

AUTOMAÇÃO

Soluções WEG para mitigação de harmônicas em aplicações com inversores

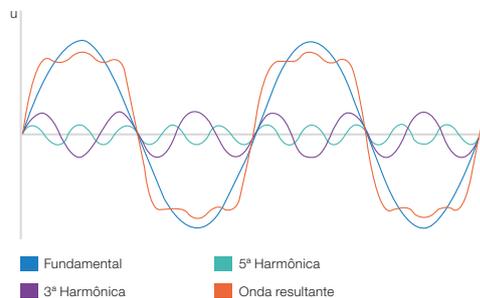


Motores | Automação | Energia | Transmissão & Distribuição | Tintas

Soluções WEG para Mitigação de Harmônicas em Aplicações com Inversores

Conceitos

Harmônicas são componentes de corrente com frequência em geral superiores à frequência fundamental da rede elétrica (50 ou 60 Hz), que se somam à corrente fundamental, causando distorção da forma de onda da tensão do sistema e reduzindo o seu fator de potência. Correntes harmônicas fluindo em um sistema elétrico podem produzir vários efeitos indesejados, como distorções de tensão em pontos de interligação com outras cargas, sobreaquecimento de cabos, entre outros. A maneira de quantificar a distorção total de uma forma de onda é através da Distorção Harmônica Total (THD).



Formas de onda da corrente

Equipamentos que Produzem Harmônicas

Todas as cargas não lineares produzem correntes harmônicas que são injetadas no sistema de potência, devido ao fato da corrente não ter forma senoidal.

Exemplos de Cargas Não-Lineares

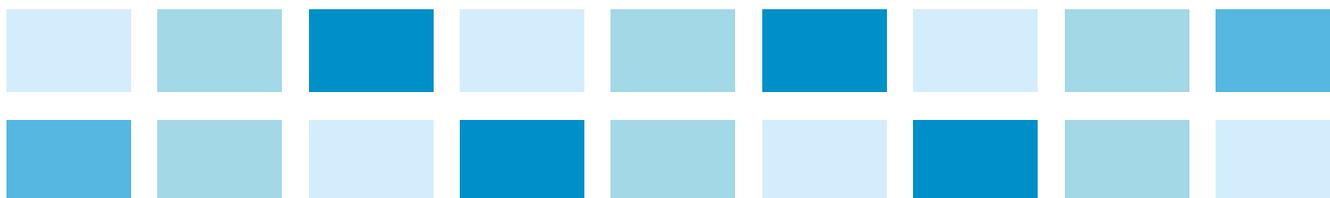
- Lâmpadas fluorescentes
- Fontes chaveadas
- Fornos à arco
- Retificadores
- Inversores de frequência

Exemplos de Cargas Lineares

- Motores
- Resistores de aquecimento
- Transformadores (após energização)
- Lâmpadas incandescentes

Efeitos Negativos

- Correntes adicionais que não produzem trabalho e, portanto, ocasionam perdas e reduzem fator de potência, o que leva ao aumento do custo da energia elétrica
- Aquecimento excessivo de componentes (motores, capacitores, transformadores)
- Aumento a corrente total, limitando futuras ampliações do sistema elétrico
- Aumento da temperatura nos cabos e equipamentos de manobra
- Funcionamento irregular nos equipamentos de proteção e controle
- Distorção da tensão de alimentação
- Interferências eletromagnéticas
- Vibrações e ruído acústico
- Queima de reatores e lâmpadas de descarga



Soluções WEG para Mitigação de Harmônicas em Aplicações com Inversores

IEEE 519

Trata-se de uma recomendação mundialmente reconhecida e utilizada pela indústria para monitoração e interpretação apropriada dos fenômenos que causam problemas de qualidade de energia. É importante salientar que a IEEE 519 diz respeito aos sistemas de distribuição e não aos equipamentos individuais.

