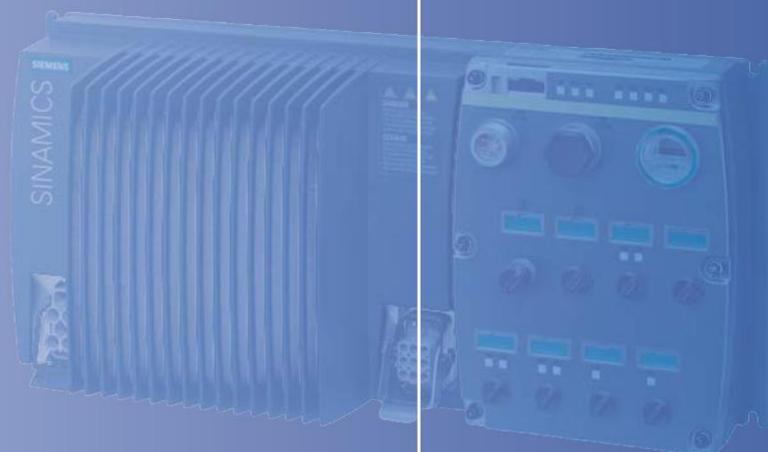
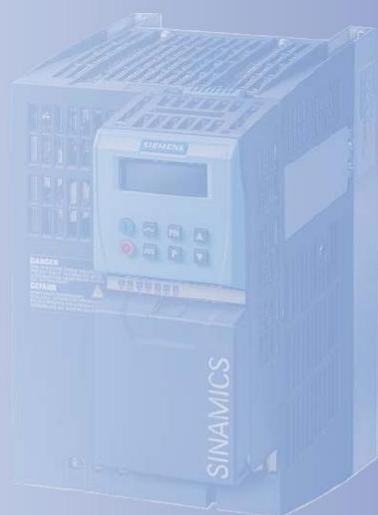


Manual de Funções - 11/2008



## MANUAL DE FUNÇÕES

G120

G120D ET 200S FC

ET 200pro FC

Versão V3.2 de firmware



# sinamics

# simatic

**SIEMENS**



# SIEMENS

## SINAMICS / SIMATIC

### G120, G120D, ET 200S FC, ET 200pro FC

#### Manual de Funções

<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>Observações sobre segurança</b>	<b>2</b>
<b>Linha de produtos</b>	<b>3</b>
<b>Designação/abordagem de parâmetros</b>	<b>4</b>
<b>Tecnologia BICO</b>	<b>5</b>
<b>Funções comuns dos inversores</b>	<b>6</b>
<b>Funções disponíveis apenas nos inversores G120</b>	<b>7</b>
<b>Funções à prova de falha</b>	<b>8</b>
<b>Funções dependentes do módulo de potência</b>	<b>9</b>
<b>Lista de abreviações</b>	<b>A</b>

Edição de 11/2008, Versão V3.2 de firmware

**11/2008 - FW 3.2**

A5E01137279B AC

## Informações legais

### Sistema de avisos de advertência

Este manual contém avisos que você deve observar para garantir sua segurança pessoal e também para evitar danos materiais. Os avisos relativos à sua segurança pessoal são destacados no manual por um símbolo de alerta de segurança, enquanto os avisos referentes apenas a danos materiais não incluem tal símbolo. Os avisos a seguir foram graduados de acordo com o nível de perigo envolvido.

 <b>PERIGO</b>
Indica que irão ocorrer ferimentos graves ou morte se as devidas precauções não forem tomadas.
 <b>ADVERTÊNCIA</b>
Indica que poderão ocorrer ferimentos graves ou morte se as devidas precauções não forem tomadas.
 <b>CUIDADO</b>
Com o símbolo de alerta de segurança, indica que ferimentos leves poderão ocorrer se as devidas precauções não forem tomadas.
<b>CUIDADO</b>
Sem o símbolo de alerta de segurança, indica que danos materiais poderão ocorrer se as devidas precauções não forem tomadas.
<b>AVISO</b>
Indica que poderá ocorrer um resultado ou uma situação imprevisível se as informações correspondentes não forem levadas em conta.

Caso haja mais de um grau de perigo, será utilizado o aviso representando o maior grau existente. Um aviso de advertência de danos pessoais, com símbolo de alerta, poderá também incluir uma advertência referente a danos materiais.

### Pessoal qualificado

O dispositivo / sistema só poderá ser configurado e utilizado juntamente com esta documentação. Além disso, o comissionamento e a operação de um dispositivo / sistema só poderão ser realizados por pessoal qualificado. No contexto das notas de segurança desta documentação, define-se pessoas qualificadas como aquelas autorizadas a comissionar, aterrar e identificar dispositivos, sistemas e circuitos de acordo com práticas e normas estabelecidas de segurança.

### O uso adequado dos produtos Siemens

Observe o seguinte:

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
Os produtos Siemens poderão ser usados apenas para as aplicações descritas no catálogo e na documentação técnica relevante. Caso sejam utilizados produtos e componentes de outros fabricantes, eles deverão ser recomendados ou aprovados pela Siemens. Operações adequadas de transporte, armazenagem, instalação, montagem, comissionamento, operação e manutenção são necessárias para garantir que os produtos operem com segurança e sem problemas. É preciso observar as condições ambientais permissíveis, assim como as informações da documentação relevante.

### Marcas registradas

Todos os nomes acompanhados do símbolo ® são marcas registradas da Siemens AG. As outras marcas registradas presentes nesta publicação podem ser marcas cuja utilização por terceiros, para seus próprios fins, poderia violar os direitos do proprietário.

