

# AUTOMATIZACIÓN

Soluciones WEG para mitigación de armónicas en aplicaciones con convertidores



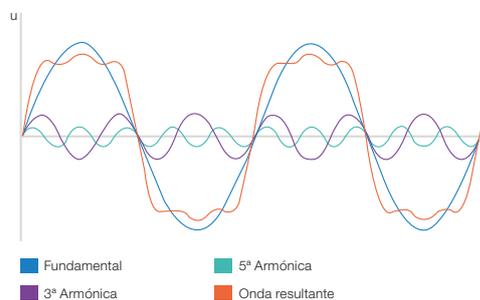
Motores | Automatización | Energía | Transmisión & Distribución | Pinturas

# Soluciones WEG para Mitigación de Armónicas en Aplicaciones con Convertidores

## Conceptos

Las armónicas son componentes de corriente con frecuencia en general superiores a la frecuencia fundamental de la red eléctrica (50 o 60 Hz), que se suman a la corriente fundamental, causando distorsión de la forma de onda de la tensión del sistema y reduciendo su factor de potencia.

Corrientes armónicas fluyendo en un sistema eléctrico pueden producir varios efectos no deseados, como distorsiones de tensión en puntos de interconexión con otras cargas, sobrecalentamiento de cables, entre otros. La manera de cuantificar la distorsión total de una forma de onda es a través de la distorsión armónica Total (THD).



Formas de onda de la corriente

## Equipos que Producen Armónicas

Todas las cargas no lineales producen corrientes armónicas que son inyectadas en el sistema de potencia, debido a que la corriente no tiene forma senoidal.

### Ejemplos de Cargas no Lineales

- Lámparas fluorescentes
- Fuentes conmutadas
- Hornos a arco
- Rectificadores
- Convertidores de frecuencia

### Ejemplos de Cargas Lineales

- Motores
- Resistores de calentamiento
- Transformadores (tras la energización)
- Lámparas incandescentes

## Efectos Negativos

- Corrientes adicionales que no producen trabajo y, por lo tanto, ocasionan pérdidas y reducen el factor de potencia, lo que lleva al aumento del costo de la energía eléctrica
- Calentamiento excesivo de componentes (motores, condensadores, transformadores)
- Aumento de la corriente total, limitando futuras ampliaciones del sistema eléctrico
- Aumento de la temperatura en los cables y equipos de maniobra
- Funcionamiento irregular en los equipos de protección y control
- Distorsión de la tensión de alimentación
- Interferencias electromagnéticas
- Vibraciones y ruido acústico
- Quema de reactores y lámparas de descarga



# Soluciones WEG para Mitigación de Armónicas en Aplicaciones con Convertidores

## IEEE 519

Se trata de una recomendación mundialmente reconocida y utilizada por la industria para monitoreo e interpretación apropiada de los fenómenos que causan problemas de calidad de energía. Es importante resaltar que la IEEE 519 se refiere a sistemas de distribución y no a equipos individuales.

**Tabla I – Reproducción Parcial de la Tabla 1 de la IEEE 519-2014**

Límites de distorsión de tensión		
Tensión del barramiento en el PCC	Armónica individual (%)	Distorsión armónica total – THD (%)
$V \leq 1,0$ kV	5,0	8,0

**Tabla II – Reproducción de la Tabla 2 de la IEEE STD 519-2014**

Máxima distorsión armónica de corriente en porcentual de la corriente de carga IL						
Orden de la armónica individual (armónicas impares)						
Isc/IL	$3 \leq h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h \leq 50$	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<1.000	12,0	5,5	5,0	2,0	1,0	15,0
>1.000	15,0	7,0	6,0	2,5	1,4	20,0

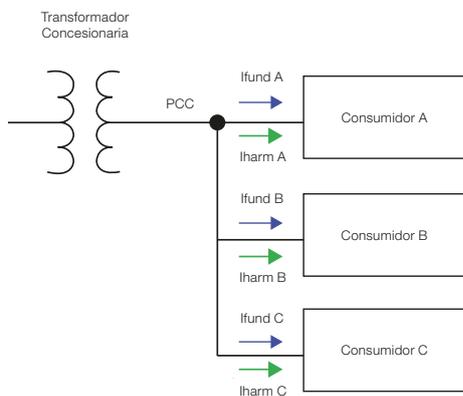
Notas:  $I_{sc}$  = máxima corriente de cortocircuito en el PCC (punto de acoplamiento común).

