

SIEMENS

DRIVES

Instruções para Instalações de Conversores de Frequência

Edição 08.2002



IND 1 Drives technology
Suporte Técnico – Drives Hotline

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	2
A IMPORTÂNCIA DO REATOR DE SAÍDA.....	2
FILTROS DU/DT	4
FILTRO SENOIDAL.....	6
A IMPORTÂNCIA DO REATOR DE ENTRADA.....	6
COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA E FILTROS RFI.....	10
REFRIGERAÇÃO.....	15
ERROS COMUNS DE INSTALAÇÃO.....	17

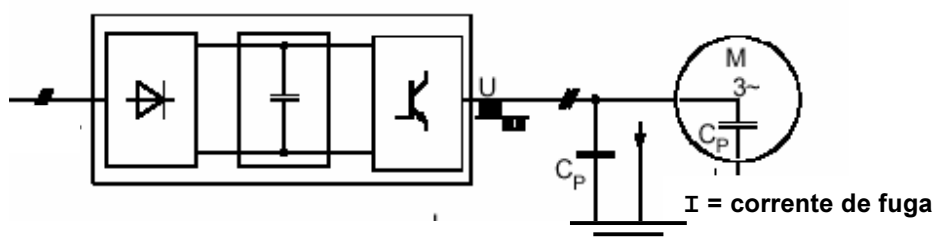
1. INTRODUÇÃO

Para as aplicações com conversores de frequência são necessários cuidados na sua instalação para garantir seu bom funcionamento e durabilidade.

Este guia tem como objetivo orientar e mostrar a importância dos componentes na instalação de conversores de frequência SIEMENS.

2. A IMPORTÂNCIA DO USO DE REATORES DE SAÍDA PARA CONVERSORES DE FREQUÊNCIA

Nos conversores de frequência tipo PWM, o chaveamento de tensão em alta frequência, faz surgir uma corrente de fuga devido ao efeito capacitivo nos cabos entre o motor e o drive.



Quanto maior a distância de cabos, maior o efeito capacitivo e maior também a corrente de fuga. Nos cabos blindados (**recomendado**) esse efeito aumenta em 2 a 3 vezes.

Dependendo do comprimento de cabos, a corrente de fuga por efeito capacitivo deve ser considerada no dimensionamento do conversor ou compensada por uma indutância na saída do conversor.

Usando o reator de saída, a corrente de fuga é diminuída, possibilitando o uso de maiores comprimentos de cabos e sem a redução de potência do drive.

Para uma correta instalação deve-se verificar a distância de cabos máxima conforme tabela a seguir:

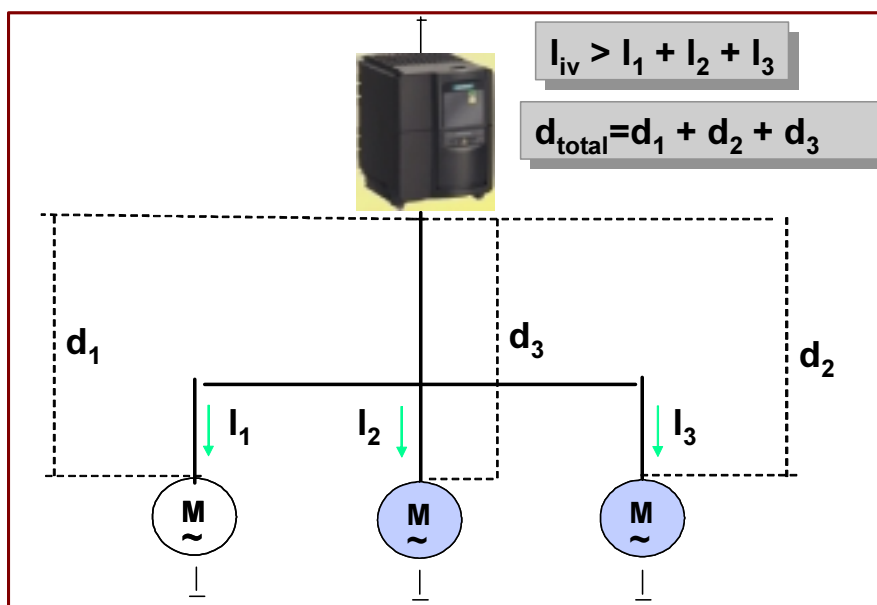
MODELO	DISTÂNCIA MÁXIMA DE CABOS (metros)			
	Sem reator de saída		Com reator de saída	
	Cabo não blindado	Cabo blindado	Cabo não blindado	Cabo blindado
STANDARD				
MM410	50	30	-	-
MM420	100	50	300	200
MM440				
0,12 kW até 75 kW	100	50	300	200
90kW até 250 kW	150	100	300	200
MASTERDRIVES				
4 kW	50	35	150	100
5,5 kW	70	50	200	135
7,5 kW	100	67	225	150
11 kW	110	75	240	160
15 kW	125	85	260	175
18,5 kW	135	90	280	190
22 kW	150	100	300	200
30 kW até 200 kW	150	100	300	200
250kW até 630kW*	200	135	400	270
250kW até 2300kW**	150	100	300	200

