

Cabo GSette VFD Inversor de Frequência



Prysmian

A Brand of Prysmian Group

Aplicação: os cabos GSette® VFD (*Variable Frequency Drive*) foram especialmente projetados para a ligação de conversores ou inversores de frequência à carga. Os inversores de frequência têm, entre outras possibilidades, a função básica de controlar a velocidade de motores elétricos de corrente alternada (CA). Porém, essa operação pode causar ruídos na rede elétrica e perturbações em sistemas eletrônicos ou equipamentos de comunicação de dados. Por isso, os cabos GSette® VFD possuem o quarto condutor concêntrico à reunião das veias de fase e uma blindagem de fita de cobre em contato com os fios do condutor concêntrico, evitando, assim, que qualquer interferência elétrica passe ao meio ambiente.



Descrição para compra: cabo para inversores de frequência constituído por condutor de cobre nu, classe 5, extraflexível com isolamento em composto termofixo HEPR 90°C, condutor de aterramento concêntrico, blindagem metálica com fita de cobre aplicada em contato com o condutor concêntrico e cobertura termoplástica em PVC. Atende às normas NBR 7286 e NBR 5410.

Referência: Prysmian GSette® VFD Inversor de Frequência (nº veias fase)x(seção)+(seção terra) mm².

Modo de instalar: forro falso ou piso elevado, eletroduto aparente, eletrocalha, eletroduto em alvenaria, fixação direta, direto em alvenaria, canaleta ventilada, eletroduto enterrado, diretamente enterrado, canaleta fechada, bandeja, leito, no teto, suporte e eletroduto em espaço de construção.

Pode ser instalado em ambientes submersos em água de maneira parcial ou total de modo intermitente, em até 1 metro de coluna d'água. (NBR 5410 tabela 4 AD7).



Cabo Tripolar + Terra concêntrico

Formação com 3 condutores
Fase + 1 condutor terra concêntrico.



Cabo Unipolar + Terra concêntrico

Formação com 1 condutor de
Fase + 1 condutor terra concêntrico.



Cabo Tripolar + Terra nos interstícios

Formação com 3 condutores
fase + 3 condutores de terra nu
nos interstícios dos condutores fase.

Construção

1. Condutor Fase:

- fios de cobre nu, têmpera mole.
- encordoamento: classe 5 - extraflexível.

2. Isolação:

- composto termofixo de borracha tipo HEPR.
- veias isoladas reunidas helicoidalmente.

3. Condutor Terra:

- 3.1. Terra concêntrico:** fios de cobre aplicados helicoidalmente.
- 3.2. Terra nos interstícios:** terra formado por 3 condutores nus aplicados nos interstícios dos condutores fase.

4. Blindagem (proteção eletrostática):

- fita de cobre aplicada helicoidalmente com remonte.

5. Cobertura:

- composto termoplástico de PVC ST2.

Temperatura máxima do condutor

- 90°C em serviço contínuo;
- 130°C em sobrecarga;
- 250°C em curto-circuito.

Diferenciais

- Flexibilidade do encordoamento classe 5;
- Marcação metro a metro disponível para todas as seções.

Identificação

- **Cobertura:** preta
- **Veias:** veias dos cabos multipolares: pretas, azul-claras e brancas.

Normas aplicáveis

- **NBR 7286:** cabos de potência com isolamento extrudado de borracha etilenopropileno (EPR, HEPR ou EPR105) para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos de desempenho.
- **NBR 5410:** instalações elétricas de baixa tensão.

Acondicionamento

Em bobinas.

Seção mínima do condutor terra

Os cabos inversores de frequência possuem condutores fase de cobre, portanto, os condutores de terra são do mesmo metal e possuem seções iguais ou superiores, conforme recomendações da tabela abaixo:

Seção mínima do condutor de proteção (PE) - de acordo com NBR 5410

Seção dos condutores de fase (S) (mm ²)	Seção mínima do condutor de proteção correspondente (mm ²)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

Por que os cabos específicos para VFDs são necessários?

Sempre que uma instalação com motores elétricos necessitar de um sistema de acionamento com VFD (*Variable Frequency Drive*), os cabos G7 VFD devem ser considerados para uso entre o inversor e o motor. O cabo de energia convencional, definitivamente, não foi projetado para lidar com as duras demandas deste sistema, principalmente no que se refere aos componentes de alta frequência entregues pelo inversor.