### Isenção de responsabilidade

Revisamos o conteúdo desta publicação para assegurar consistência com o hardware e o software descritos. Como não é possível excluir totalmente as variações, não podemos garantir plena consistência. No entanto, as informações desta publicação são revisadas periodicamente e as correções necessárias são sempre incluídas nas edições subsequentes.

# Índice

<b>1 Introdução</b> .....	<b>10</b>
1.1 Documentos do inversor .....	10
1.2 Descrição das classes de documentos .....	11
<b>2 Observações sobre segurança</b> .....	<b>12</b>
<b>3 Linha de produtos</b> .....	<b>16</b>
3.1 Visão geral do sistema .....	16
3.2 Visão geral das funções .....	17
<b>4 Designação/abordagem de parâmetros</b> .....	<b>21</b>
4.1 Visão geral dos parâmetros .....	21
4.2 Parâmetros de gravação.....	22
4.3 Parâmetros de monitoração.....	22
4.4 Atributos de parâmetros .....	23
<b>5 Tecnologia BICO</b> .....	<b>37</b>
5.1 Visão geral da tecnologia BICO .....	37
5.2 Utilização da tecnologia BICO .....	37
<b>6 Funções comuns dos inversores</b> .....	<b>33</b>
6.1 Identificação dos dados do motor .....	33
6.2 Potenciômetro motorizado (MOP).....	41
6.3 Rampa descendente de posicionamento .....	48
6.4 JOG .....	43
6.5 Funções de monitoração .....	56
6.5.1 Funções e mensagens gerais de monitoração .....	56
6.5.2 Monitoração do torque de carga .....	61
6.5.3 Proteção do módulo de potência.....	65
6.5.3.1 Monitoração geral de sobrecarga.....	65
6.5.3.2 Monitoração térmica do módulo de potência .....	67
6.5.4 Resposta de proteção térmica e sobrecarga do motor .....	71

6.5.4.1	Proteção térmica do motor sem o uso de sensores .....	75
6.5.4.2	Proteção térmica do motor com um termistor do tipo PTC.....	78
6.5.4.3	Proteção térmica do motor com um sensor KTY84.....	59
6.5.4.4	Proteção térmica do motor com um sensor ThermoClick.....	60
6.6	Funções de reinício .....	60
6.6.1	Reinício automático .....	60
6.6.2	Função flying restart .....	64
6.7	Conjuntos de dados.....	74
6.8	Freios eletromecânicos.....	87
6.8.1	Freio de retenção do motor.....	89
6.8.2	Freio instantâneo.....	97
6.9	Canal de ponto de ajuste .....	104
6.9.1	Soma e modificação do ponto de ajuste da frequência.....	104
6.9.2	Gerador da função de rampa .....	110
6.9.4	Operação manual e automática .....	124
6.9.5	FFBs e FFBs rápidos.....	127
6.9.6	Gerador de wobble .....	143
6.10	Funções de controle .....	105
6.10.1	Visão geral do controle em malha aberta e malha fechada.....	105
6.10.2	Controle V/f .....	107
6.10.2.1	Reforço de tensão .....	114
6.10.2.2	Compensação de escorregamento.....	118
6.10.2.3	Atenuação da ressonância de V/f.....	134
6.10.2.4	Controle de V/f com FCC .....	136
6.10.2.5	Limitação de corrente (controlador de I <sub>max</sub> ).....	139
6.10.3	Controle vetorial .....	143
6.10.3.1	Controle vetorial sem codificador de velocidade .....	147
6.10.3.2	Controle vetorial com codificador de velocidade.....	158
6.10.3.3	Controlador de velocidade .....	165

---

6.10.3.4	Controle de torque de circuito fechado.....	173
6.10.3.5	Circuito fechado de controle de torque (SLVC).....	177
6.10.3.6	Comutação entre controle de frequência e controle de torque.....	179
6.10.3.7	Limitação do ponto de ajuste de torque.....	182
<b>7</b>	<b>Funções disponíveis somente para inversores G120.....</b>	<b>134</b>
7.1	Controle de 2/3 fios.....	134
7.1.1	Controle padrão Siemens (P0727 = 0).....	155
7.1.2	Controle de 2 fios (P0727 = 1).....	159
7.1.3	Controle de 3 fios (P0727 = 2).....	161
7.1.4	Controle de 3 fios (P0727 = 3).....	164
7.3.3	Ponto de ajuste por meio de frequências fixas PID.....	187
7.4	Entradas digitais (DI).....	192
7.6	Entradas analógicas (conversor A/D).....	170
7.7	Saídas analógicas (conversor D/A).....	180
<b>8</b>	<b>Funções à prova de falhas.....</b>	<b>183</b>
8.1	Visão geral das funções à prova de falhas.....	183
8.1.1	Aplicações permissíveis para as funções à prova de falhas.....	187
8.1.2	Exemplos de aplicação para funções à prova de falhas.....	191
8.1.3	Dependência dos comandos à prova de falhas e OFF.....	195
8.2	Monitoração das funções à prova de falhas.....	186
8.3	Valores de limite para SS1 e SLS.....	194
8.4	Safe Torque Off.....	203
8.5	Safe Stop 1.....	219
8.6	Velocidade limitada com segurança.....	226
8.6.1	Velocidade limitada com segurança, modo 0.....	230
8.6.2	Velocidade limitada com segurança, modo 1.....	245
8.7	Controle seguro de frenagem.....	233
<b>9</b>	<b>Funções que dependem do módulo de alimentação.....</b>	<b>235</b>
9.1	Freios eletrônicos.....	235