* aparelhos com tensão 380V à 480V

** aparelhos com tensão 500V à 690V

Obs: para outras potências do Masterdrives ver DA65.10 de 2001, página 6/39

Nos acionamentos multi-motores, para a verificação da necessidade de reatores de saída, é necessária a soma das distâncias de cabos de todos os motores, conforme exemplo abaixo:



Para MASTERDRIVES, é possível aumentar a distância máxima de cabos, utilizando até 3 reatores em série dependendo da potência do drive. Ver DA 65.10 de 2001 página 6/39.

O reator de saída também ajuda a combater a sobretensão nos terminais do motor gerada por reflexão de ondas em cabos longos.

3. FILTRO dU/dt

Existem dois efeitos presentes nos drives AC que devem ser observados:

1. dU/dt alto nos terminais do motor

Nos conversores tipos PWM, blocos de tensão são chaveados de forma muito rápida.



Nas aplicações em 690VAC, com drives à base de IGBT, a variação de tensão em relação ao tempo é muito grande ($10000\text{V}/\mu\text{s}$) prejudicando a isolamento de motores não dimensionados para esse efeito.

2. Picos de tensão

A reflexão de ondas em aplicações com conversores de frequência, também é ponto que dever ser considerado.

Os pulsos de tensão emitidos pelos conversores, podem ser considerados como frente de onda em movimento, que ao chegar nos terminais dos motores, são em parte refletidos; com a reflexão das ondas, em alguns momentos, há superposição e conseqüentemente, picos de tensão elevados com baixa duração nos terminais do motor (2,6 vezes a tensão de alimentação), **comprometendo a isolamento dos motores não dimensionados para esse efeito.**

Para se evitar esses efeitos, é preciso utilizar um **filtro dU/dt** ; é composto por um reator que “suaviza” a subida da tensão, e capacitores e diodos, que limitam a tensão nos terminais do motor.

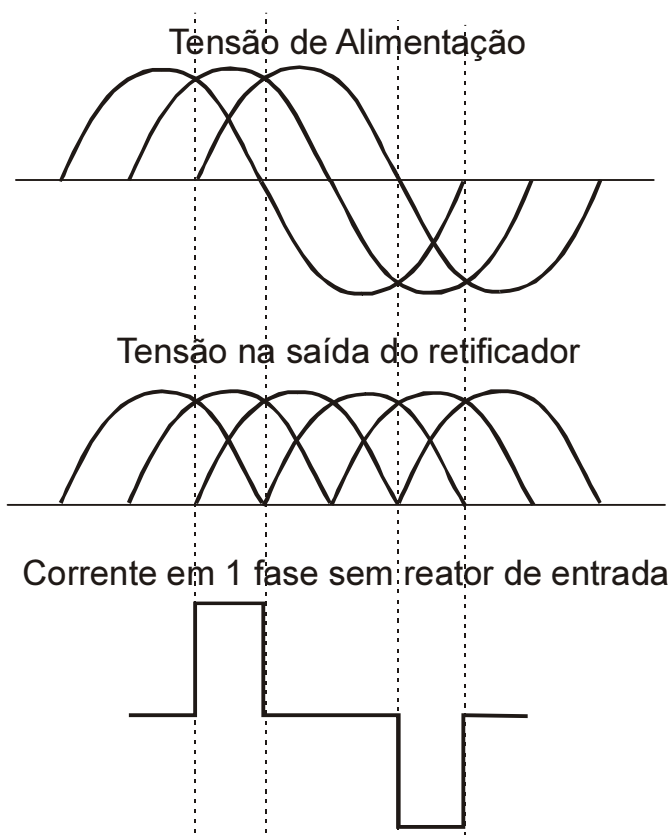
O efeito de dU/dt é mais elevado em aplicações acima de 500VAC, portanto, para aplicações em 690VAC deve ser previsto motor com **isolamento especial para operação com conversores de frequência (ex. isolamento DURIGNIT Motores Siemens) ou obrigatoriamente utilizar um filtro dU/dt na saída.**

4. FILTRO SENOIDAL

O filtro senoidal é um filtro LC de alta tecnologia, que praticamente transforma a tensão de saída do conversor em uma onda senoidal. Empregado em casos onde a distância de cabos é extremamente grande ou para motores muito antigos. Deve-se lembrar que, geralmente, o filtro limita em 85% a tensão de saída do drive e não deve ser usado com frequências de pulsos (PWM) acima de 6kHz.

