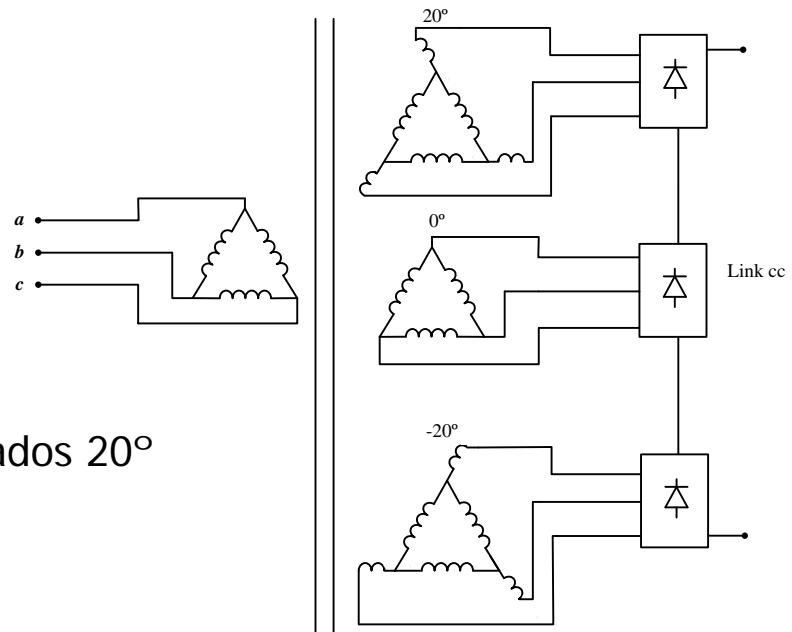
Forma de onda de la corriente de línea.

□ Multipulsos (18 pulsos)

- 3 Puentes 6 pulsos en paralelo.
- 1 Transformador con 3 secundarios desfasados 20°

$$18.N \pm 1 = 17^\circ, 19^\circ, 35^\circ, 37^\circ, 53^\circ, 55^\circ$$

THD(i) 18P: 4,5%

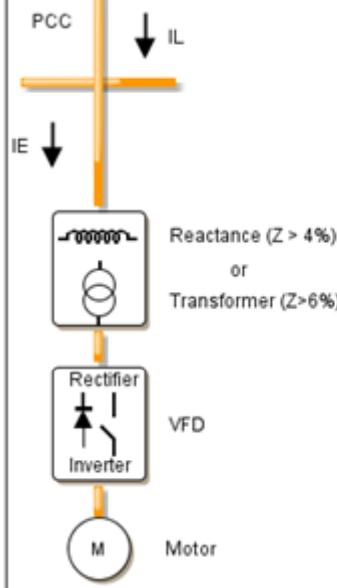


Simulación software



Harmonic Calculator WEG
V1.00

Copyright(C) 2009 WEG. All rights reserved.

SOURCE / TRANSFORMER


Reactance ($Z > 4\%$) or Transformer ($Z > 6\%$)

Voltage at PCC (rms)
 Volts

VFD Rectifier

- 6 pulse
- 12 pulse
- 18 pulse

Motor

Motor Voltage (rms)
 Volts

Motor Rated Current (rms)
 Amp

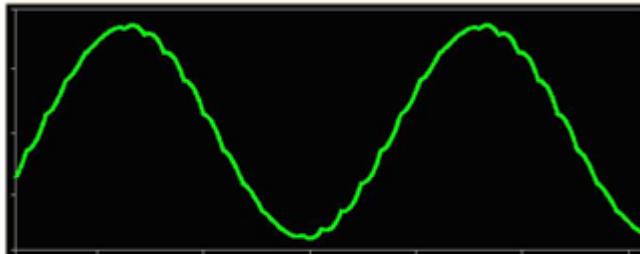
Motor Power
 kW

POWER :	5	MVA
Z :	5	%
DEMAND:	4000	kVA

Isc:	144,3	kA
IL:	5773,5	Amp

Graphs (PCC)
[Current Harmonics](#)
[Voltage Harmonics](#)

le (Estimated Waveform)



Case Study:
Company Name

Estimated Results

% LOAD	5,63	%
le(1)	406,1	Amp
le RMS	408,1	Amp
IL	5773,5	Amp
IEEE-519		
THDi	2,34	%
TDD	0,16	%
THDv	0,14	%
Isc / IL	25,0	

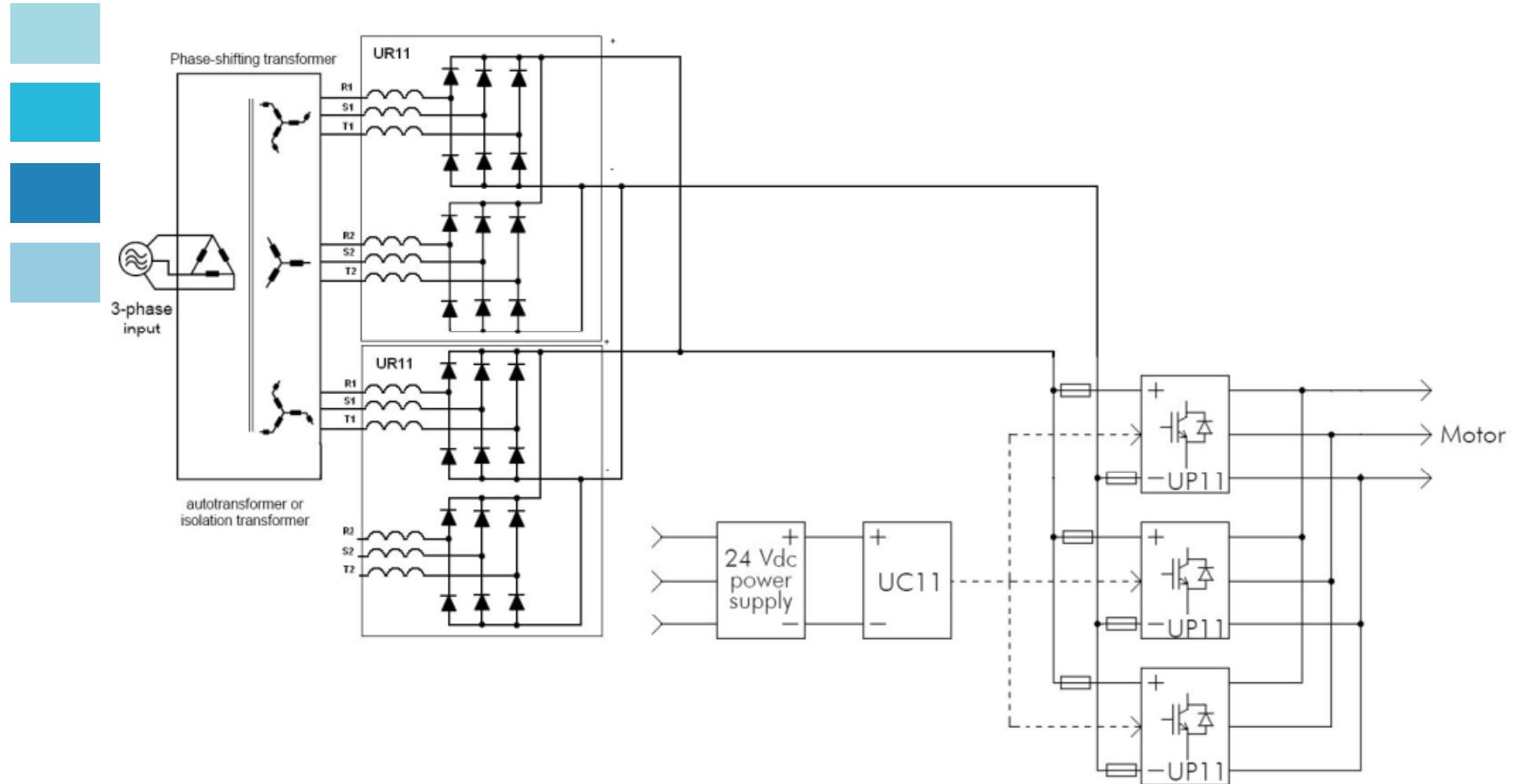
[See Report \(Portuguese\)](#)
[See Report \(English\)](#)

Simulación: VFD de 450A con Inductancia CC en el link DC + 18 pulsos, 400Vca.