Tabela I – Reprodução Parcial da Tabela 1 da IEEE 519-2014

| Limites de distorção de tensão | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Tensão do barramento no PCC | Harmônica individual (%) | Distorção harmônica total – THD (%) |
| $V \leq 1,0$ kV | 5,0 | 8,0 |

Tabela II – Reprodução da Tabela 2 da IEEE STD 519-2014

| Máxima distorção harmônica de corrente em percentual da corrente de carga I_L | | | | | | |
|---|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|---------|
| Ordem da harmônica individual (harmônicas ímpares) | | | | | | |
| I_{sc}/I_L | $3 \leq h < 11$ | $11 \leq h < 17$ | $17 \leq h < 23$ | $23 \leq h < 35$ | $35 \leq h \leq 50$ | 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 |

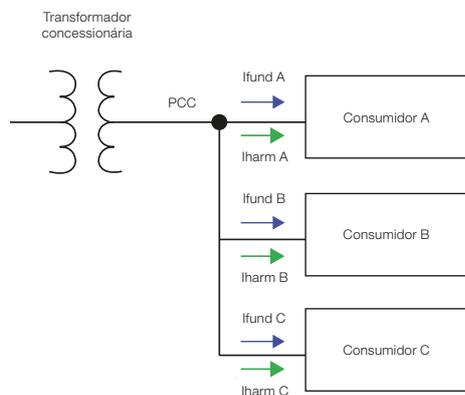
Notas: I_{sc} = máxima corrente de curto circuito no PCC (ponto de acoplamento comum).

I_L = máxima corrente demandada pela carga (componente fundamental de frequência) no PCC (ponto de acoplamento comum).

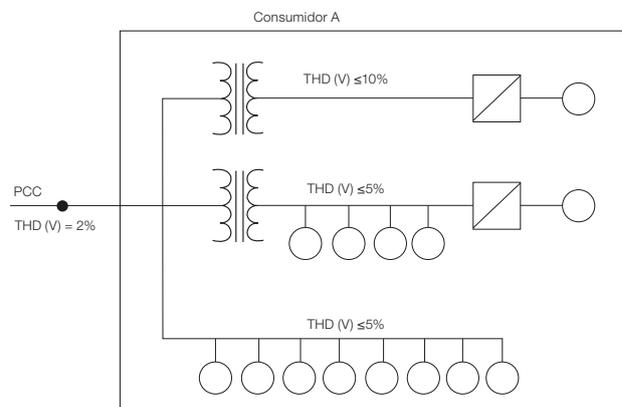
Como Minimizar as Harmônicas e Atender à IEEE 519

Uma vez que tenha sido identificado o nível de harmônicas através de simulação ou medição, existem inúmeras formas de minimizá-las para que fiquem dentro dos limites aceitáveis, pois não é economicamente viável nem possível eliminar todas as harmônicas. A recomendação da IEEE 519 é de que no PCC (ponto de acoplamento comum) a THD (V) seja $\leq 5\%$ e em muitas aplicações, este limite é adotado como única exigência.

Desta forma, para muitos casos, apenas utilizando inversores com retificador 6 pulsos e reatância de entrada ou indutor no link CC já é possível atender às recomendações de máxima distorção de tensão da IEEE 519.



Localização do PCC (ponto de acoplamento comum)