9.1.1	Frenagem CC .....	236
9.1.2	Frenagem composta .....	242
9.2	Freio dinâmico.....	244
9.2.1	Frenagem dinâmica .....	246
9.2.2	Frenagem regenerativa.....	254
9.3	Controlador de tensão do circuito CC .....	258
9.3.1	Circuito fechado de controle Vcc.....	258
9.3.2	Controlador Vcc_max .....	260
9.3.3	Buffer cinético.....	262
A.1	Abreviações .....	266



# Introdução

## 1.1 Documentos do inversor

### Documentação técnica disponível

Pode-se encontrar informações e ferramentas de suporte abrangentes no site de Serviço e Suporte da Internet

- <http://support.automation.siemens.com>

É possível encontrar ali os seguintes tipos de documentos:

- Passos iniciais
- Instruções de operação
- Manual de instalação de hardware
- Manual de funções
- Manual de parâmetros
- Informações sobre produtos

### Outros endereços na Internet

É possível fazer o download dos documentos do inversor nos links abaixo:

- SINAMICS G110  
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/13740464/13740464>
- SINAMICS G120  
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/22339653/133300>
- SINAMICS G120D  
<http://www.siemens.com/sinamics-g120d>
- SIMATIC ET 200S FC  
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/18698679/133300>
- SIMATIC ET 200pro FC  
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/24622073/133300>

### Exemplos de aplicação

Pode-se encontrar vários exemplos de aplicação dos inversores no link abaixo:

- <http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/20208582/136000>

## 1.2 Descrição das classes de documentos

### 1.2 Descrição das classes de documentos

#### Descrição dos documentos

Esta seção descreve os documentos disponíveis para seu inversor:

#### Brochura

É literatura de divulgação, destinada a apresentar o produto ao mercado. Contém uma descrição básica do produto, com uma breve visão geral de seus recursos técnicos.

#### Catálogo

Apresenta informações que permitem ao usuário escolher o inversor adequado, incluindo todas as opções disponíveis. Contém especificações técnicas detalhadas, além de informações sobre pedidos e preços, permitindo que o cliente solicite os itens apropriados para suas aplicações ou instalações.

#### Primeiros passos

Apresenta advertências, desenhos dimensionais e breves informações de configuração para o cliente.

#### Instruções de operação

Fornecem dados sobre os recursos do inversor. Incluem ainda informações detalhadas sobre comissionamento, modos de controle, parâmetros do sistema, diagnóstico/solução de problemas, especificações técnicas e as opções disponíveis do produto.

#### Manual de instalação de hardware

Fornece dados sobre módulos de potência, considerando os recursos do produto. Oferece também informações detalhadas sobre instalação, especificações técnicas, desenhos dimensionais e as opções disponíveis do produto.

#### Manual de funções

É uma lista detalhada das funções do inversor. Contém descrições dos componentes internos, módulos e portas, assim como exemplos de utilização. São fornecidos também parâmetros associados e diversas operações lógicas dos controles.

#### Manual de parâmetros

Contém uma descrição detalhada dos parâmetros que é possível modificar, a fim de adequar o inversor a determinadas aplicações. Ele contém ainda uma série de diagramas de função para representar com diagramas tanto a natureza como a interoperabilidade dos parâmetros do sistema.

## Observações sobre segurança

### Instruções de segurança

As advertências, precauções e observações abaixo são fornecidas para sua segurança e como forma de evitar danos ao produto ou aos componentes das máquinas conectadas. Esta seção relaciona advertências, precauções e observações aplicáveis de modo geral ao se lidar com o inversor, classificadas como Gerais, Transporte / Armazenagem, Comissionamento, Operação, Reparação e Desmanche / Descarte.

Advertências, precauções e observações de atividades específicas aparecem no início das seções relevantes do manual e também nos pontos críticos de tais seções, com eventuais suplementações.

Procure ler as informações cuidadosamente, pois são fornecidas para sua segurança pessoal, além de prolongar a vida útil de seu inversor e dos equipamentos aos quais está conectado.

## Gerais

### ADVERTÊNCIA

O equipamento apresenta tensões perigosas e controla peças mecânicas rotativas que são potencialmente perigosas. A inobservância das advertências ou das instruções deste manual pode resultar em morte, ferimentos graves ou sérios danos materiais.

A proteção em caso de contato direto, por meio de medidas SELV / PELV (tensão extra baixa de segurança / proteção), só é admissível em áreas com conexões equipotenciais e ambientes internos secos. Se tais condições não forem satisfeitas, será preciso adotar outras medidas de proteção contra choque elétrico, tal como isolação protetora.

Somente pessoal qualificado deve trabalhar com esse equipamento e somente após familiarizar-se com todos os avisos de segurança e com os procedimentos de instalação, operação e manutenção existentes neste manual. A operação segura e correta do equipamento depende de aplicação, instalação, operação e manutenção corretas.

Como a fuga de terra do produto pode exceder 3,5 mA CA, é preciso ter uma conexão fixa de terra; além disso, a bitola mínima do cabo protetor de terra deve estar em conformidade com as normas locais de segurança para equipamentos com alta fuga de corrente.

Se for utilizado um RCD (também conhecido como ELCB ou RCCB), o módulo de potência irá operar sem desativações inconvenientes, desde que:

- Seja utilizado um dispositivo do tipo BRCD.
- O limite de desativação do RCD seja de 300 mA.
- O neutro da alimentação seja aterrado.
- Apenas um módulo de potência receba alimentação de cada RCD.
- Os cabos de saída tenham menos de 15 m (com blindagem) ou 30 m (sem blindagem).