VFDs e geração de interferência eletromagnética

Os drivers e equipamentos VFDs mais recentes que usam a tecnologia IGBT possuem maiores velocidades de comutação, reduzindo as perdas de energia no inversor, porém, com a contrapartida de produzirem campos eletromagnéticos mais elevados ao redor do cabo. Esta maior intensidade é a causa das tensões e correntes induzidas em cabos instalados nas proximidades e em outros sistemas elétrico-eletrônicos, tendo como consequência, interferência na comunicação de dados e sinais de controle. Já nos outros sistemas elétrico-eletrônicos, os problemas podem variar de falhas operacionais intermitentes a danos efetivos nos componentes.

A blindagem dos cabos VFD juntamente com a conexão adequada recomendada pelo fabricante do VFD minimizará a radiação eletromagnética transmitida pelo cabo. Um cabo não blindado age como uma antena de transmissão irradiando os sinais eletromagnéticos indesejados na forma de ruído para toda a instalação vizinha.

A indução eletromagnética de corrente também será minimizada com a presença dessa blindagem. Correntes elétricas induzidas em partes metálicas de equipamentos adjacentes podem ser potencialmente letais para as equipes de operação e manutenção.

A reflexão de ondas de tensão no motor

O sistema com VFD pode colocar mais estresse no isolamento do cabo e no motor do que em sistemas tradicionais de 60 Hz. Este fato deve ser levado em consideração, pois ele pode levar à falha prematura de cabos tradicionais (sem blindagem).

Uma onda senoidal tradicional de 60 Hz tem um pico de tensão (V_p) de:

$$V_p = \sqrt{2} \times V_{RMS}$$

Onde, V_{RMS} é a tensão RMS da fonte de alimentação do sistema.

Em um sistema tradicional de 440 Volts com 60 Hz, o pico de voltagem enviado ao motor é:

$$V_p = \sqrt{2} \times 440 = 622 \text{ Volts}$$

Por outro lado, os VFDs não produzem tensão de saída senoidal, mas sim uma série de pulsos que se aproximam de uma onda senoidal, também conhecida como tensão modulada por largura de pulso (PWM - *Pulse Wave Modulation*), como representado na Figura 1 a seguir.

O pico de tensão desses pulsos de saída é igual à tensão interna CC do retificador do VFD. Essa tensão interna CC (V_{cc}) é produzida por um retificador trifásico e pode ser expressa da seguinte forma:

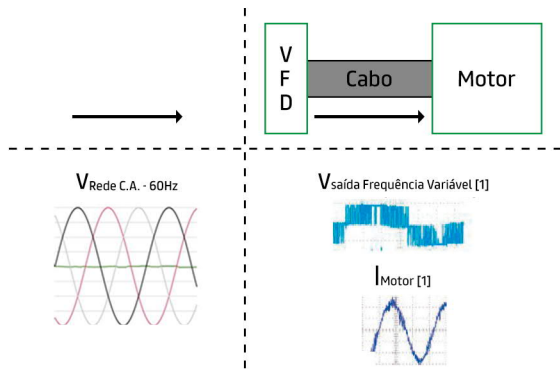
$$V_{cc} = 3 \times \frac{\sqrt{2}}{\pi} \times V_{RMS}$$

Isso significa que, em um sistema de acionamento de 440 Volts, o valor de pico de tensão na saída do VFD possui o mesmo valor da tensão CC, ou seja:

$$V_{cc} = 3 \times \frac{\sqrt{2}}{\pi} \times 440 = 594 \text{ Volts}$$

Temos aqui 28 Volts a menos que no sistema de 60 Hz.

Como uma tensão nominalmente mais baixa pode causar maior estresse?



Guia Técnico de Motores de Indução Alimentados por Inversores de Frequência PWM - WEG 2016
Figura 1 - tensão de saída modulada por largura de pulso (PWM)

Na verdade, a tensão mais baixa não está causando mais estresse. A causa predominante está na elevada taxa de crescimento da tensão (*voltage rise time* - d_v/d_t) nos VFDs com tecnologia IGBT. Estas ondas são refletidas de volta no circuito devido ao descasamento entre a baixa impedância do cabo e a alta impedância do motor. Quanto maior o descasamento, mais próxima a reflexão da onda estará em amplitude da forma de onda original. O cabo “enxerga” a soma dessas duas formas de ondas, a qual poderá se aproximar do dobro da amplitude da onda da fonte (VFD), tanto maior quanto maior for o comprimento do cabo.