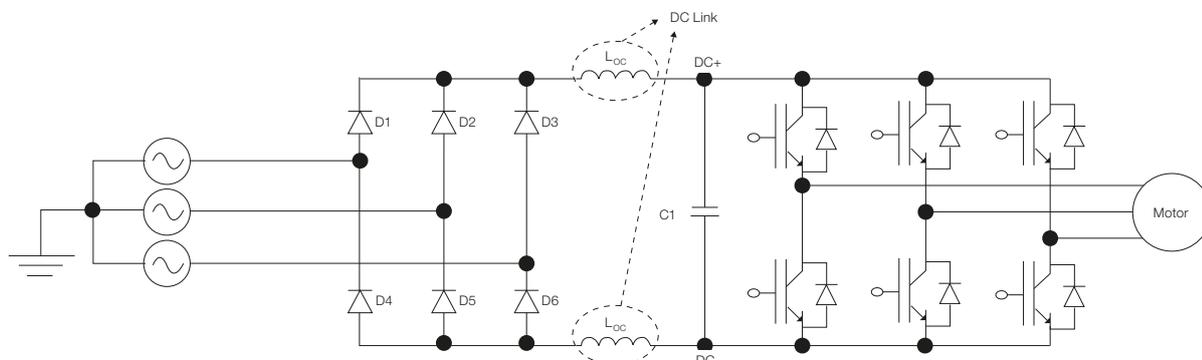
Atendimento à IEEE 519 no PCC (ponto de acoplamento comum)

Opções para mitigação de harmônicos no sistema na aplicação de inversores:

- Utilização de inversores com indutor no link CC (inversores de frequência WEG: CFW11, CFW700 e CFW500 a partir da mecânica F)
- Utilização de reatância de rede em inversores que não possuem indutor no link CC (inversores de frequência WEG: CFW500, CFW300, CFW100 e MW500)
- Aumento do número de cargas lineares em relação às não-lineares
- Separação dos sistemas de alimentação para as cargas lineares e não-lineares, tendo assim limites de THD de tensão diferentes (5% e 10%)
- Utilização de retificador de maior número de pulsos, alimentando-o através de transformador com múltiplos secundários
- Uso de filtros ativos para sistemas com múltiplos inversores
- Utilização de filtros passivos de harmônicas
- Utilização de acionamentos com retificador ativo na entrada – AFE (regenerativos)

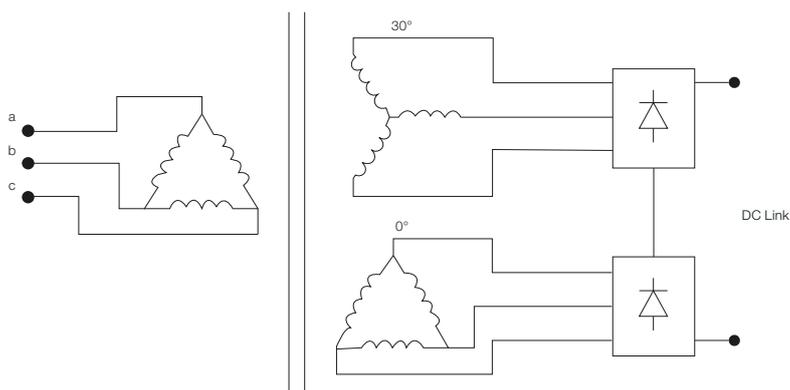
Soluções WEG

Acionamento CA em 6 Pulsos com Indutor no Link CC CFW11 / CFW11M e CFW700



A utilização de inversores com indutor no link CC reduz significativamente a emissão de harmônicos em relação aos inversores 6 pulsos sem indutor no link.

Acionamento CA com Retificador 12 Pulsos ou Acionamento CC-CA Alimentado por Barramento CC através de Retificador em 12 Pulsos com Transformador Defasador CFW11 / CFW11M

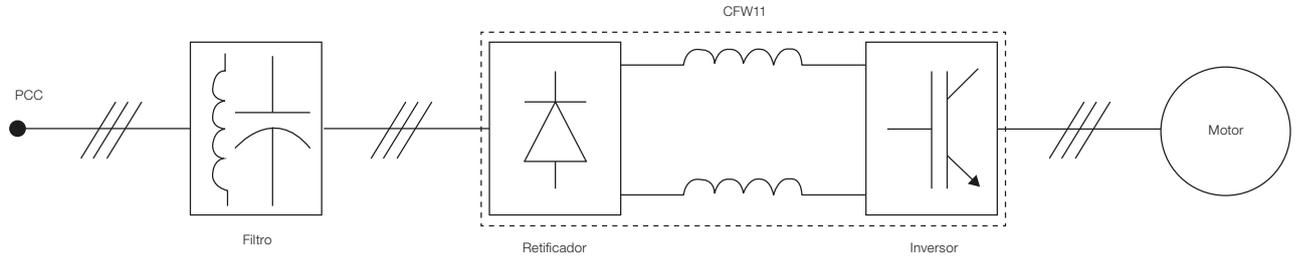


A utilização de inversores com retificador em 12 pulsos atende aos limites recomendados pela IEEE 519.