A fonte de alimentação, os terminais CC e do motor e os cabos do freio e do termistor podem apresentar tensões perigosas, mesmo com o inversor inoperante. Aguarde ao menos cinco minutos após desenergizar o equipamento, para permitir que ele descarregue totalmente, antes de iniciar qualquer trabalho de instalação.

É estritamente proibido desconectar a rede elétrica a partir do lado referente ao motor no sistema; qualquer desconexão da rede deve ser efetuada no lado referente ao inversor.

Ao conectar a linha de alimentação ao inversor, veja se a caixa de terminais do motor está fechada.

O equipamento é capaz de fornecer proteção contra sobrecarga interna do motor, de acordo com a Norma UL508C. Veja os parâmetros P0610 e P0335;  $i^2t$  está normalmente ativada.

Ao se mudar do estado ativado para desativado de uma operação, se um LED ou outro indicador similar não ativer aceso ou ativo, não será indicação de que a unidade está desligada ou desenergizada.

É preciso sempre aterrar o inversor.

Isole a linha de alimentação antes de fazer ou substituir conexões na unidade.

Veja se o inversor está configurado para a tensão de alimentação correta. Ele não deve ser conectado a tensões superiores à nominal.

Descargas estáticas em superfícies ou interfaces que não são normalmente acessíveis (terminais ou pinos de conectores, por exemplo) podem causar mau funcionamento ou defeitos. Assim sendo, deve-se tomar medidas de proteção contra descargas eletrostáticas ao se trabalhar com inversores e seus componentes.

Observe especialmente as normas gerais e regionais de instalação e segurança sobre instalações com tensões perigosas (EN 50178, por exemplo), assim como as normas relevantes sobre o uso correto de ferramentas e equipamentos de proteção pessoal (EPP).



 CUIDADO

Deve-se evitar que o público em geral e crianças tenham acesso ou se aproximem do equipamento!

O equipamento deve ser utilizado apenas para os fins especificados pelo fabricante.

Modificações não autorizadas e o uso de peças de reposição e acessórios que não são comercializados ou recomendados pelo fabricante do equipamento podem causar incêndios, choques elétricos e ferimentos.

AVISO

Mantenha este manual próximo ao equipamento e disponível para todos os usuários.

Sempre que for necessário realizar medições ou testes no equipamento energizado, será preciso observar as normas do Código de Segurança BGV A2, particularmente o item 8 – “Desvios permissíveis ao trabalhar com partes energizadas”. Deve-se utilizar ferramentas eletrônicas adequadas.

Antes fazer a instalação e o comissionamento, leia cuidadosamente estas instruções e advertências de segurança, assim como todas as etiquetas de advertência afixadas ao equipamento. Veja se as etiquetas de advertência estão legíveis e substitua as faltantes ou danificadas.



## Linha de produtos

### 3.1 Visão geral do sistema

#### Famílias de inversores

Este manual contém a descrição de funções das seguintes famílias de inversores.

- SINAMICS G120
- SINAMICS G120D
- SIMATIC ET 200S FC
- SIMATIC ET 200pro FC

Todos os inversores, com exceção do ET 200pro FC, são de construção modular. Isso significa que, dentro de uma mesma série, é possível combinar uma gama de Unidades de Controle com diferentes Módulos de Potência.

Não se deve intercambiar módulos de potência e unidades de controle de gamas diferentes.

## 3.2 Visão geral das funções

Esta seção fornece uma visão geral sobre as funções disponíveis, de acordo com o tipo de inversor de frequência.

### Funções comuns dos inversores

Cada inversor oferece as seguintes funções:

- Identificação dos dados do motor
- Potenciômetro motorizado (indisponível nos modelos ET 200S FC e ET 200pro FC)
- Função JOG
- Funções de monitoração
  - Funções e mensagens gerais de monitoração
  - Monitoração do torque de carga
  - Proteção do módulo de potência
  - Monitoração geral de sobrecarga
  - Monitoração térmica do módulo
  - Resposta de proteção térmica e sobrecarga do motor
  - Modelo térmico do motor
  - Identificação de temperatura do motor após o re arranque
  - Sensores de temperatura
- Funções de reinício
  - Reinício automático
  - Função flying restart
- Conjuntos de dados
- Funções de freio eletromecânico
  - Freio de retenção do motor
  - Freio instantâneo
- Tecnologia BICO
- Canal de ponto de ajuste
  - Soma e modificação do ponto de ajuste da frequência
  - Gerador da função de rampa
  - Funções de desativação / frenagem
  - Operação manual e automática
  - FFBs e FFBs rápidos
  - Gerador de wobble
- Posicionamento da rampa descendente

- Funções de controle
  - Controle V/f
    - Reforço de tensão
    - Compensação de escorregamento
    - Atenuação da ressonância de V/f
    - Controle de V/f com FCC
    - Limitação de corrente (controlador de I<sub>max</sub>)
  - Controle vetorial
    - Controle vetorial sem codificador de velocidade
    - Controle vetorial com codificador de velocidade (indisponível para o ET 200pro FC)
    - Controlador de velocidade
    - Controlador de velocidade (SLVC) Circuito fechado de controle de torque
    - Circuito fechado de controle de torque (SLVC)
    - Comutação entre controle de frequência e controle de torque
    - Limitação do ponto de ajuste do torque

### **Funções disponíveis apenas nos inversores G120**

- Controle com 2 e 3 fios
- Frequências fixas
- Controlador de PID
  - Controle PID do rolo bailarino
  - Potenciômetro motorizado do PID
  - Ponto de ajuste por meio de frequências fixas do PID
- Funções digitais de entrada
- Funções digitais de saída
- Funções analógicas de entrada
- Funções analógicas de saída

### Funções à prova de falha

Tabela 3-1 Funções à prova de falha

	SINAMICS G120				SINAMICS G120D		SIMATIC		ET	ET
	CU240S	CU240S DP	CU240S DP-F	CU240S PN	CU240D DP	CU240D DP-F	ICU24	ICU24F <sup>1)</sup>	200pro FC	200pro FC-F <sup>2)</sup>
STO	---	---	X	---	---	X	---	X	---	X
SS1	---	---	X	---	---	X	---	X	---	X
SLS	---	---	X	---	---	X	---	X	---	X
SBC	---	---	X	---	---	---	---	---	---	---

<sup>1)</sup> Apenas em combinação com um módulo de potência ET 200 à prova de falha (PM-DF).