Portanto, voltando ao sistema de 440 Volts, no qual a conexão VFD-motor é realizada através de um cabo de classe de tensão nominal 0,6/1kV e assumir o pior cenário possível: a onda refletida é igual à onda emitida pelo VFD. Sem ondas refletidas, o cabo “verá” um pico de 622 Volts. Permitindo agora que uma onda refletida se desenvolva, este mesmo cabo terá um pico de tensão de 1.188 Volts. Este valor é muito maior do que o pico de 622 Volts sem reflexão e, por este motivo, irá causar maior estresse no isolamento do cabo, assim como no motor, cujo os terminais estarão submetidos a uma tensão quase que três vezes o valor da tensão nominal.

A situação ainda é mais crítica em sistemas de 660V-60Hz, nos quais a tensão devido ao fenômeno da reflexão ultrapassará o pico de tensão (V_p) para o qual o cabo foi projetado a suportar. Recorrendo-se à teoria da linha de transmissão de energia, vale ressaltar que, se o comprimento do cabo no circuito for muito longo, ele funcionará como um grande capacitor equivalente o qual será “carregado” quando o sistema for ligado e durante cada transição d_v/d_t no pulso de saída do VFD, uma corrente adicional capacitiva (i_c) é originada para um novo carregamento e assim sucessivamente. Vide Figura 2 - representação do cabo como uma linha de capacitâncias e indutâncias. Estas correntes adicionais ainda podem existir, estando o motor conectado ou não e sobrecarregam o cabo sem fornecer energia útil ao motor. Outro problema decorrente é que as correntes capacitivas são adicionadas à corrente de carga, podendo exceder a corrente nominal do inversor e provocar seu desligamento automático.

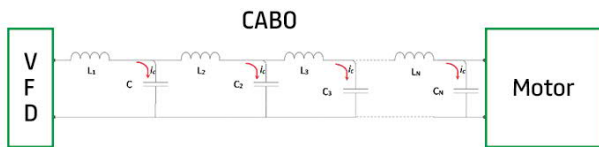


Figura 2 - representação do cabo como uma linha de capacitâncias e indutâncias

Por esta razão, normalmente, os fabricantes dos VFDs fornecem as informações específicas necessárias para a determinação da seção nominal do cabo, bem como para a tomada de decisão sobre o comprimento do circuito, lembrando-se que quanto maior o comprimento do cabo, maior será a capacitância total.

Conclusão

O desafio da instalação de força motriz com sistemas VFDs está no fato de ela envolver componentes de complexa inter-relação técnica. Tal complexidade, aliada ao crescente número de aplicações de motores de indução com este tipo de acionamento e controle de velocidade, demanda um profundo entendimento do sistema completo e das inter-relações técnicas das suas partes.

Definitivamente, é fundamental considerar o cabo do circuito inversor-motor como sendo parte do sistema VFD. A seleção de um cabo apropriado para esta utilização irá contribuir com a confiabilidade e longevidade geral do sistema, mitigando o impacto das correntes de modo, da reflexão de tensão e da interferência eletromagnética.

É importante ressaltar, que além da correta seleção do cabo, todas as técnicas, instruções e recomendações de instalação dos fabricantes dos motores e dos VFDs, tais como a inclusão de filtros, reatores de saída, limites de comprimento do cabo, entre outros, devem obrigatoriamente ser consideradas para o efetivo sucesso do projeto.