$I_L$  = máxima corriente demandada por la carga (componente fundamental de frecuencia) en el PCC (punto de acoplamiento común).

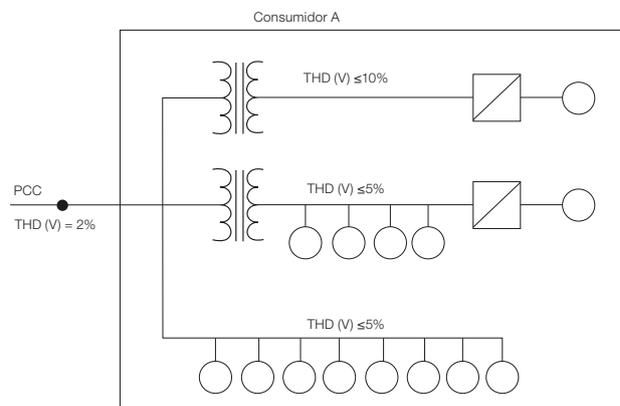
## Como Minimizar las Armónicas y Cumplir la IEEE 519

Una vez que haya sido identificado el nivel de armónicas, a través de simulación o medición, existen innúmeras formas de minimizarlas, para que queden dentro de los límites aceptables, ya que no es económicamente viable ni posible eliminar todas las armónicas. La recomendación de la IEEE 519 es de que en el PCC (punto de acoplamiento común) la THD (V) sea  $\leq 5\%$ . En muchas aplicaciones, este límite es adoptado como única exigencia.

De esta forma, para muchos casos, solamente utilizando convertidores con rectificador 6 pulsos y reactancia de entrada o inductor en el bus CC ya es posible cumplir las recomendaciones de máxima distorsión de tensión de la IEEE 519.



Ubicación del PCC (punto de acoplamiento común)



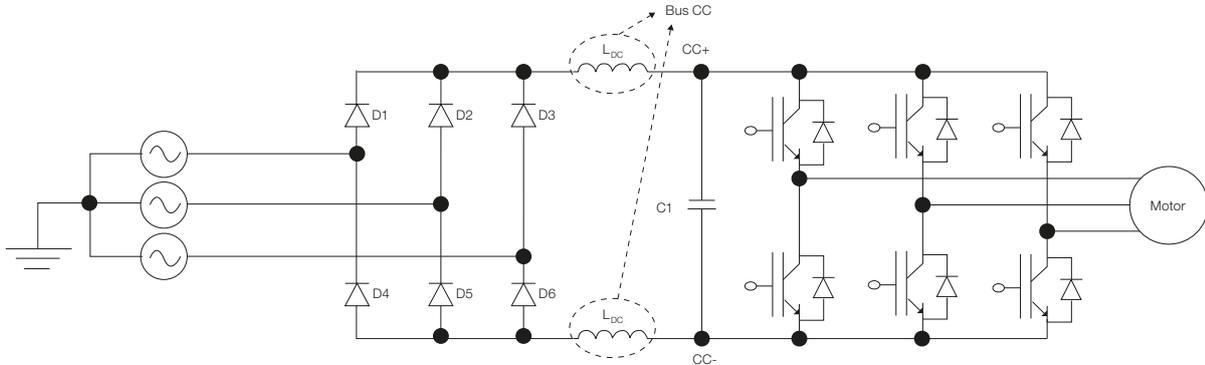
Atención a la IEEE 519 en el PCC (punto de acoplamiento común)