<sup>2)</sup> Apenas em combinação com um FRSM

### Funções de módulos de potência

Tabela 3-2 Funções de módulos de potência

	SINAMICS G120			SINAMICS G120D	ET 200S FC	ET 200pro FC
	PM240	PM250	PM260	PM250D	IPM25	
Controle de Vcc em circuito fechado	X	---	---	---	---	---
Freios eletrônicos	X	---	---	---	---	---
Frenagem dinâmica via resistor de chopper	X	---	---	---	---	---
Frenagem dinâmica via frenagem regenerativa	-	X	X	X	X	X
Controlador de Vcc	X	---	---	---	---	---

## Interfaces

A tabela abaixo define as fontes de funções realizáveis para cada dispositivo. Assim, por exemplo, no ET 200pro FC não é possível ativar a função MOP via BOP.

Tabela 3-3 Interfaces de comunicação das unidades de controle

	SINAMICS G120				SINAMICS G120D		ET 200S FC		ET	ET
	CU240S	CU240S DP	CU240S DP-F	CU240S PN	CU240D DP	CU240D DP-F	ICU24	ICU24F	200pro	200pro
Porta opcional (BOP/STARTER) via r0019	X	X	X	X	---	---	---	---	---	---
USS em RS232 via r2032	--	X	X	X	X	X	---	---	---	---
USS em RS485 via r2036	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PROFIBUS DB via r2090	---	X	X	---	X	X	Via	---	Via IM154-1 ou	Via IM154-1 ou
PROFINet via r8890	---	---	---	X	---	---	Via	---	Via	Via

Tabela 3-4 Interfaces para unidades de controle

	SINAMICS G120				SINAMICS G120D		ET 200S FC		ET	ET
	CU240S	CU240S DP	CU240S DP-F	CU240S PN	CU240D DP	CU240D DP-F	ICU24	ICU24F	200pro	200pro
MMC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Entradas digitais	9	9	6	6	6	6	---	---	---	---
Entradas digitais seguras	---	----	2	---	---	---	---	---	---	---
Saídas digitais	3	3	3	3	2	2	---	---	---	---
Entradas	2	2	2	2	---	---	---	---	---	---
Saídas analógicas	2	2	2	2	---	---	---	---	---	---
Codificador	X	X	X	X	X	X	X	X	---	---
PTC/KTY	X	X	X	X	---	---	X	X	---	---

Tabela 3-5 Interfaces para módulos de potência

	SINAMICS G120			SINAMICS G120D	ET 200S FC	ET 200pro	ET 200pro
	PM240	PM250	PM260	PM250D	IPM25	FC	FC-F
PTC/KTY no cabo do motor	-- -	---	---	X	---	X	X
Freio EM 24 V	X	X	X	---	X	---	---
Freio EM 180 V	-- -	---	---	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 V CC via XB1</li> <li>• 500 V CC via XB2</li> </ul>	X	X
Terminais CC+ / CC-	X	---	---	---	---	---	---
Chopper do freio	X	---	---	---	---	---	---

## Designação/abordagem de parâmetros

### 4.1 Visão geral dos parâmetros

#### Visão geral dos parâmetros

Pode-se adequar o inversor a uma aplicação específica empregando os parâmetros correspondentes. Isso significa que cada parâmetro é identificado por um número e por atributos específicos (por exemplo: parâmetro de monitoração, parâmetro de gravação, atributo de BICO, atributo de grupo, etc.). Em cada sistema específico de inversor, cada número de parâmetro é único.

É possível acessar os parâmetros utilizando as seguintes unidades de operador:

- BOP
- Ferramenta STARTER (de inicialização) para comissionamento instalada em PC.

Há dois tipos principais de parâmetros: aqueles que podem ser alterados e os que são apenas de leitura.

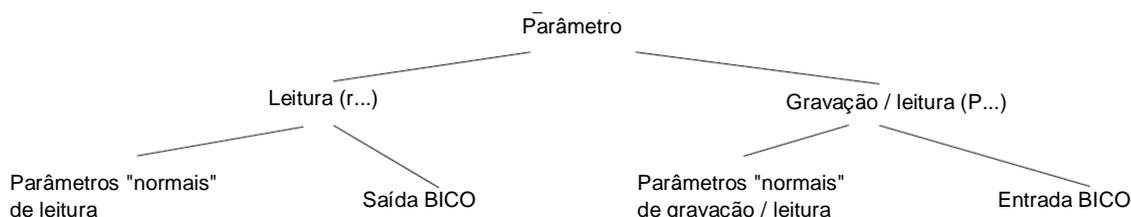


Figura 4-1 Tipos de parâmetros

## 4.2 Parâmetros de gravação

### Descrição

Os parâmetros que se pode gravar e exibir são indicados pelo prefixo "P".

Eles influenciam diretamente o comportamento de uma função. Os valores desses parâmetros são salvos em memória não volátil (EEPROM), desde que a opção correspondente seja selecionada (gravação não volátil de dados). Caso contrário, os valores são salvos na memória volátil (RAM) do processador, sendo então apagados após uma queda de energia ou operações de desativação / ativação.