5. A IMPORTÂNCIA DO REATOR DE ENTRADA EM CONVERSORES DE FREQUÊNCIA

Na retificação dos conversores de frequência fluem correntes não senoidais, devido a faixa de trabalho dos componentes de retificação (diodos ou tiristores).



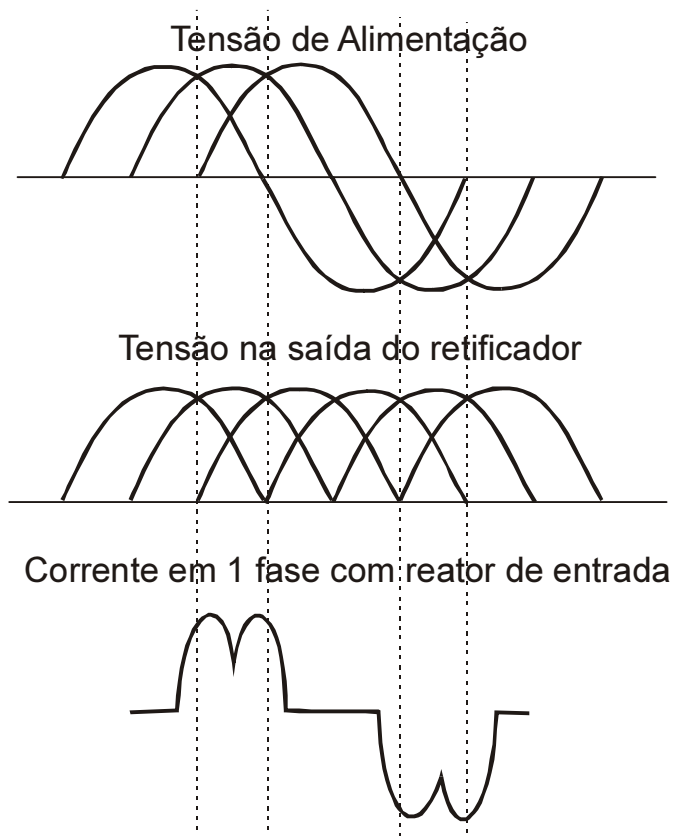
Essa corrente não senoidal, quando “passa” pela impedância da rede provoca uma queda em tensão, também não senoidal, gerando então, distorções na tensão senoidal da rede.

A distorção pode ser dividida em uma onda senoidal fundamental e suas harmônicas, conforme análise de Fourier; a distorção total então é medida em porcentagem de sua onda fundamental.

As componentes harmônicas de um sistema são **acumulativas** e podem prejudicar o funcionamento de equipamentos, inclusive os próprios conversores de frequência.

Por isso é extremamente importante o uso do **REATOR DE ENTRADA**.

O **REATOR DE ENTRADA** suaviza o chaveamento de corrente feita na parte retificadora dos conversores de frequência, diminuindo assim, o nível de harmônicas gerado pelos conversores de frequência.