Opciones para mitigación de armónicos en el sistema, en la aplicación de convertidores:

- Utilización de convertidores con inductor en el bus CC (convertidores de frecuencia WEG: CFW11, CFW700 y CFW500 a partir del tamaño F)
- Utilización de reactancia de red en convertidores que no poseen inductor en el bus CC (convertidores de frecuencia WEG: CFW500, CFW300, CFW100 y MW500)
- Aumento del número de cargas lineales con relación a las no lineales
- Separación de los sistemas de alimentación para las cargas lineales y no lineales, teniendo así límites de THD de tensión diferentes (5% y 10%)
- Utilización de rectificador de mayor número de pulsos, alimentándolo a través de transformador con múltiples secundarios
- Uso de filtros activos para sistemas con múltiples convertidores
- Utilización de filtros pasivos de armónicas
- Utilización de accionamientos con rectificador activo en la entrada – AFE (regenerativos)

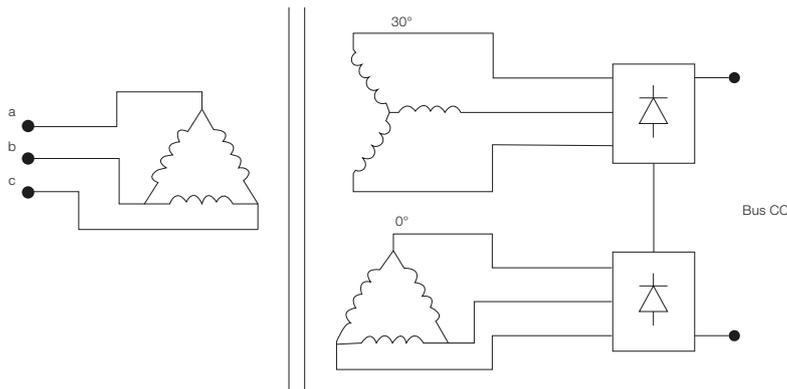
## Soluciones WEG

### Accionamiento CA en 6 Pulsos con Inductor en el Bus CC CFW11 / CFW11M y CFW700



La utilización de convertidores con inductor en el bus CC reduce significativamente la emisión de armónicos, con relación a los convertidores de 6 pulsos sin inductor de bus CC.

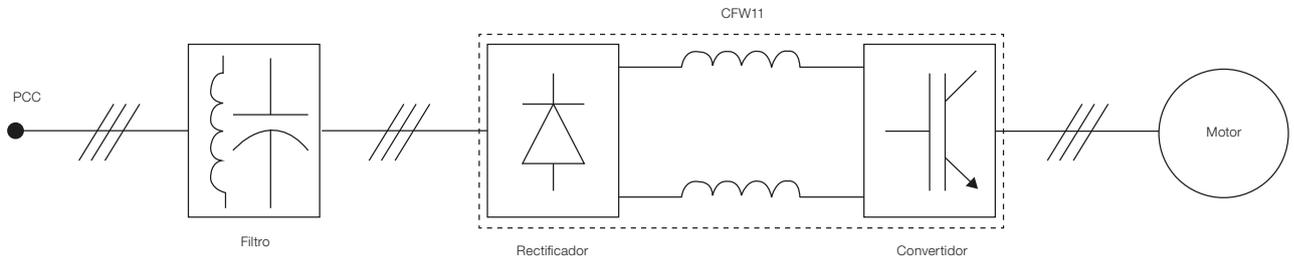
### Accionamiento CA con Rectificador 12 pulsos o Accionamiento CC-CA Alimentado por el Bus CC a través de Rectificador en 12 Pulsos con Transformador Desfasador CFW11 / CFW11M



La utilización de convertidores con rectificador en 12 pulsos cumple los límites recomendados por la IEEE 519. Esta es una solución tradicional para mitigación de armónicos, pero que tiende a ser utilizada solamente si el transformador ya está instalado (para el caso de varios convertidores conectados en un mismo bus CC) o si una nueva instalación exige un transformador dedicado para el convertidor, con potencias generalmente mayores a 500 kW.