Cabo GSette® Inversor de Frequência VFD (3 condutores fase + 1 condutor terra concêntrico)

Seção (mm ²)	Diâmetro nominal condutor (mm)	Diâmetro nominal das fases isoladas (mm)	Espessura nominal isolamento (mm)	Espessura nominal cobertura (mm)	Diâmetro nominal externo (mm)	Peso (kg/km)
3x1,5 + 1,5	1,5	2,9	0,7	1,4	12,6	225,3
3x2,5 + 2,5	1,9	3,4	0,7	1,4	13,6	271,4
3x4 + 4	2,4	3,9	0,7	1,4	14,7	346,8
3x6 + 6	3,0	4,4	0,7	1,4	15,8	444,0
3x10 + 10	3,9	5,4	0,7	1,4	18,3	655,2
3x16 + 16	5,5	7,0	0,7	1,4	21,6	957,2
3x25 + 16	6,2	8,1	0,9	1,4	24,3	1.275,3
3x35+16	8,2	10,0	0,9	1,5	28,7	1.696,3
3x50+25	9,2	11,2	1,0	1,6	32,0	2.331,7
3x70+35	10,9	13,1	1,1	1,8	37,7	3.266,9
3x95+50	12,6	14,8	1,1	1,9	42,2	4.178,8
3x120+70	14,1	16,5	1,2	2,0	47,2	5.153,9
3x150+95	16,0	18,8	1,4	2,2	54,3	6.541,2
3x185+95	17,5	20,7	1,6	2,3	59,7	7.638,4
3x240+120	20,0	23,4	1,7	2,5	65,0	9.838,1



Cabo GSette® Inversor de Frequência VFD (1 condutor fase + 1 condutor terra concêntrico)

Seção (mm ²)	Diâmetro nominal condutor (mm)	Espessura nominal isolamento (mm)	Espessura nominal cobertura (mm)	Diâmetro nominal externo (mm)	Peso (kg/km)
1x70 + 16	10,9	1,1	1,4	20,3	1.031,1
1x95 + 16	12,6	1,1	1,4	22,6	1.268,4
1x120 + 25	14,1	1,2	1,4	24,6	1.612,2
1x150 + 25	16,0	1,4	1,5	26,2	1.899,4
1x185 + 35	17,5	1,6	1,5	25,3	2.297,1
1x240 + 50	20,0	1,7	1,6	31,9	3.013,3



Cabo GSette® Inversor de Frequência VFD (3 condutores fase + condutor de terra nu dividido em 3 condutores)

Seção (mm ²)	Diâmetro nominal condutor (mm)	Diâmetro nominal das fases isoladas	Espessura nominal isolamento (mm)	Diâmetro nominal condutores terra (mm)	Espessura nominal cobertura (mm)	Diâmetro nominal externo (mm)	Peso (kg/km)
3x35 + 3x6	8,2	10,8	1,2	3 x 3,0	1,5	26,5	1.385,9
3x50 + 3x10	9,2	12,2	1,4	3 x 3,9	1,6	29,8	1.994,4
3x70 + 3x16	10,9	14,3	1,6	3 x 5,5	1,8	34,9	2.797,9
3x95 + 3x16	12,6	16,0	1,6	3 x 5,5	1,9	38,7	3.456,9
3x120 + 3x25	14,1	17,5	1,7	3 x 6,3	2,0	42,1	4.429,1
3x150 + 3x25	16,3	20,5	1,8	3 x 6,3	2,2	49,2	5.613,0
3x185 + 3x35	18,3	22,9	2,0	3 x 7,4	2,3	54,8	6.911,6
3x240 + 3x50	20,1	25,1	2,2	3 x 8,9	2,5	59,9	8.980,5

Para obter mais informações sobre características elétricas dos cabos, capacidade de condução de corrente, resistência ôhmica, etc., acesse o "Guia de Dimensionamento" na seção de downloads no site <https://br.prysmiangroup.com/ferramentas>.

O Grupo Prysmian reserva-se no direito de modificar sem aviso prévio as características técnicas, pesos e dimensões apresentadas neste catálogo, sempre respeitando os valores nas normas citadas. A Prysmian não se responsabiliza por danos pessoais ou materiais decorrentes do uso inadequado e/ou negligente das informações contidas nesse catálogo. Recomendamos que consulte um profissional habilitado para o correto dimensionamento do seu projeto. Imagens meramente ilustrativas.



DESCARTE: ao final de sua utilização, o produto deverá ser descartado de acordo com a legislação ambiental vigente em seu País/Estado.

PRYSMIAN GROUP

Prysmian Cabos e Sistemas do Brasil S.A.
Avenida Pirelli 1.100
18.103-085
Sorocaba - SP
Brasil

Central de Relacionamento

+55 15 3500 0530
vendas@prysmiangroup.com

Atendimento Técnico

webcabos@prysmiangroup.com

prysmiangroup.com.br