Veja abaixo alguns exemplos da notação padrão empregada em todos os nossos manuais.

Exemplos de notação:

P0970	parâmetro 970
P0748.1	parâmetro 748, bit 01
P0819[1]	parâmetro 819 índice 1
P0013[0 ... 19]	parâmetro 13 com 20 índices (índices 0 a 19)

## 4.3 Parâmetros de monitoração

### Descrição

Os parâmetros que se pode apenas monitorar são indicados pelo prefixo "r".

Utiliza-se tais parâmetros para exibir quantidades internas, tais como estados e valores reais.

**Exemplos de notação:**

r0002	parâmetro de monitoração 2
r0052.3	parâmetro de monitoração 52, bit 03
r0947[2]	parâmetro de monitoração 947 índice 2
r0964[0 ... 4]	parâmetro de monitoração 964 com 5 índices (índices 0 a 4)

## 4.4 Atributos de parâmetros

### Visão Geral

No manual de parâmetros, a linha de cabeçalho de cada parâmetro exhibe todos os seus atributos e grupos. A figura abaixo mostra os detalhes relativos aos parâmetros P0700 e r1515.

Índice	BICO (se existir)			
P0700[0...2] CU240S DP/ CU240S DP-F		Selection of command source/Command source se		
		Access level: 3	P-Group: Commands	Data type: Unsigned16
		Quick comm.: NO	Activ: YES	Data set: CDS
		Can be changed: T	Unit: -	
		Min. 0	Max. 6	Factory setting 2
Variantes de CU / PM				

Figura 4-2 Descrição dos atributos do parâmetro P0700

	BICO (se existir)			
r1515 G120		CO: Additional torque setpoint/CO: Add. trq. set		
		Access level: 3	P-Group: Closed-loop control	Data type: Floating Point
		Unit: -		

Figura 4-3 Descrição dos atributos do parâmetro r1515

### Index (Índice)

Com o uso do índice, pode-se definir um parâmetro (p0013[20], por exemplo) com vários elementos consecutivos (20 neste exemplo). Define-se cada índice individual com um valor numérico.

Ao ser transferido para um parâmetro, o índice torna esse parâmetro indexado com vários valores. Os valores são identificados pelo número do parâmetro, incluindo o valor do índice (p0013[0], p0013[1], p0013[2], p0013[3], p0013[4], por exemplo).

Usa-se os parâmetros indexados em (por exemplo):

- Conjuntos de dados de acionamento (Drive Data Sets – DDS)
- Conjuntos de dados de comando (Command Data Sets – CDS)
- Subfunções.

## BICO

Os seguintes tipos de parâmetros conectáveis estão disponíveis. Veja a descrição da tecnologia na seção "Tecnologia BICO".

Tabela 4-1 Atributos de parâmetros - BICO

BICO	Descrição
BI	Entrada de binector
BO	Saída de binector
CI	Entrada de conector
CO	Saída de conector
CO/BO	Saída de conector / saída de binector

## Access level (Nível de acesso)

Controla-se o nível de acesso usando o parâmetro P0003. Nesse caso, apenas tais parâmetros estão visíveis no BOP – onde o nível de acesso é menor ou igual ao valor designado no parâmetro P0003. Por outro lado, apenas os níveis de acesso 0 e 3 são relevantes para o STARTER. Assim, por exemplo, não será possível alterar parâmetros com nível de acesso 3 caso o nível de acesso adequado não tenha sido estabelecido.

Os seguintes níveis de acesso são implementados nos inversores:

Tabela 4-2 Atributos de parâmetros – Access level

	Descrição
0	Manual de parâmetros definido pelo usuário (veja P0013)
1	Acesso padronizado aos parâmetros usados com mais frequência
2	Acesso estendido (às funções I/O do inversor, por exemplo)
3	Acesso exclusivo para usuários experientes
4	Acesso de serviço para pessoal autorizado de manutenção – com proteção por senha

### Observação

No STARTER, todos os parâmetros de usuário (estágio de acesso 3) são sempre exibidos por meio da lista exclusiva

– independentemente da configuração p0003 = 0, 1, 2 ou 3.

Ao se alterar parâmetros por meio do STARTER ou de um sistema controlador de maior nível, as alterações de valor dos parâmetros tornam-se efetivas de imediato.

**Can be changed (Pode ser alterado)**

Só é possível alterar os parâmetros "P" de acordo com o estado do inversor. O valor do parâmetro não será aceito se o estado instantâneo não estiver listado no atributo de parâmetros "Can be changed". Assim, por exemplo, o parâmetro P0010 de comissionamento rápido com atributo "CT" só poderá ser alterado no "C" de comissionamento rápido ou no "T" de pronto, mas não no "U" de operação.

Tabela 4-3 Atributos de parâmetros – Can be changed

Estado	Descrição
C	Comissionamento rápido
U	Operação (acionador em operação)
T	Acionador pronto para operar

**Data types (Tipos de dados)**

O tipo de dados de cada parâmetro define a faixa máxima possível de valores. Utiliza-se cinco tipos de dados para o inversor. Eles representam um valor inteiro sem sinal (U16, U32) ou um valor de ponto flutuante (float). A faixa de valores é frequentemente restrita por um valor mínimo e um valor máximo (min, max) ou com o uso de quantidades do inversor / motor.