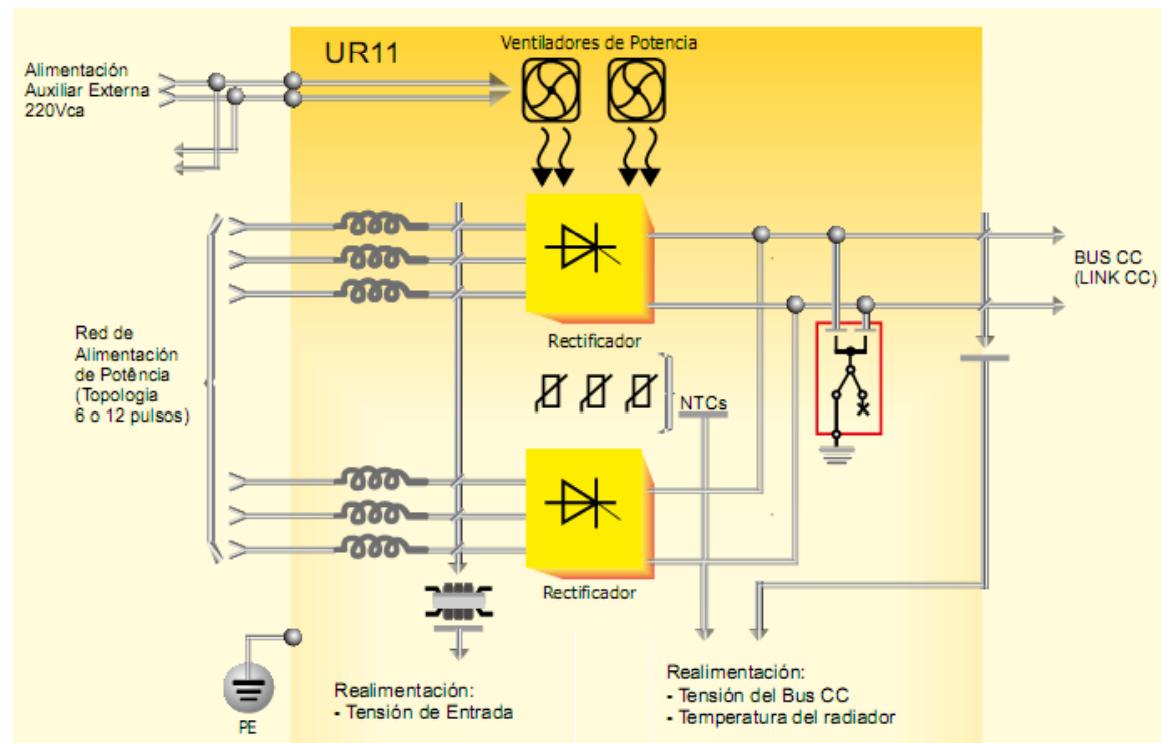
THD(v) = 0,14%

THD(i) = 2,34%

■ CFW11 Modular – Configuraciones del Book Rectificador (12, 18 o 24 pulsos)

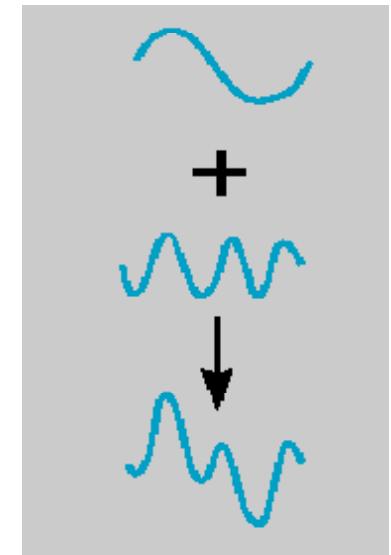


■ Componentes Internos de la UR11 – Book Rectificador



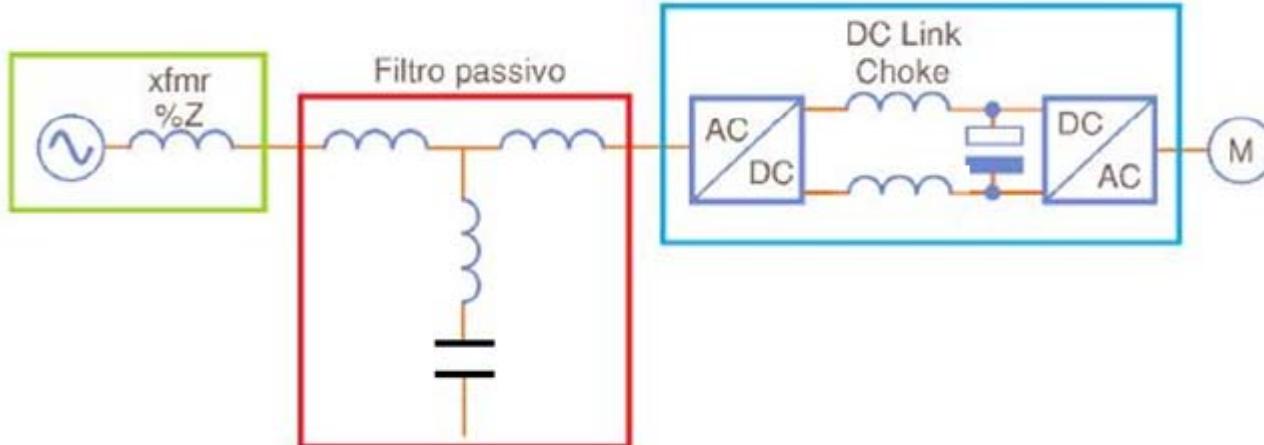
□ Soluciones de bajo nivel de armónicos

- Introducción
- Regulaciones
- Tipos de soluciones:
 - Reactancia de Entrada / Inductancias en bus DC
 - Rectificador Multipulsos
 - **Filtro Pasivo**
 - Filtro Activo
 - Rectificador Activo con IGBT's (AFE)
- Conclusiones



□ Filtro Pasivo

- Combinación reactancias y condensadores
- Sintonización con armónicos a reducir (5° y 7°)