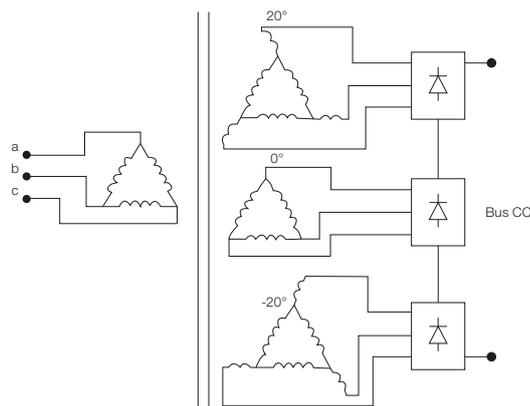
## Soluciones WEG

### Accionamiento CA en 6 Pulsos con Filtro Pasivo CFW + WHF



La utilización de convertidores con filtro pasivo en la entrada cumple los límites recomendados por la IEEE 519. Esta es una solución tradicional para mitigación de armónicos, no obstante, aumenta las pérdidas por calentamiento y reduce el factor de potencia.

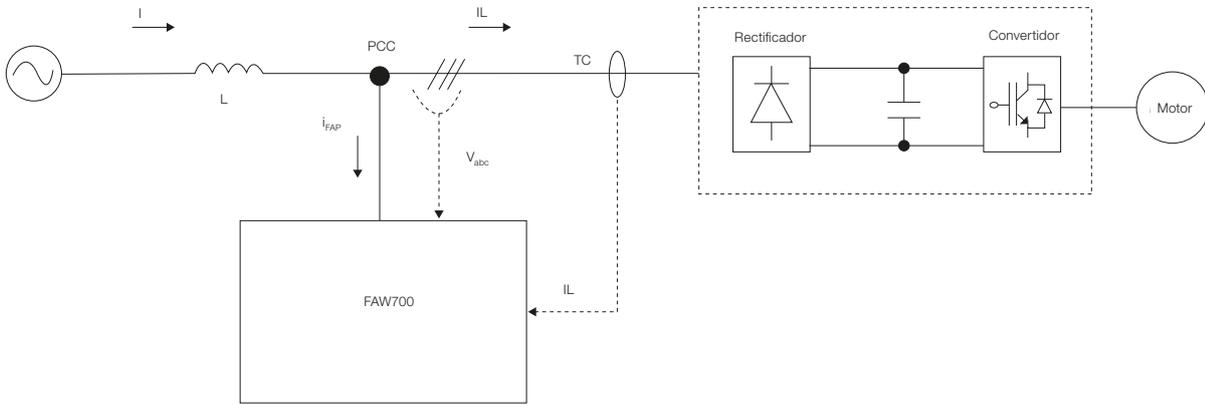
### Accionamiento CC-CA Alimentado por Bus CC a través de Rectificador en 18 Pulsos y Transformador Desfasador CFW11M



La utilización de convertidores con rectificador en 18 pulsos cumple los límites recomendados por la IEEE 519. Esta es una solución tradicional para mitigación de armónicos, pero debido al alto costo, tiende a ser utilizada solamente si el transformador ya está instalado o si una nueva instalación exige un transformador dedicado para el convertidor, con potencias generalmente mayores a 500 kW.