Esta é uma solução tradicional para mitigação de harmônicos, mas que tende a ser utilizada somente se o transformador já está instalado (para o caso de vários inversores conectados em um mesmo barramento CC) ou se uma nova instalação exige um transformador dedicado para o inversor, com potências geralmente maiores que 500 kW.

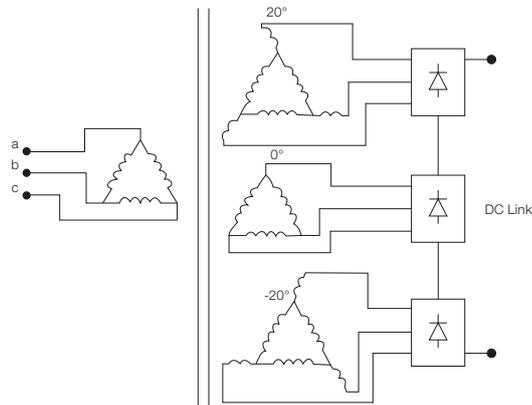
Soluções WEG

Acionamento CA em 6 Pulsos com Filtro Passivo CFW + WHF



A utilização de inversores com filtro passivo na entrada atende aos limites recomendados pela IEEE 519. Esta é uma solução tradicional para mitigação de harmônicos, porém aumenta as perdas por aquecimento e reduz o fator de potência.

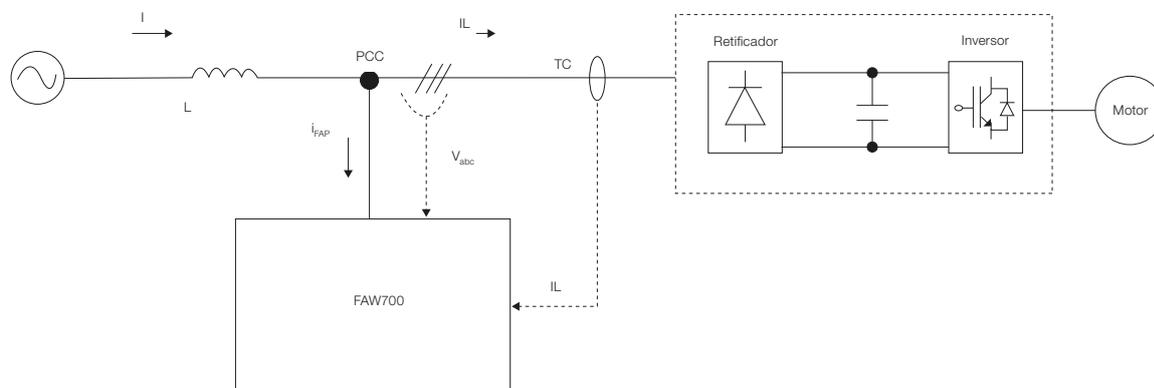
Acionamento CC-CA Alimentado por Barramento CC através de Retificador em 18 Pulsos e Transformador Defasador CFW11M



A utilização de inversores com retificador em 18 pulsos atende aos limites recomendados pela IEEE 519. Esta é uma solução tradicional para mitigação de harmônicos, mas devido ao alto custo, tende a ser utilizada somente se o transformador já está instalado ou se uma nova instalação exige um transformador dedicado para o inversor, com potências geralmente maiores que 500 kW.