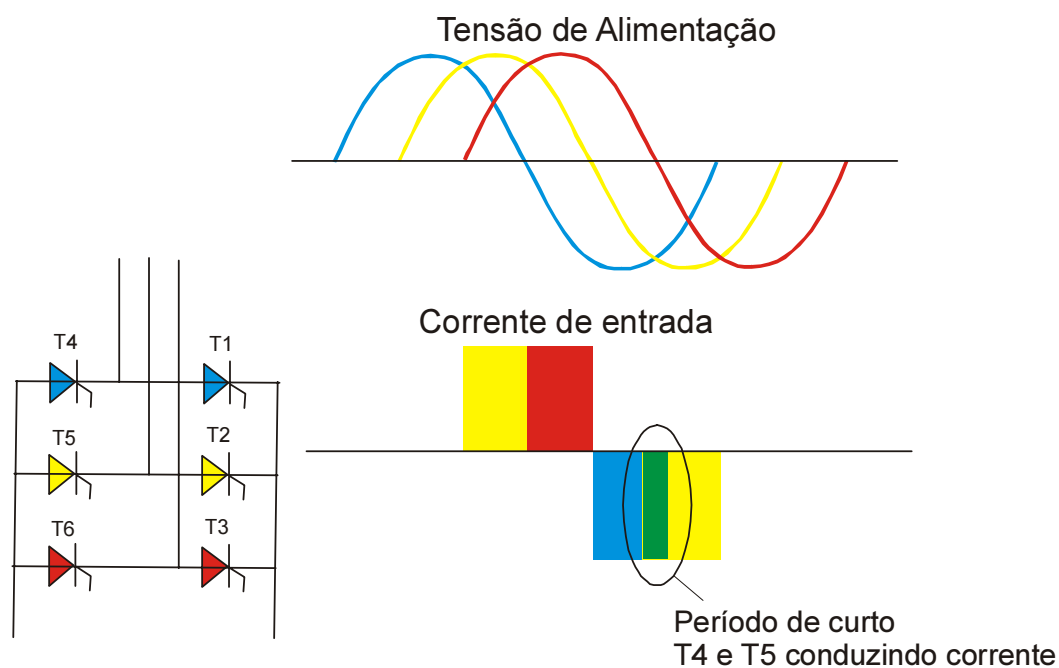


Além de diminuir o nível de harmônicas geradas pelo conversor de frequência, o REATOR DE ENTRADA, também isola o conversor de frequência do sistema, evitando que as tensões harmônicas interfiram no funcionamento do equipamento. Em casos onde o nível harmônico seja superior ao permitido* o conversor pode sofrer danos tanto na parte retificadora como na parte de controle de disparos dos IGBT's.

* Norma IEEE 519

O reator de entrada também chamado de **reator de comutação** é **extremamente importante** quando os conversores de frequência têm a ponte retificadora a tiristores.

No retificador a tiristores, nos momentos de comutação de fases ocorre um breve curto entre fases; este curto tem duração extremamente pequena, mas que pode diminuir a vida útil dos componentes envolvidos.



Curto entre fases na comutação de tiristores da ponte retificadora

O reator de comutação exerce a função de diminuir a amplitude das correntes de curto na comutação, poupando o retificador. Para evitar danos nos tiristores dos conversores de frequência, é **necessário** o uso de reatores de comutação.

SIEMENS

Todos os aparelhos SIMOVERT MASTERDRIVES com potências a partir de 45kW possuem retificação por tiristores, e portanto, devem ser previstos reatores de comutação para o bom funcionamento do equipamento.

Na família MICROMASTER, os tamanhos FX e GX, também possuem retificadores a tiristores, e portanto, é necessário o uso do reator de comutação.

6. COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA E O USO DE FILTRO RFI EM CONVERSORES DE FREQUÊNCIA

Para evitar problemas com interferências eletromagnéticas, deve-se levar em consideração diversos detalhes na instalação dos conversores de frequência.

A interferência eletromagnética pode ocorrer devido à circulação de uma corrente de defeito (I_s), de alta frequência (PWM), que tende a voltar ao local de origem pelo “caminho” de menor impedância. Se não forem previstos cabos blindados e/ou cabos com a quarta via (trifásico e terra entre motor e conversor) a corrente de defeito retorna passando por uma impedância de retorno Z_E e pela impedância de terra Z_N até chegar de volta ao conversor. Tanto a corrente I_s , quando a queda de tensão devido a Z_E e Z_N , podem interferir em funcionamento de outros equipamentos. Conforme Fig. 6.1.