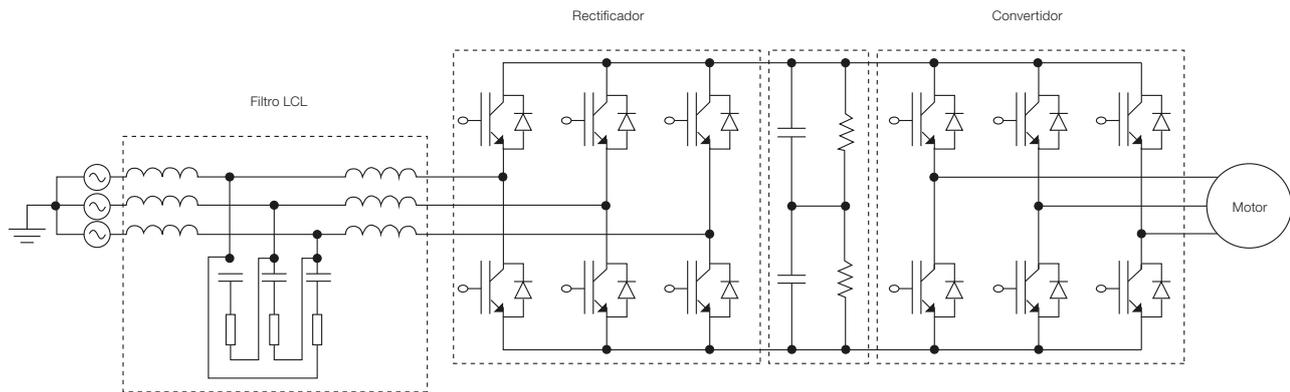
## Soluciones WEG

### Accionamiento CA en 6 Pulsos + Filtro Activo WEG CFW + FAW700



El filtro activo reduce corrientes armónicas, mejorando la performance del sistema. Esta es una óptima solución para eliminar armónicas generadas por diversos equipos. Por ser relativamente nueva, su costo es más elevado, con relación al filtro pasivo.

### Accionamiento Regenerativo AFE + Filtro LCL CFW11 / CFW11M

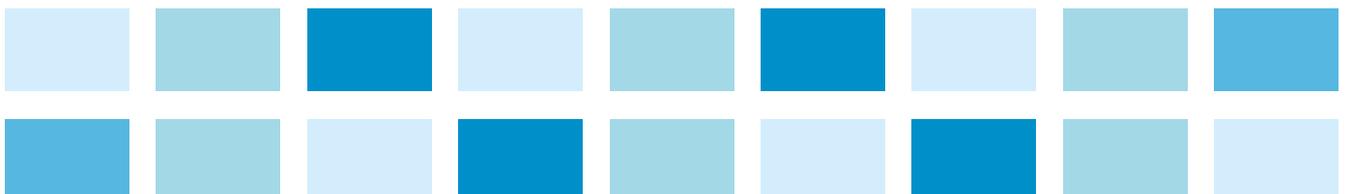


Esta es una solución especialmente atractiva cuando es posible regenerar energía para la red o cuando son accionados diversos motores por un único bus CC. Cumple los límites recomendados por la IEEE 519.

## Comparativo de Soluciones WEG para Cumplimiento de la IEEE 519

Característica	Drive 6 pulsos sin inductor en el bus CC <sup>1)</sup>	Drive 6 pulsos con reactancia en el bus CC	Drive 6 pulsos con reactancia de red	Drive 12 pulsos con transformador desfasador	Drive 6 pulsos con filtro pasivo	Drive 18 pulsos con transformador desfasador	Drive 6 pulsos con filtro activo	Drive regenerativo AFE con filtro LCL
THD (I) típica	81,5%	30~40%	39%	8,5~14%	4,5~6%	4,5~6%	≤5%	≤5%
Probabilidad de cumplimiento de los requisitos de THD (V) de la IEEE 519	Baja	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Eficiencia	98%	98%	97,5%	97%	97%	97%	>97%	96%
Tamaño total (con relación al drive 6 pulsos con inductor en el bus CC)	0,8	1,0	1,5	2,5~4,5	1,5~2,5	3,0~5,0	2,5~3,0	3,0~4,5
Costo-beneficio	Menor costo de todos cuando no hay requisitos de armónicos	Mejor costo cuando solamente es suficiente reducir armónicos	Costo y tamaño mayores, también es una buena solución cuando solamente es suficiente reducir armónicos	Costo medio para cumplimiento de la IEEE 519	Costo medio para cumplimiento de la IEEE 519	Costo elevado para cumplimiento de la IEEE 519	Menor costo para cumplimiento de la IEEE 519 cuando es utilizado en sistemas con varios convertidores	Mayor costo para cumplimiento de la IEEE 519, no obstante, permite regeneración de energía
Sensibilidad al desbalance de tensión	Grande	Grande	Grande	Moderado	Mínimo	Moderado	Mínimo	Mínimo
Factor de potencia típico (A vacío / plena carga)	0,7 ~ 0,83	0,70 ~0,94	0,75 ~0,93	0,9 ~0,99	0,83 ~0,98	0,9 ~0,99	≥ 0,99	0,9 ~0,99
Facilidad de mantenimiento	Sí	Sí	Sí	Drive solamente	Drive solamente	Drive solamente	Sí	Sí