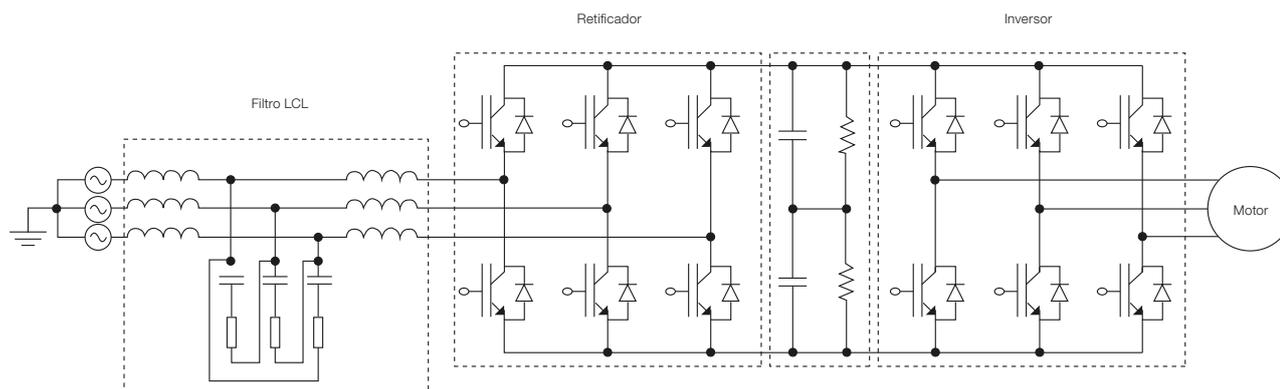
Soluções WEG

Acionamento CA em 6 Pulsos + Filtro Ativo WEG CFW + FAW700



O filtro ativo reduz correntes harmônicas melhorando a performance do sistema. Esta é uma ótima solução para eliminar harmônicas geradas por diversos equipamentos. Por ser relativamente nova, seu custo é mais elevado em relação ao filtro passivo.

Acionamento Regenerativo AFE + Filtro LCL CFW11 / CFW11M



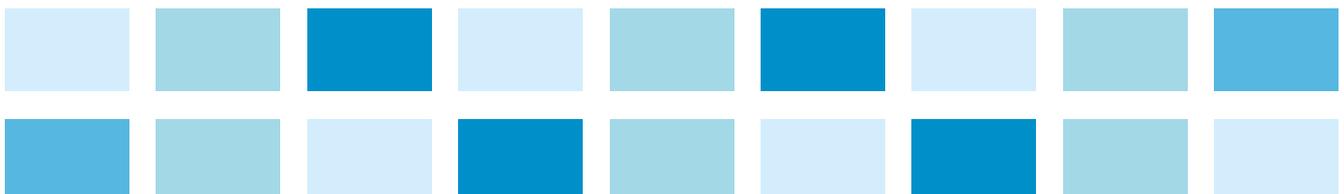
Esta é uma solução especialmente atrativa quando é possível regenerar energia para a rede ou quando são acionados diversos motores por um único barramento CC.

Atende aos limites recomendados pela IEEE 519.