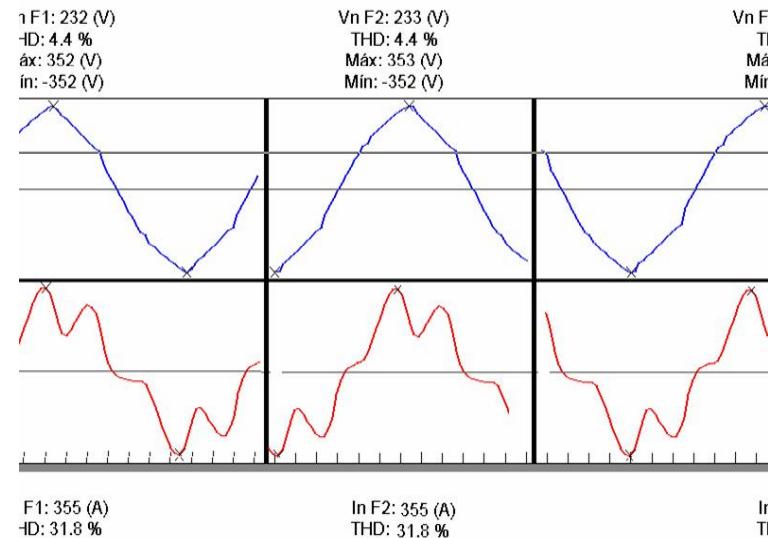


□ Filtro Pasivo



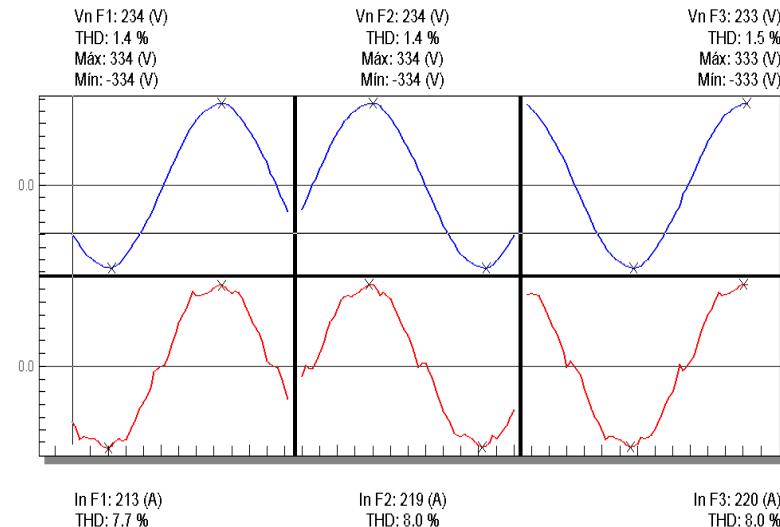
WITHOUT FILTER

FORMA DE ONDA (ccm9tr22.a5i)
21/11/2001 15:48:40



WITH FILTER, 70% OF LOAD

FORMA DE ONDA (TPDCLC.A5I)
19/08/1992 11:22:04

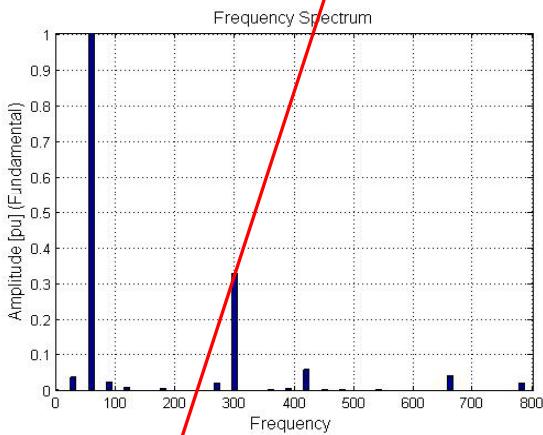
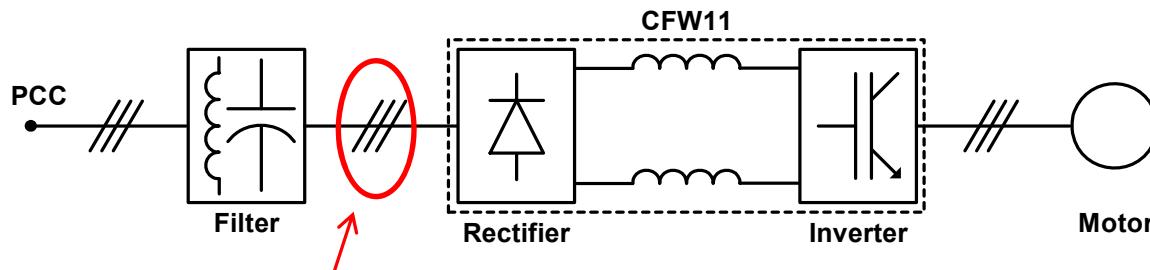


Corriente de línea sin filtro, THD(I)=32%; THD(V)=4,4%

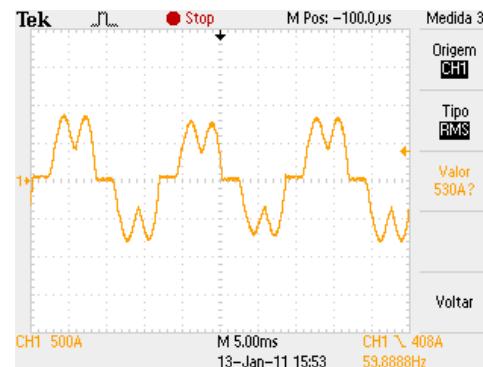
Corriente de línea con filtro, THD(I)=8%; THD(V)=1,4%

☐ Filtro Pasivo WHF (WEG Advanced Harmonic Filter)

- Medición real en la entrada del Convertidor

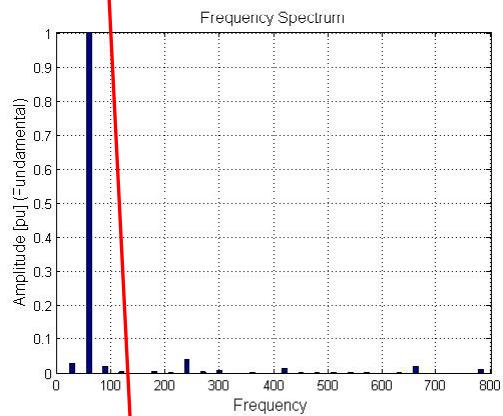
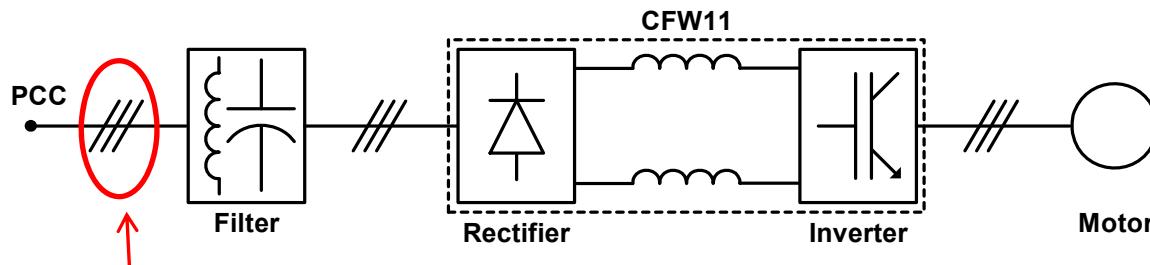


THD(i): 34%

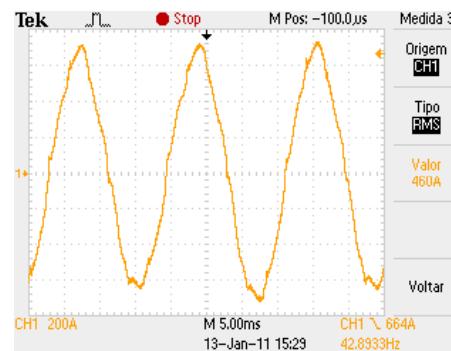


☐ Filtro Pasivo WHF (WEG Advanced Harmonic Filter)

- Medición real en la entrada del Filtro

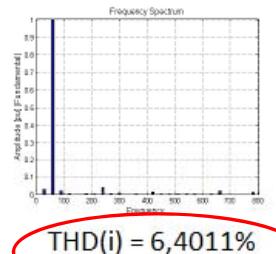
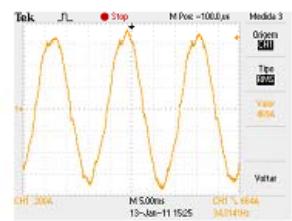