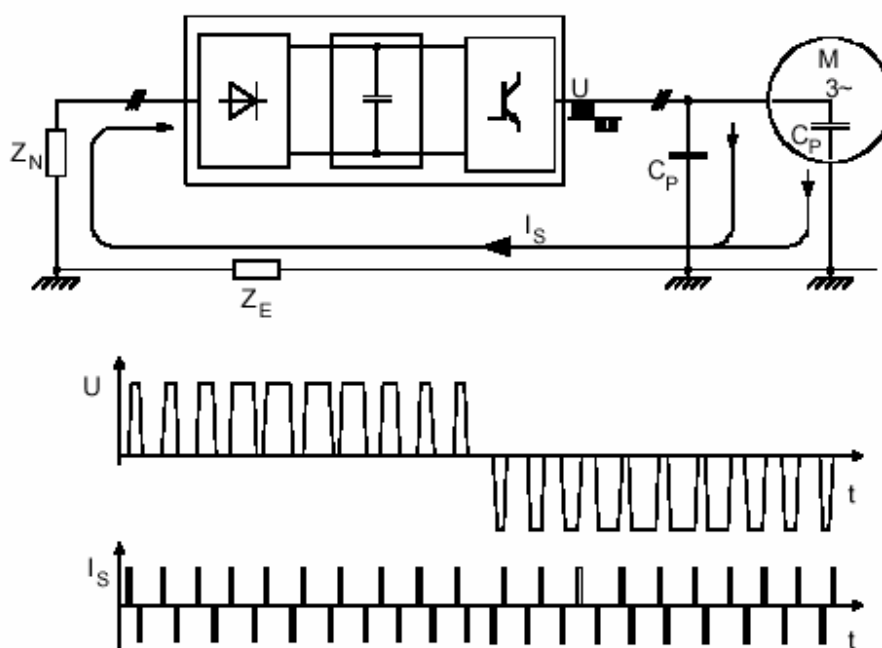


Fig. 6.1 - Representação da corrente de defeito e tensão de Saída

A melhor forma de diminuir o efeito causado pelo corrente de defeito é fornecendo um “caminho” de retorno de baixa impedância, usando cabos blindados e/ou com a quarta via (trifásico e terra).

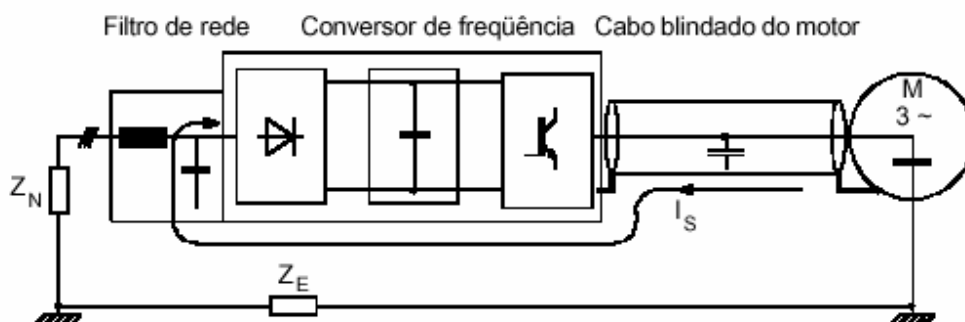


Fig. 6.2 - Representação da corrente de defeito e tensão de Saída com cabos blindados

Com simples medidas e planejamento pode-se eliminar efeitos de interferência, porém para se atingir níveis de imunidade altos (primeiro e segundo ambiente) conforme norma EN 55011, deve ser previsto um **filtro RFI** montado na entrada do conversor de frequência antes do reator de entrada.

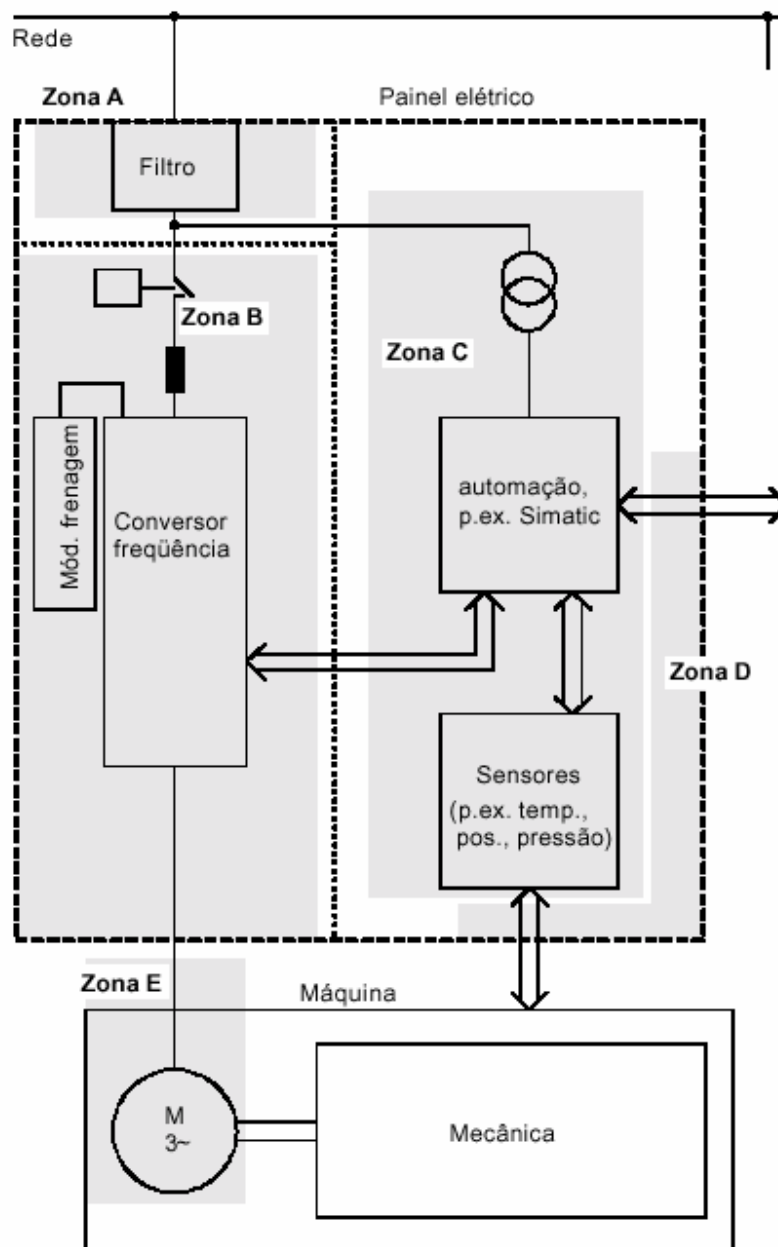
Para a especificação dos filtros RFI, basta consultar as DA's (catálogo)