Tabela 4-4 Atributos de parâmetros – Data types

Tipo de dados	Descrição
U16	Valor inteiro sem sinal, com tamanho de 16 bits
U32	Valor inteiro sem sinal, com tamanho de 32 bits
I16	Valor inteiro de 16 bits com sinal
I32	Valor inteiro de 32 bits com sinal
Float	Valor simples e preciso de ponto flutuante, de acordo com o formato padronizado do IEEE; faixa máxima de valores: -3.39e+38 –+3.39e+38

**Unit (Unidade)**

Os valores de parâmetros aceitam as seguintes unidades:

Tabela 4-5 Atributos de parâmetros – Unit

Unidade	Descrição	Unidade	Descrição
-	Sem dimensão	m/s	Metros por segundo
%	Porcentagem	Nm	Newton metro
A	Ampère	W	Watt
V	Volt	kW	Quilowatt
Ohm	Ohm	Hp	Horse power
us	Microsssegundos	kWh	Quilowatt-horas
ms	Milissegundos	°C	Graus Celsius
s	Segundos	m	Metro
Hz	Hertz	kg	Quilogramas
kHz	Quilohertz	°	Graus (graus angulares)
1/min	Rotações por minuto [RPM]		

**Grouping (Agrupamento)**

Os parâmetros são subdivididos em grupos, de acordo com suas funções. Isto eleva a transparência e permite uma busca mais rápida e eficiente de parâmetros específicos. Além disso, pode-se usar o parâmetro P0004 para controlar o grupo específico de parâmetros exibidos no BOP.

Tabela 4-6 Atributos de parâmetros – Grouping

Agrupamento	Descrição		Área principal de parâmetros:
ALWAYS	0	Todos os parâmetros	
INVERTER	2	Parâmetros do inversor	0200 ... 0299
MOTOR	3	Parâmetros do motor	0300 ... 0399 e
ENCODER	4	Codificador de velocidade	0400 ... 0499
TECH_APL	5	Aplicações / unidades técnicas	0500 ... 0599
COMMANDS	7	Comandos de controle, I/O digital	0700 ... 0749 e
TERMINAL	8	Entradas / saídas analógicas	0750 ... 0799
SETPOINT	10	Canal do ponto de ajuste e gerador da função de rampa	1000 ... 1199
Safety integrated	11	Funções à prova de falha	9000 ... 9999
FUNC	12	Funções do inversor	1200 ... 1299
CONTROL	13	Controle do motor em circuito fechado / fechado	1300 ... 1799
COMM	20	Comunicações	2000 ... 2099
ALARMS	21	Falhas, advertências, funções de monitoração	0947 ... 2199
TECH	22	Controlador de tecnologia (controlador do PID)	2200 ... 2399

**Active (Ativo)**

Esse atributo só tem importância em conjunto com um BOP. O atributo "Yes" indica que esse valor é aceito imediatamente ao ser alterado. Essa propriedade é exibida especialmente por parâmetros empregados em funções de otimização (parâmetro P1310 de reforço constante de tensão ou constantes de tempo de filtro, por exemplo). Por outro lado, no caso de parâmetros com o atributo "First confirm", o valor será aceito apenas ao se pressionar a tecla **P**. Eles incluem, por exemplo, parâmetros nos quais os valores podem ter diferentes configurações / significados (por exemplo: selecionar a fonte do ponto de ajuste de frequência P1000).

Tabela 4-7 Atributos de parâmetros – Active

Active	Descrição
Yes	O valor torna-se válido de imediato
First confirm	O valor torna-se válido quando a tecla <b>P</b> é pressionada

**Observação**

Não é preciso confirmar valores de parâmetros que são alterados por meio do STARTER ou um controle de maior nível.

**Quick commissioning (Comissionamento rápido)**

Esse atributo de parâmetros indica se cada parâmetro está incluído ou não no comissionamento rápido (QC) (P0010 = 1).

Tabela 4-8 Atributos de parâmetros – Quick commissioning

QC	Descrição
No	O parâmetro não está incluído no comissionamento rápido
Yes	O parâmetro está incluído no comissionamento rápido

**Value range (Faixa de valores)**

A faixa de valores, que é especificada primeiramente pelo tipo de dados, está restrita por valores mínimos e máximos, de acordo com as grandezas do inversor / motor. Os valores mínimo e máximo são salvos no inversor de modo permanente e não podem ser alterados pelo usuário. Como apoio ao comissionamento, cada parâmetro de gravação possui um valor padronizado denominado valor de fábrica.

Tabela 4-9 Atributos de parâmetros – Value range

Faixa de valores	Descrição
-	Nenhum valor inserido (p. ex.: "parâmetro r")
Min	Valor mínimo
Max	Valor máximo
Def	Valor de fábrica

### **Data sets (Conjuntos de dados)**

A seção respectiva fornece uma descrição detalhada dos conjuntos de dados.

Tabela 4-10          Conjuntos de dados

BICO	Descrição
CDS	Conjunto de dados de comando
DDS	Conjunto de dados de acionamento

## Tecnologia BICO

### 5.1 Visão geral da tecnologia BICO

#### Interconexão de sinais (BICO)

Um inversor de última geração deve ser capaz de interconectar sinais internos e externos (valores de ponto de ajuste ou reais e sinais de controle ou status). Essa função de interconexão deve ter um elevado grau de flexibilidade, para adequar o inversor a novas aplicações. Além disso, é necessário um alto nível de usabilidade, que também satisfaz as aplicações mais comuns. Para atender esses requisitos, utiliza-se a tecnologia BICO e uma parametrização rápida empregando os parâmetros P0700/P1000.

### 5.2 Utilização da tecnologia BICO

#### Descrição

Com a tecnologia BICO, é possível interconectar livremente os dados de processo utilizando a parametrização "padronizada" do inversor.