THD(i): 6,4%

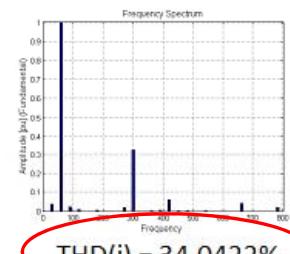
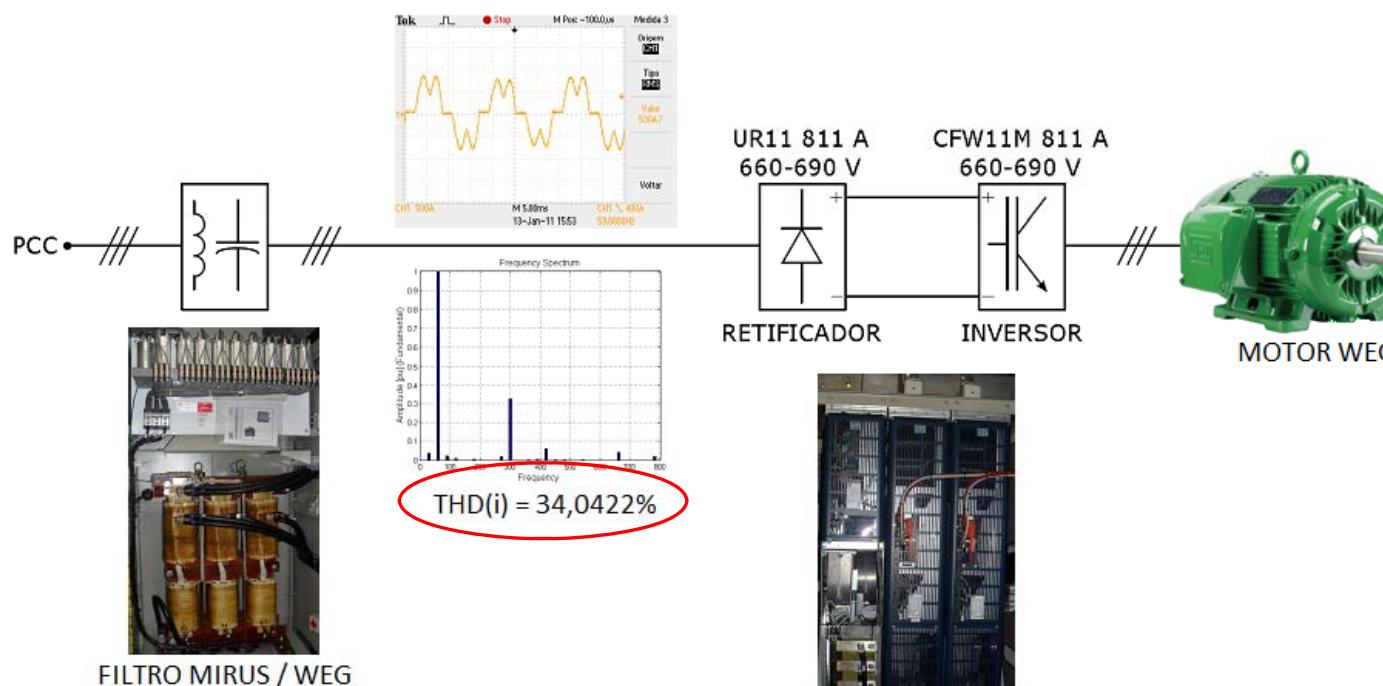


□ Filtro Pasivo WHF (WEG Advanced Harmonic Filter)

- Resultados experimentales con CFW11M de 710kW @ 690VAC + Filtro Pasivo



THD(i) = 6,4011%



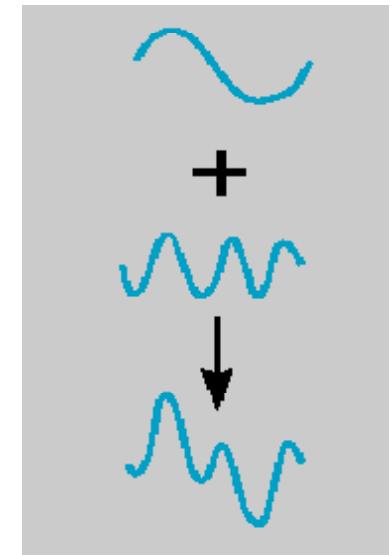
THD(i) = 34,0422%



VARIADOR CFW11
MODULAR WEG

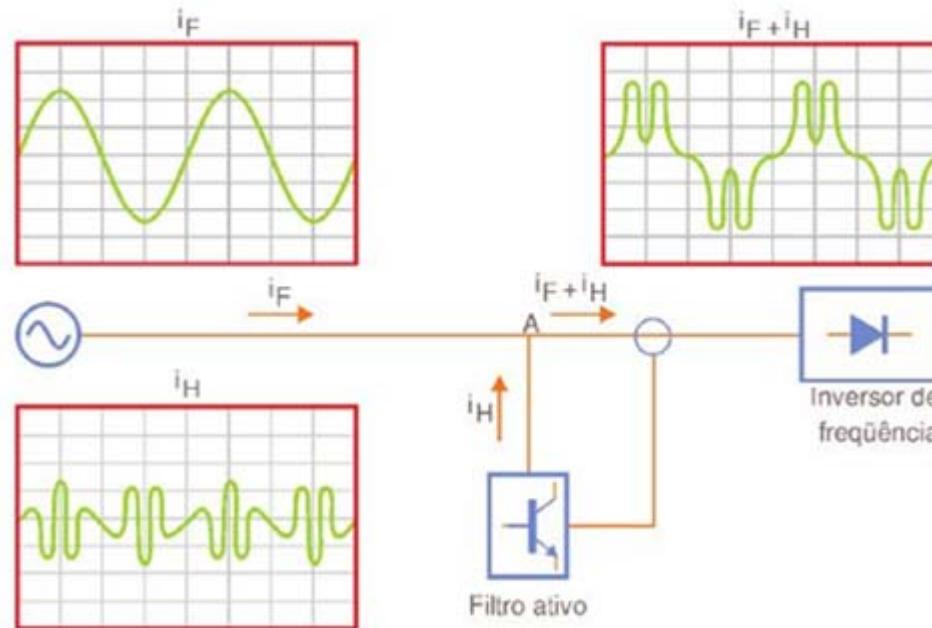
□ Soluciones de bajo nivel de armónicos

- Introducción
- Regulaciones
- Tipos de soluciones:
 - Reactancia de Entrada / Inductancias en bus DC
 - Rectificador Multipulsos
 - Filtro Pasivo
 - **Filtro Activo**
 - Rectificador Activo con IGBT's (AFE)
- Conclusiones



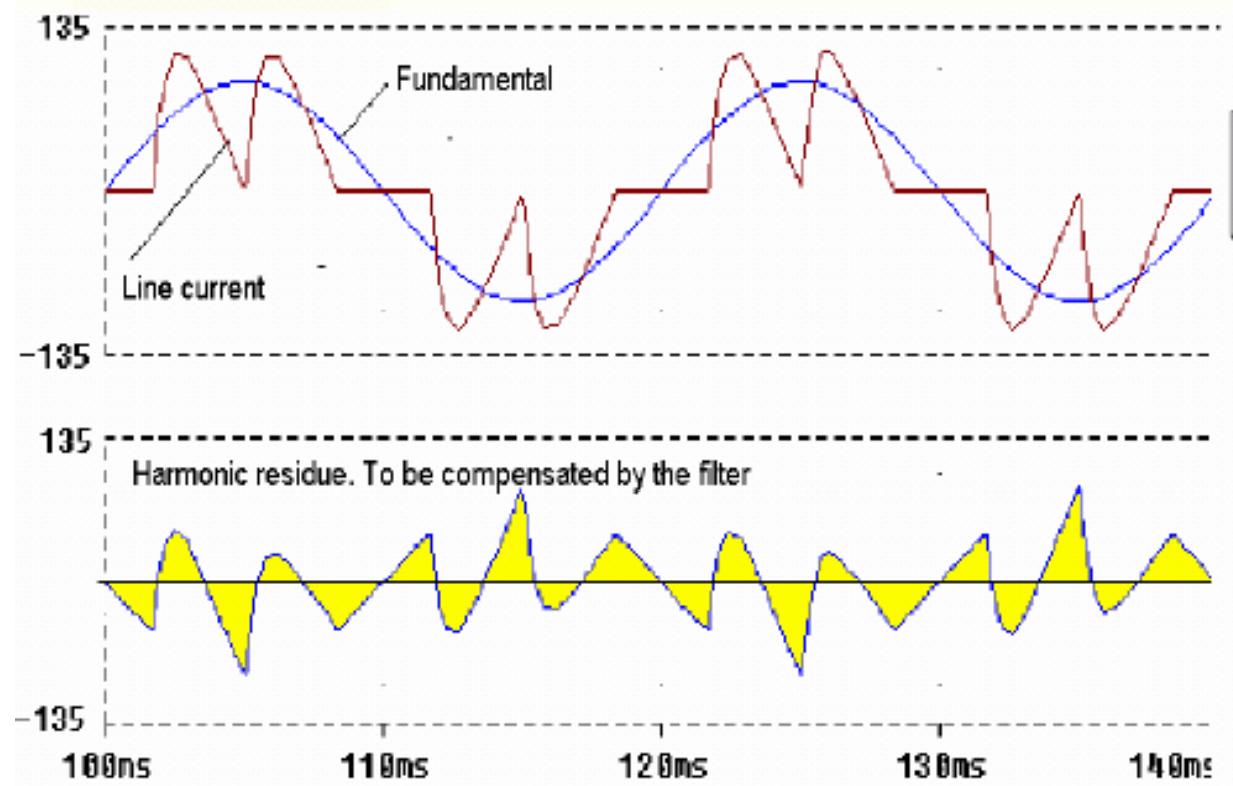
□ Filtro Activo

- Generador de armónicos en sentido inverso
- Análisis en tiempo real
- Conectado en PCC
- Dimensionamiento para nivel de armónicos