Para SIMOVERT MASTERDRIVES DA65.10 de 2001 nas págs. 3/41 a 3/43.

Para alguns modelos de MICROMASTER já existem filtros RFI incorporados ao conversor, ver DA 51.2. Nos demais casos, devem ser especificados filtros conforme DA 52.2

SIEMENS

Os conversores de frequência devem ser instalados de forma a evitar a interferência eletromagnética, portanto deve-se utilizar na montagem uma **separação por zonas de preferência separadas por chapas metálicas e aterradas**, conforme:



A Siemens recomenda **20 regras básicas** para a correta instalação de drives, a fim de promover o bom funcionamento do conversor e de acordo com a EMC.

As regras básicas de instalação de acordo com a EMC

As regras 1 a 13 são geralmente válidas. As regras 14 a 20 são especialmente importantes para a limitação da emissão de interferências.

Regra 1

Todas as partes metálicas do painel deverão estar conectadas entre si com contatos firmes e com áreas de contato amplas (e não tinta sobre tinta!). Eventualmente deverão ser utilizadas arruelas de contato. A porta do painel deverá ser conectada com a estrutura do painel através de flexível de cobre.

Regra 2

Cabos de sinal e de potência deverão ser montados separadamente (evitar trechos de acoplamento!). Distância mínima: 20 cm. Deverão ser previstas chapas de separação entre os cabos de potência e de sinal. As chapas deverão ser aterradas em diversos pontos.

Regra 3

Contatores, relés, válvulas magnéticas, contadores de horas de operação eletromecânicos, etc. deverão ser conectados dentro do painel de forma a se evitar interferências, por ex., com filtros R-C, diodos, varistores. A ligação deverá ser feita diretamente nos terminais das bobinas.

Regra 4

Cabos não-blindados do mesmo circuito (cabos de ida e de retorno) deverão ser trançados a fim de evitar efeitos antena (ex. sensor de temperatura).

Regra 5

Evitar comprimentos de fiação desnecessários. Com isso diminuem-se as capacitâncias e indutâncias de acoplamento.

Regra 6

Aterrar os fios de reserva em ambas as extremidades. Com isso consegue-se um aterramento adicional.

Regra 7

Geralmente diminuem-se os acoplamentos de interferências pela passagem de cabos ao lado de chapas aterradas. Em função disso, não passar cabos pelo painel de forma aleatória, e sim próximos à estrutura do painel ou a placas de montagem. Isso também é válido para cabos reserva.

Regra 8

Taco, encoder ou resolver deverão ser conectados com cabos blindados. A blindagem deverá ser conectada do lado do taco, encoder ou resolver e também do lado do conversor com grande área de contato. A blindagem não poderá ser interrompida, por ex., por bornes intermediários. Para encoders e resolvers deverão ser utilizados cabos pré-confeccionados com blindagem múltipla.

Regra 9

As blindagens de cabos de sinais digitais deverão ser aterradas em ambos os lados (da fonte e do receptor) com uma área grande de contato. Em casos de mau contato da blindagem deverá ser adicionalmente utilizado um

SIEMENS

cabo de bitola mínima 10 mm² em paralelo à blindagem, para diminuição das correntes de defeito. Em geral, pode-se aterrar a blindagem diversas vezes (na estrutura do painel). Mesmo fora do painel poderão ser feitos vários aterramentos.

Blindagens com fita são inadequadas. Elas são pelo menos 5 vezes piores que as blindagens com malha.

Regra 10

As blindagens de cabos de sinais analógicos deverão ser aterradas em ambos os lados para casos de um bom potencial de aterramento. Bom potencial de aterramento é conseguido observando-se o descrito na regra 1.