Comparativo de Soluções WEG para Atendimento à IEEE 519

| Característica | Drive 6 pulsos sem indutor no link CC ¹⁾ | Drive 6 pulsos com reatância no link CC | Drive 6 pulsos com reatância de rede | Drive 12 pulsos com transformador defasador | Drive 6 pulsos com filtro passivo | Drive 18 pulsos com transformador defasador | Drive 6 pulsos com filtro ativo | Drive regenerativo AFE com filtro LCL |
|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| THD (I) típica | 81,5% | 30~40% | 39% | 8,5~14% | 4,5~6% | 4,5~6% | ≤5% | ≤5% |
| Probabilidade de atendimento aos requisitos de THD (V) da IEEE 519 | Baixa | Baixa | Baixa | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta |
| Eficiência | 98% | 98% | 97,5% | 97% | 97% | 97% | >97% | 96% |
| Tamanho total (em relação ao drive 6 pulsos com indutor no link 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 |
| Custo-benefício | Menor custo de todos quando não há requisitos de harmônicos | Melhor custo quando somente reduzir harmônicos é suficiente | Custo e tamanho maiores, mas ainda uma boa solução quando somente reduzir harmônicos é suficiente | Custo médio para atendimento à IEEE 519 | Custo médio para atendimento à IEEE 519 | Custo elevado para atendimento à IEEE 519 | Menor custo para atendimento à IEEE 519 quando utilizado em sistemas com vários inversores | Maior custo para atendimento à IEEE 519, porém permite regeneração de energia |
| Sensibilidade ao desbalanceamento de tensão | Grande | Grande | Grande | Moderado | Mínimo | Moderado | Mínimo | Mínimo |
| Fator de potência típico (A vazio / 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 |
| Facilidade de manutenção | Sim | Sim | Sim | Drive somente | Drive somente | Drive somente | Sim | Sim |

Nota: 1) Os inversores das linhas CFW501 e MW500 com alimentação trifásica possuem capacitores plásticos no link CC e performance semelhante aos drives de 6 pulsos com reatância de rede ou indutor no link CC, no que diz respeito ao conteúdo harmônico. Tais inversores de frequência não devem ser utilizados com reatância de rede.



Presença global é essencial. Entender o que você precisa também.

Presença Global

Com mais de 30.000 colaboradores por todo o mundo, somos um dos maiores produtores mundiais de motores elétricos, equipamentos e sistemas eletroeletrônicos. Estamos constantemente expandindo nosso portfólio de produtos e serviços com conhecimento especializado e de mercado. Criamos soluções integradas e customizadas que abrangem desde produtos inovadores até assistência pós-venda completa.

Com o *know-how* da WEG, as **Soluções WEG para Mitigação de Harmônicas em Aplicações com Inversores** são a escolha certa para sua aplicação e seu negócio, com segurança, eficiência e confiabilidade.



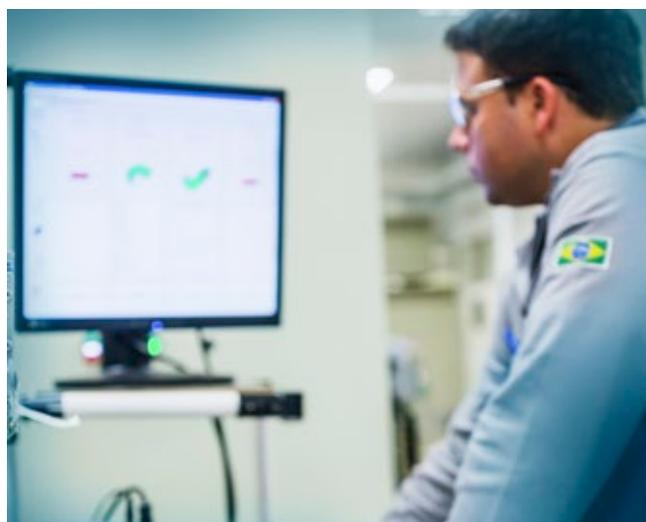
Disponibilidade é possuir uma rede global de serviços



Parceria é criar soluções que atendam suas necessidades



Competitividade é unir tecnologia e inovação



Conheça



Produtos de alto desempenho e confiabilidade,
para melhorar o seu processo produtivo



Excelência é desenvolver soluções que aumentem a produtividade de nossos clientes,
com uma linha completa para automação industrial.

Acesse: www.weg.net

 youtube.com/wegvideos

Conheça as operações
mundiais da WEG



www.weg.net



 +55 47 3276.4000

 automacao@weg.net

 Jaraguá do Sul - SC - Brasil

Cód: 50096368 | Rev: 00 | Data (m/a): 11/2019.

Sujeito a alterações sem aviso prévio.
As informações contidas são valores de referência.