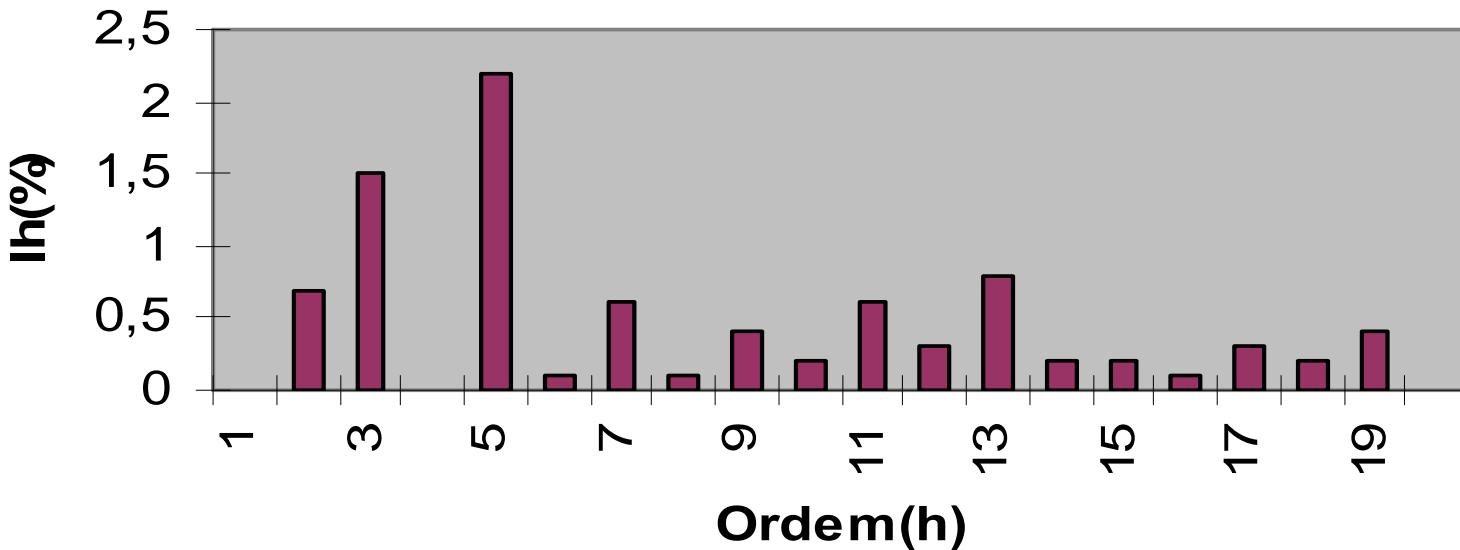
THD(i): < 5%

☐ Filtro Activo



□ Filtro Activo

- Resultados experimentales con Filtro Activo de 130A.



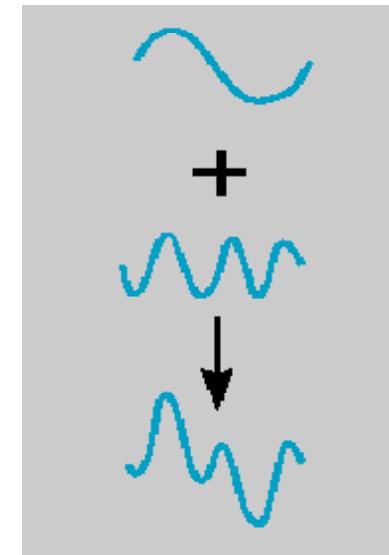
THD(i): 3,7%

□ Filtro Activo

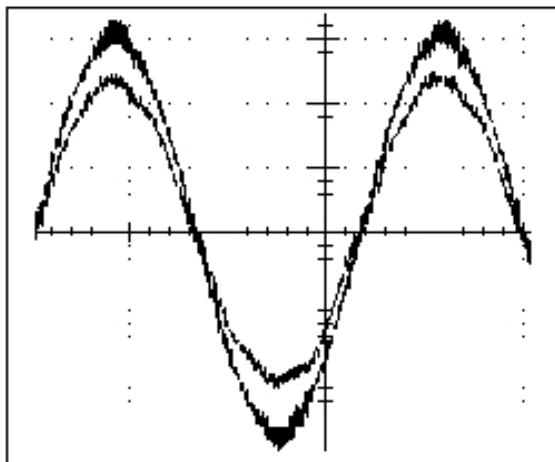
- Solución casi perfecta
- Instalación en generador de armónicos o en PCC.
- Solución en baja carga
- Ningún accesorio especial
- Dimensionamiento solamente para nivel de armónicos
- No interfiere en la tensión del Bus DC

□ Soluciones de bajo nivel de armónicos

- Introducción
- Regulaciones
- Tipos de soluciones:
 - Reactancia de Entrada / Inductancias en bus DC
 - Rectificador Multipulsos
 - Filtro Pasivo
 - Filtro Activo
 - Rectificador Activo con IGBT's (AFE)
- Conclusiones