No caso de surgimento de defeitos em baixa frequência nos cabos de sinal, por exemplo, oscilações no sinal de rotação/sinais de medição em função de correntes de equalização (zumbido), o aterramento da blindagem dos cabos de sinais analógicos deverá ser feito somente do lado do conversor. A outra extremidade da blindagem deverá ser aterrada via capacitor (p.ex., 10 nF/100 V tipo MKT). Através do capacitor, porém, o aterramento de sinais de altas frequências permanecerá em ambos os lados.

Regra 11

Cabos de sinais deverão ser encaminhados ao painel de preferência através do lado do painel, próximo à parede metálica do painel.

Regra 12

Se os conversores possuírem alimentação externa de 24 V DC (para SIMOVERT MASTERDRIVES), a fonte não poderá alimentar diversas cargas, distribuídas fisicamente em diferentes painéis (zumbidos!). A solução ideal é a utilização de uma fonte de alimentação por conversor.

Regra 13

Evitar acoplamento de interferências através da rede de alimentação; conversores e sistemas de automação / eletrônica de comando deverão ser alimentados por redes diferentes. Se houver somente uma rede disponível, deverá ser previsto trafo isolador para a alimentação do sistema de automação / eletrônica de comando.

Regra 14

Para atendimento aos valores limite classe "A1" ou "B1" (EN 55011) é obrigatório o uso de um filtro de rádio-freqüência, mesmo se já estiverem sendo utilizados filtros senoidal e du/dt entre o motor e o conversor.

A necessidade de instalação de filtro adicional para outras cargas dependerá do sistema de comando utilizado e da fiação do resto do painel.

Regra 15

A montagem de um filtro RFI deverá ser sempre próxima da fonte de interferências. O filtro deverá ser conectado com a placa de montagem, estrutura do painel etc. com uma grande área de contato. De preferência utilizar placas de montagem sem pintura (por ex., de aço inox ou zincada) pois dessa forma toda a placa terá contato elétrico com o filtro. Para placas de montagem pintadas, deverá ser eliminada a pintura nos pontos de fixação do conversor e do filtro RFI ou providenciar conexão via cabo terra, para que haja contato elétrico.

SIEMENS

Os cabos de entrada e saída do filtro RFI deverão ser separados fisicamente.

Regra 16

Todos os cabos de alimentação de motores com velocidade variável deverão ser blindados para limitação da emissão de interferências, com conexão das blindagens com as carcaças dos equipamentos sendo feitas de forma a garantir uma grande área de contato e baixa indutividade. Mesmo dentro do painel elétrico os cabos do motor deverão ser blindados, ou no mínimo separados por meio de chapas aterradas. Cabos adequados para a alimentação de motores são, por ex., Siemens PROTOFLEX-EMV-CY (4 x 1,5 mm² ... 4 x 120 mm²) com blindagem em cobre. Blindagens em aço não são adequadas.

No lado do motor poderá ser utilizado prensa-cabos PG adequado com conector de blindagem. Deverá ser garantida uma baixa impedância entre a carcaça do motor e a caixa de ligação. Eventualmente deverão ser utilizadas cordoalhas de aterramento. A caixa de ligação do motor não poderá ser de plástico!

Regra 17

Deverá ser utilizado um reator de entrada entre o filtro RFI e o conversor.

Regra 18

Os cabos de rede e os cabos do motor deverão ser fisicamente separados, por ex., por chapa de separação aterrada.

Regra 19

A blindagem entre o motor e o conversor não poderá ser interrompida pela montagem de componentes como reatores de saída, filtros senoidais, filtros du/dt, fusíveis e contadores. Os componentes deverão ser montados sobre uma placa de montagem, que tem também a função de aterramento dos cabos de entrada e saída. Eventualmente será necessária a utilização de chapas de separação aterradas para a blindagem dos componentes.

Regra 20

Para limitação da radiação de rádio-interferências (especialmente para classe "B1") além dos cabos de rede, todos os cabos que saiam do painel deverão ser blindados.

7. REFRIGERAÇÃO

A refrigeração de painéis com conversores de frequência é muito importante para manter a temperatura interna dos painéis em níveis recomendados, e para o correto funcionamento do conversor.

Para verificar/dimensionar a correta ventilação, primeiramente deve-se calcular as perdas totais do painel (geradoras de aquecimento). Consulte as perdas nas DA's ou considere cerca de 3% da potência nominal do painel.