Nota: 1) Los convertidores de las líneas CFW501 y MW500, con alimentación trifásica, poseen condensadores plásticos en el bus CC y performance semejante a los drives de 6 pulsos con reactancia de red o inductor en el bus CC, en lo que respecta al contenido armónico. Tales convertidores de frecuencia no deben ser utilizados con reactancia de red.







# La presencia global es esencial. Entender lo que usted necesita también.

## Presencia Global

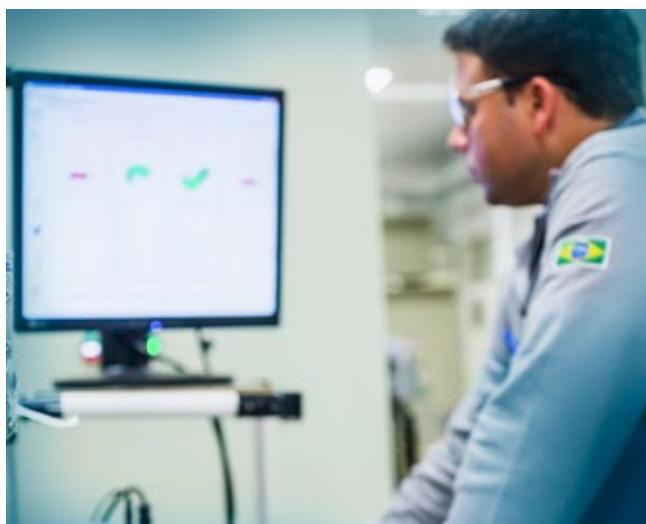
Con más de 30.000 colaboradores en todo el mundo, somos uno de los mayores productores mundiales de motores eléctricos, equipos y sistemas electro-electrónicos. Estamos constantemente expandiendo nuestro portafolio de productos y servicios con conocimiento especializado y de mercado. Creamos soluciones integradas y personalizadas que van desde productos innovadores hasta asistencia postventa completa.

Con el *know-how* de WEG, las **Soluciones WEG para Mitigación de Armónicas en Aplicaciones con Convertidores** son la elección adecuada para su aplicación y su negocio, con seguridad, eficiencia y confiabilidad.

 **Disponibilidad** es contar con una red global de servicios

 **Alianza** es crear soluciones que satisfagan sus necesidades

 **Competitividad** es unir tecnología e innovación





Productos de alto desempeño y confiabilidad para mejorar su proceso productivo



Excelencia es desarrollar soluciones que aumentan la productividad de nuestros clientes, con una línea completa para automatización industrial.

Acceda a: [www.weg.net](http://www.weg.net)

 [youtube.com/wegvideos](https://youtube.com/wegvideos)

Para las operaciones  
WEG en todo el mundo  
visite nuestro sitio web



[www.weg.net](http://www.weg.net)



AUTOMATIZACIÓN

 +55 47 3276.4000

 [automacao@weg.net](mailto:automacao@weg.net)

 Jaraguá do Sul - SC - Brasil

Cod: 50096145 | Rev: 00 | Fecha (m/a): 11/2019.

Los valores demostrados pueden ser cambiados sin aviso previo.  
La información contenida son valores de referencia.