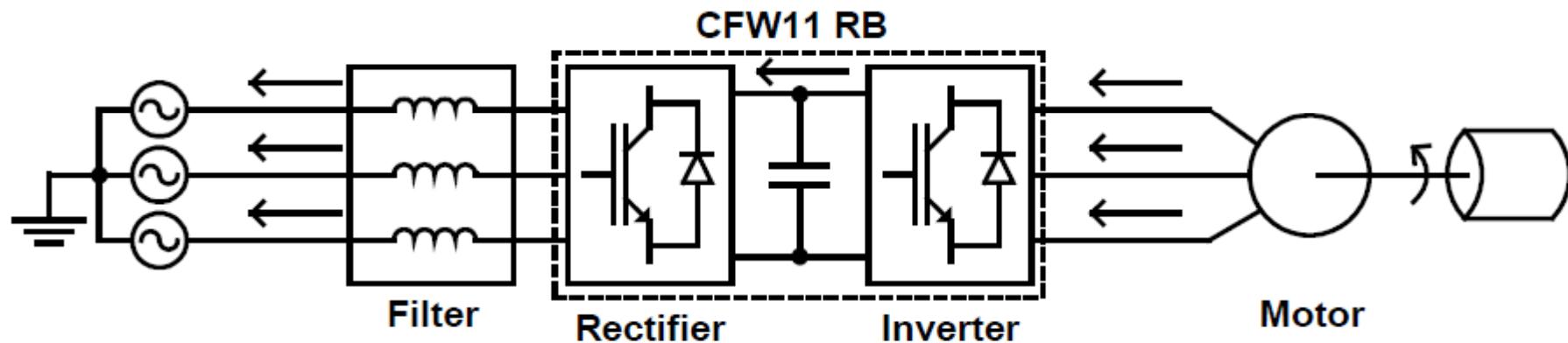


□ Rectificador activo AFE

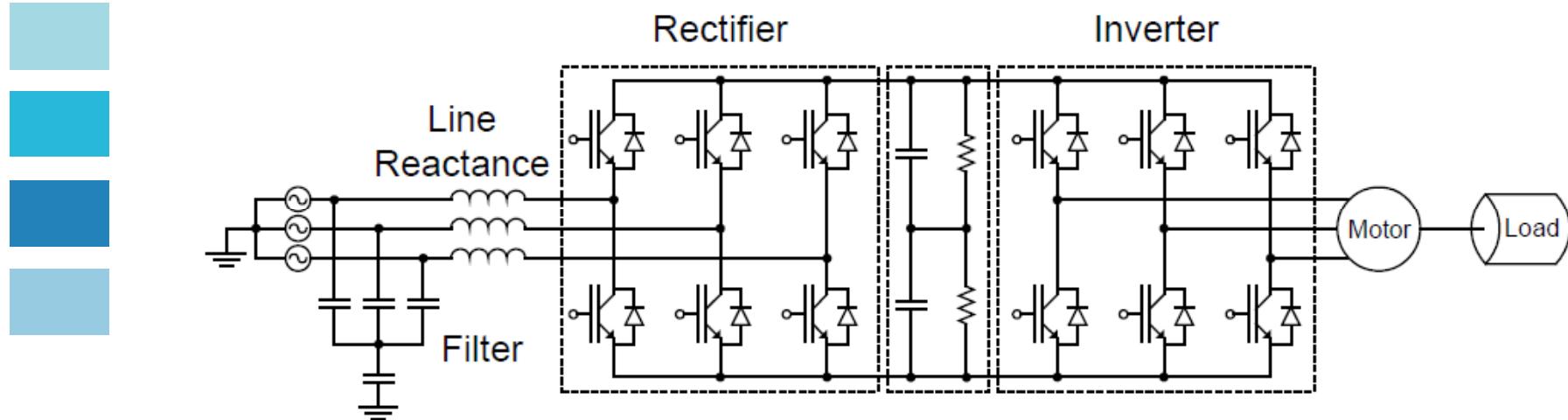


Corriente de la Red

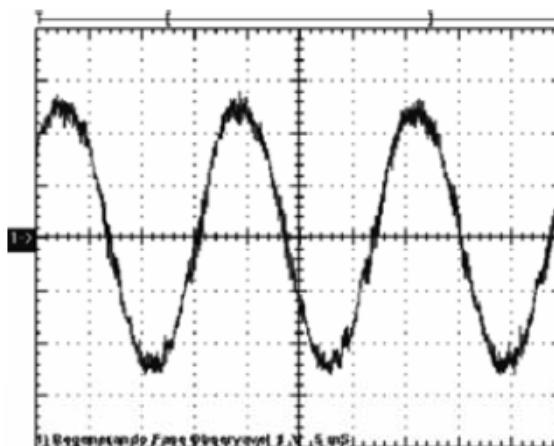
- Los rectificadores de entrada con IGBT´s además de eliminar los armónicos de baja orden de forma eficaz proporciona la regeneración de energía en la red eléctrica.
- Tanto en funcionamiento motor como generador la corriente permanece prácticamente sinusoidal y en fase con la tensión – garantizando baja distorsión de armónicos y FP prácticamente unitario.



□ Rectificador activo AFE

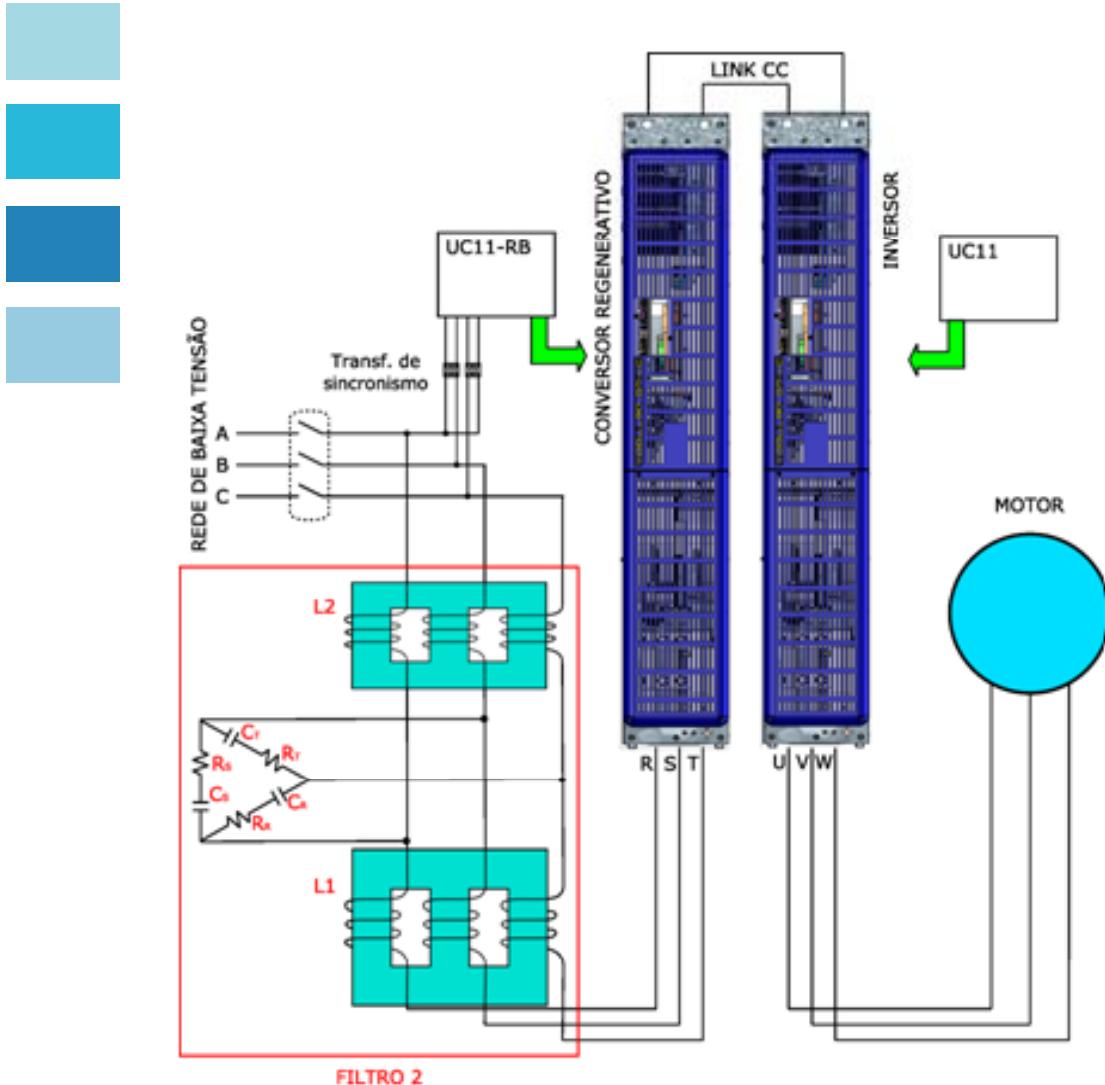


Picture 19 – System with AFE inverter.



Picture 20 – Waveform of measured current at input of an AFE (I_s).

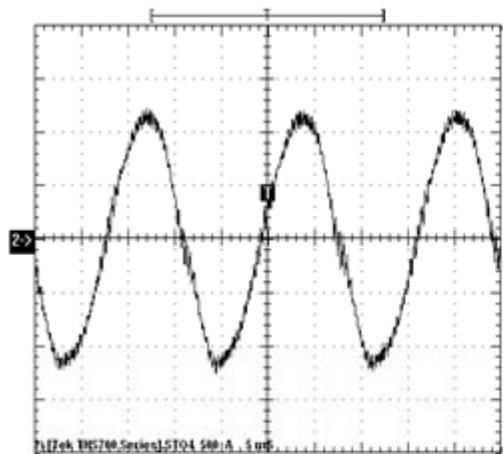
□ Rectificador activo AFE



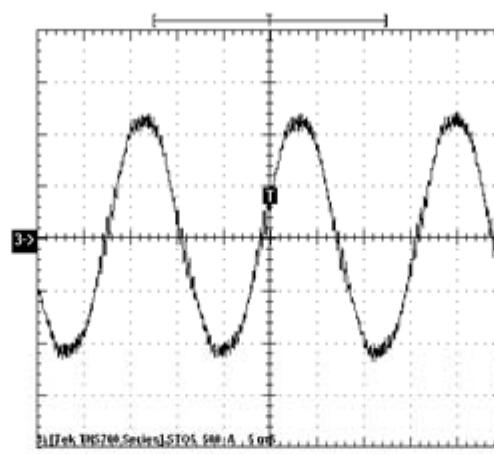
Ventajas del Rectificador Activo con IGBT's (AFE)

- No necesita Transformador especial en la entrada.
- Compacto.
- Alta Eficiencia Energética.
- Número reducido de componentes (alta fiabilidad).
- THD(i) entre 4% y 5% (depende las características del sistema eléctrico).