O cálculo da elevação de temperatura (T_{rise}) em um painel fechado é:

$$T_{rise} = P_{perdas} / (5,5 \times A)$$

Onde:

T_{rise} = aumento da temperatura
 P_{perdas} = perdas em kW
 A = área total exposta do painel

Calculo para elevação de temperatura em painéis com ventilação:

$$T_{rise} = (P_{perdas} \times 0,053) / F$$

Onde:

F = fluxo de ar em m^3/s

Elevação de temperatura deve ser somada à temperatura ambiente, se a soma ultrapassar a temperatura máxima de operação recomendada nos catálogos, deve-se prever ventilação adicional do painel ou uma redução da corrente nominal dos conversores, conforme:

Para SIMOVERT MASTERDRIVES:

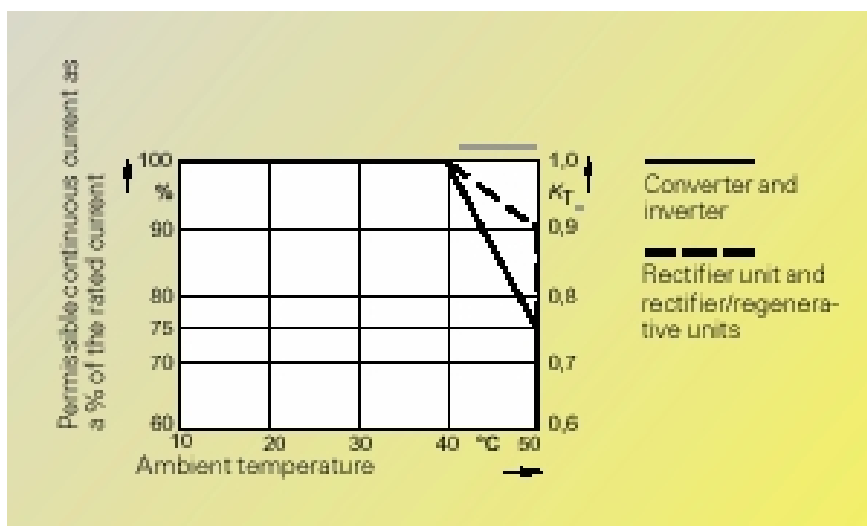


Fig. 7.1 - Redução de corrente de saída x temperatura ambiente

SIEMENS

Para a família MICROMASTER:

MICROMASTER 410, temperatura ambiente máxima é de 50°C sem redução de corrente de saída.

Para MICROMASTER 420 e 440, conforme:

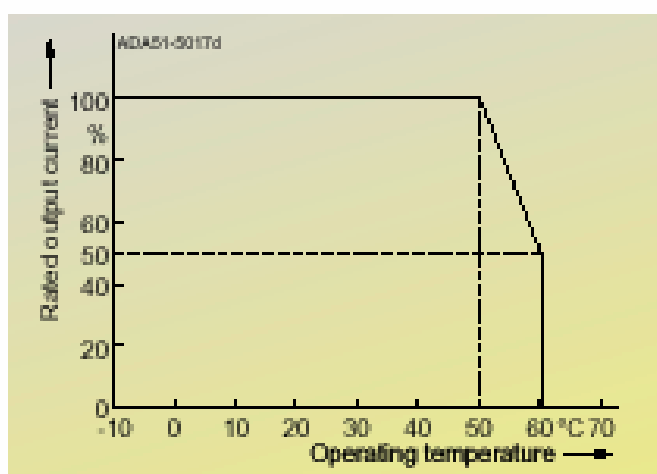


Fig. 7.2 - Redução de corrente de saída x temperatura ambiente

8. ERROS COMUNS DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO

- Montar aparelho em painel sem ventilação suficiente ou não observar a temperatura ambiente para dimensionar a ventilação
- Instalar o inversor em rede de alimentação que possui correção de fator e potência, sem isolá-lo do circuito usando um reator de entrada
- Não aterrar corretamente o inversor
- Comandar o liga/desliga do inversor pela alimentação

SIEMENS

- Conectar/desconectar o motor do inversor enquanto em funcionamento
- Inverter a alimentação com a saída de potência do inversor
- O inversor não apresenta a mesma capacidade de sobrecarga que um motor direto na rede; sobredimensione se necessário.
- Acionar um motor acima de sua velocidade nominal sem antes certificar-se de que é possível.
- Se o motor deve funcionar em baixa velocidade com carga elevada, certifique-se de que esteja corretamente dimensionado, ou se possui ventilação forçada, uma vez que o ventilador embutido não fornecerá refrigeração apropriada.

SE VOCÊ AINDA TEM DÚVIDAS OU SUGESTÕES ENTRE EM CONTATO COM A SIEMENS:

Hotline drives SIEMENS:

e-mail: drives.hotline@siemens.com.br

Fone: (11) 3833-6863

Atendimento segunda-feira à sexta-feira das 7:30h às 17:30h

Para dados técnicos, catálogos, manuais, notícias e novidades, visite:

<http://www.siemens.com.br/motoresedrives>