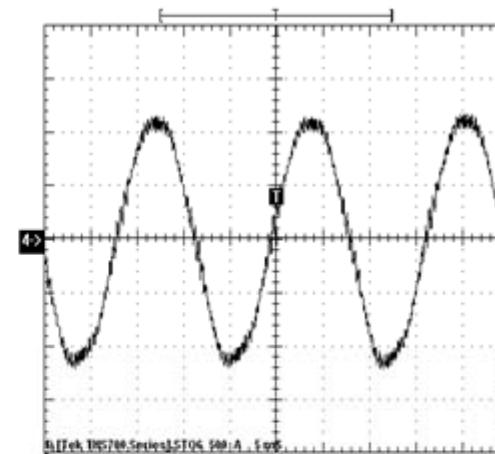
Resultados Experimentales Obtenidos con un CFW11M Regenerativo de 1622A @ 690Vca -> THD(i) = 5%.



FASE S



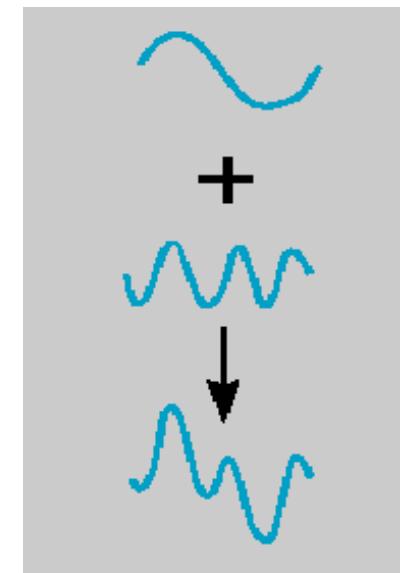
FASE R



FASE T

□ Soluciones de bajo nivel de armónicos

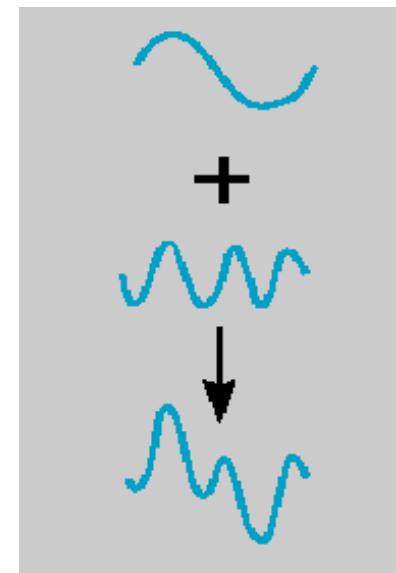
- Introducción
- Regulaciones
- Tipos de soluciones:
 - Reactancia de Entrada / Inductancias en bus DC
 - Rectificador Multipulsos
 - Filtro Pasivo
 - Filtro Activo
 - Rectificador Activo con IGBT's (AFE)
- Conclusiones



□ Conclusiones

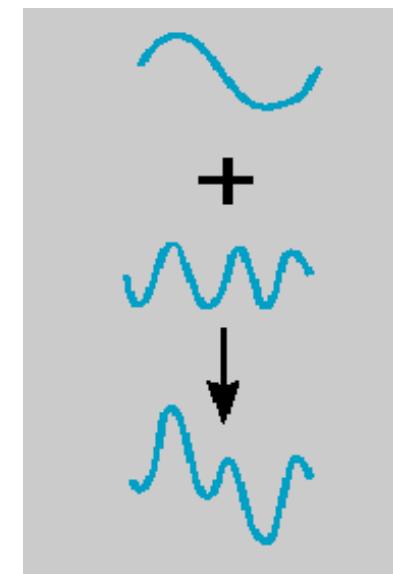
- El nivel de armónicos depende de:
 - La topología del sistema eléctrico
 - Las características de las cargas accionadas
 - La calidad de la energía suministrada

- La eficiencia en la atenuación depende de la solución utilizada:
 - En el generador de armónicos
 - En el PCC
 - Del grado de atenuación requerido



□ Conclusiones

- WEG entiende que el uso de los Convertidores de Frecuencia se irá incrementando en todos los sectores de la industria y en todo el mundo.
- La topología más utilizada es la del puente rectificador de diodos, que genera armónicos de corriente, polucionando la red de alimentación y reduciendo el factor de potencia.
- El nivel de reducción de armónicos THDi en las soluciones WEG es aproximadamente:
 - **Reactancia de Red** → < 35%
 - **Inductancia DC** → < 35%
 - **Rectificador 12 pulsos** → < 12%
 - **Filtro Pasivo** → < 8%
 - **Rectificador 18 pulsos** → < 5%
 - **Filtro Activo** → < 5%
 - **Rectificador AFE** → < 5%

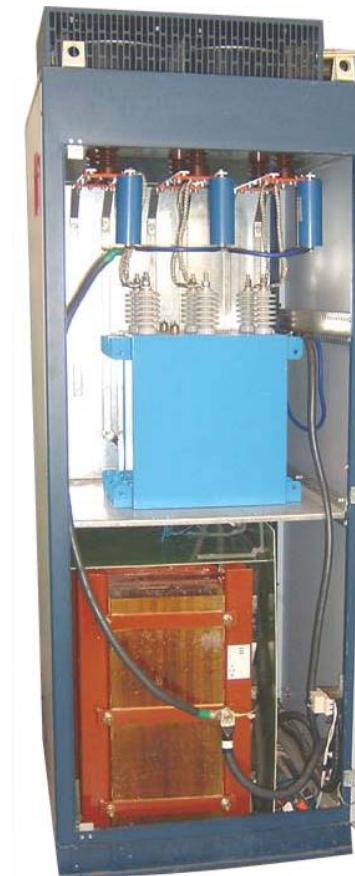
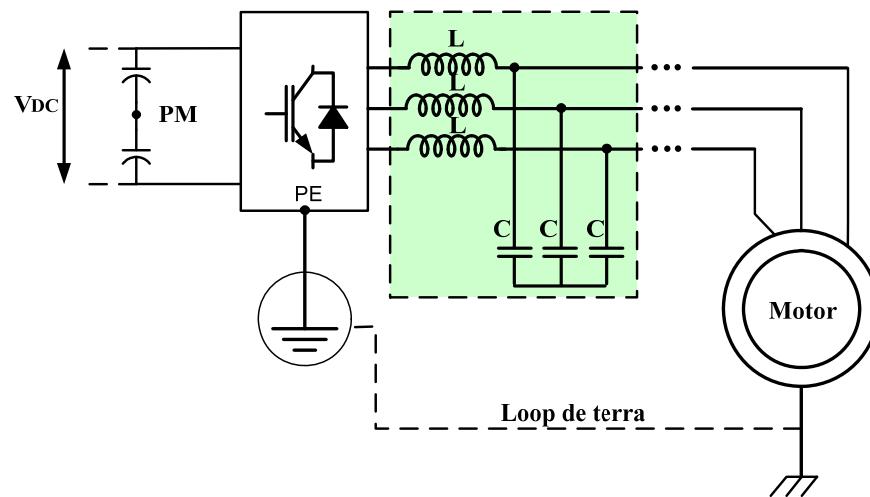


Soluciones dedicadas Test con carga nominal



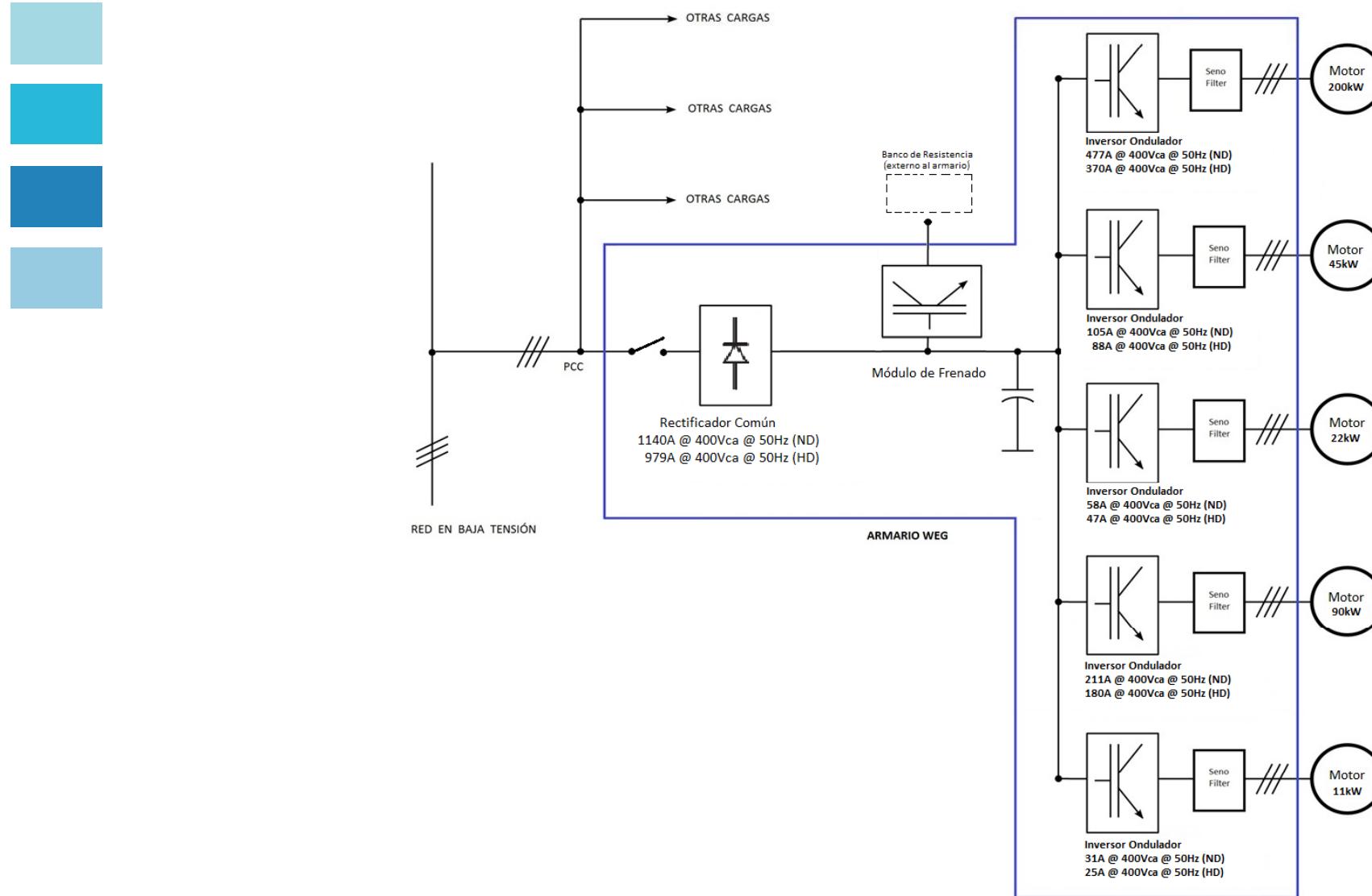
Soluciones dedicadas **Filtro Sinusoidal MT**

Solución WEG para largas distancias (>500mts) entre Convertidor y Motor



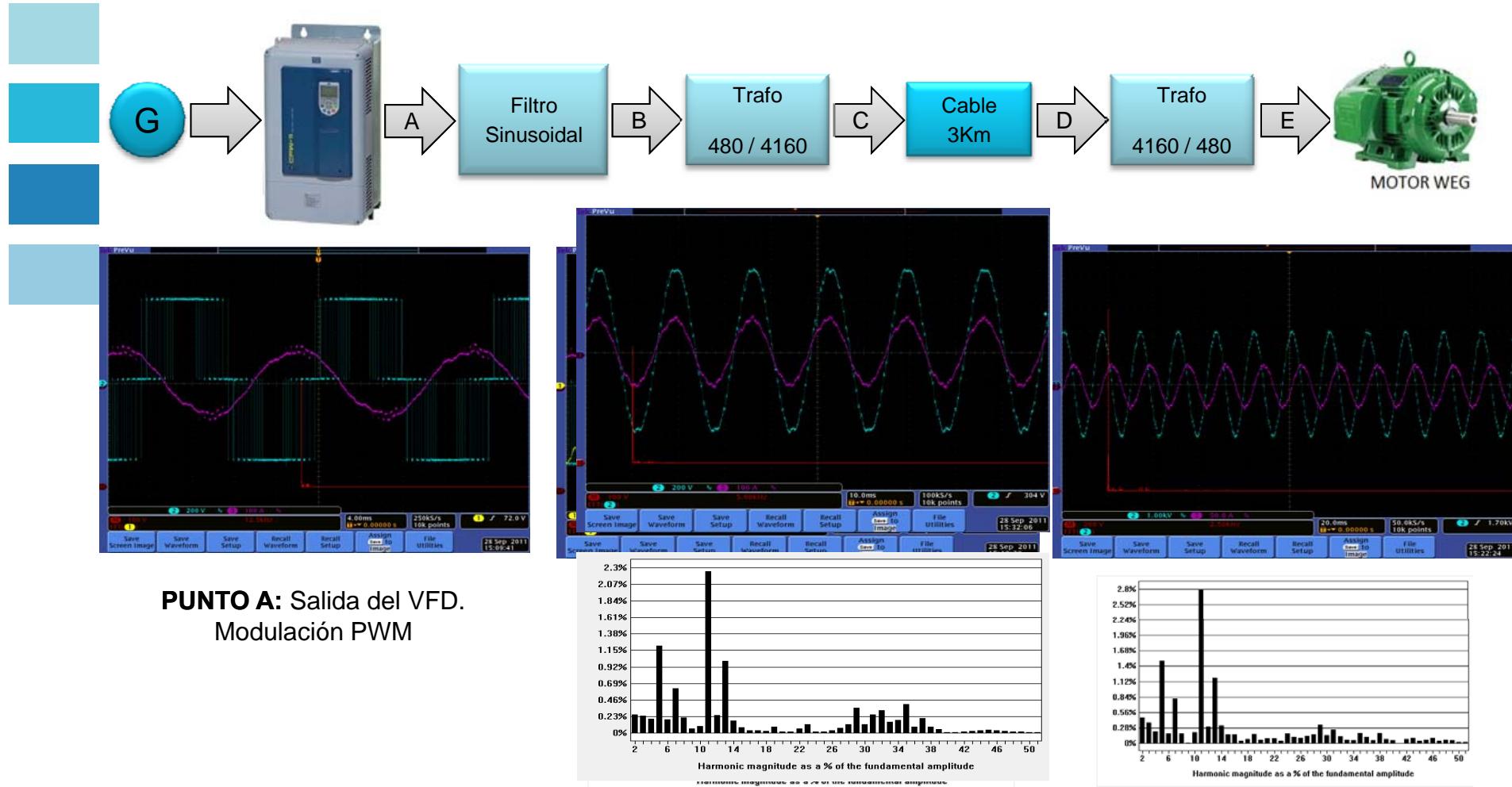
Soluciones dedicadas

Rectificador común + Filtro sinusoidal



Soluciones dedicadas

Convertidor de Frecuencia + Filtro Sin. + Transformador + Cable 3Km + Motor



Punto B: Salida del VFD
bajo el lado de
baja tensión de THDi = 4,65%
THDi = 2,987%

Punto D: Final del cable 3 km.
THDi = 3,66%

Muchas gracias