Para esse fim, definem-se os **valores** que podem ser livremente interconectados como "**Conectores**" – por exemplo, ponto de ajuste de frequência, valor real de frequência, valor real de corrente, etc.

Por outro lado, definem-se todos os **sinais digitais** que podem ser livremente interconectados como "**Binectores**" – por exemplo, status de uma entrada digital, liga/desliga, função de mensagem quando um limite é excedido, etc.

Há muitas grandezas de entrada e saída (assim como grandezas do controle em malha fechada) que podem ser interconectadas em um inversor. É possível adaptar o inversor aos vários requisitos empregando-se a tecnologia BICO.

### Binectores

Um binector é um sinal digital (binário) sem unidade, que pode assumir o valor 0 ou 1. Os binectores sempre se referem a funções e estão subdivididos em entradas de binector e saídas de binector (veja a tabela abaixo). Nesse caso, a entrada de binector é sempre designada com um parâmetro "P" (exemplo: P0840 BI: ON/OFF1, enquanto uma saída de binector é sempre representada com um parâmetro "r", por exemplo: r1025 BO: Status de FF).

Como se pode ver nos exemplos acima, os parâmetros de binector utilizam as seguintes abreviações após os nomes de parâmetros:

**BI: Entrada de binector, recebimento de sinal (parâmetros "P")**

É possível interconectar o parâmetro BI com uma saída de binector como fonte, ao inserir o número de parâmetro da saída de binector (parâmetro BO) como valor no parâmetro BI.

**BO: Saída de binector, fornecimento de sinal (parâmetros "r")**

Pode-se usar o parâmetro BO como fonte para os parâmetros BI. Para cada interconexão específica, o número do parâmetro BO deve ser inserido no parâmetro BI.

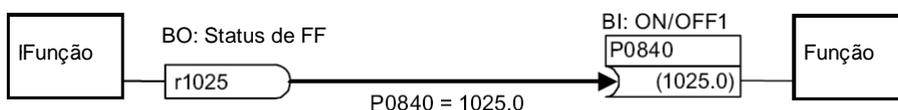


Figura 5-1 Saída de binector (BO) ⇒ Entrada de binector (BI)

Ao se escolher uma frequência fixa, o bit de status da frequência fixa (r1025) é configurado internamente de 0 para 1.

A fonte do comando ON/OFF1 é o parâmetro P0840 (DI0 normal). Se o bit de status de frequência fixa for conectado como fonte para P0840 (P0840 = 1025), o inversor começará ativando uma frequência fixa e irá parar com OFF1, em uma desativação.

### Símbolos de binectores

Tabela 5-1 Símbolos de binectores

Abreviação e símbolo	Nome	Função
BI	Entrada de binector (recebimento de sinal)	Fluxo de dados 
BO	Saída de binector (fornecimento de sinal)	Fluxo de dados 

## Conectores

Todo conector tem um valor (de 16 ou 32 bits), que pode incluir uma grandeza normalizada (sem dimensão), assim como uma grandeza com unidade associada. Os conectores sempre se referem a funções e estão subdivididos em entradas de conector e saídas de conector. Da mesma forma que ocorre para os binectores, as entradas de conector são caracterizadas por um parâmetro "P" (exemplo: P0771 CI: AO (saída analógica)), enquanto as saídas de conector são sempre representadas por um parâmetro "r" (exemplo: r0021 CO: frequência ativa).

Como se pode ver nos exemplos acima, os parâmetros de conector utilizam as seguintes abreviações após os nomes de parâmetros:

### CI: Entrada de conector, recebimento de sinal (parâmetros "P")

É possível interconectar o parâmetro CI com uma saída de conector como fonte, ao inserir o número de parâmetro da saída de conector (parâmetro CO) como valor no parâmetro CI.

### CO: Saída de conector, fornecimento de sinal

Pode-se usar o parâmetro CO como fonte para os parâmetros CI. Para cada interconexão específica, o número do parâmetro CO deve ser inserido no parâmetro CI.

## Exemplo

Associar o parâmetro r0755 (Exibir entrada analógica, escalonada por meio de  $ASP_{\min}$  e  $ASP_{\max}$ ) com um valor interno (ponto de ajuste principal da frequência), a fim de calcular o valor escalonado internamente. Interconecta-se então o parâmetro CO r0755 (entrada analógica escalonada) ao parâmetro CI P1070 (ponto de ajuste principal).

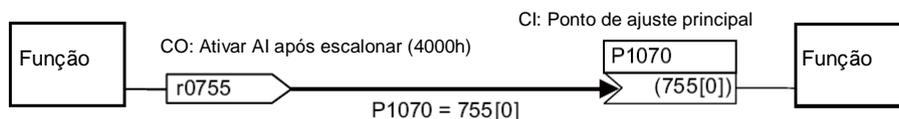


Figura 5-2 Saída de conector (CO) ⇒ Entrada de conector (CI)

## Símbolos de conectores

Tabela 5-2 Símbolos de conectores

Abreviação e símbolo	Nome	Função
CI	Entrada de conector (recebimento de sinal)	Fluxo de dados 
CO	Saída de conector (fornecimento de sinal)	Fluxo de dados 

**Saídas de conectores e binectores**

Além disso, há parâmetros "r" nos quais se combina várias saídas de binector em uma palavra (exemplo: CO/BO: Palavra de status 1). Esse recurso reduz o número de parâmetros e simplifica a parametrização com o uso da interface serial (transferência de dados). Esses parâmetros são caracterizados também pelo fato de não terem unidades e de cada bit representar um sinal digital (binário).

Como se pode ver nos exemplos de parâmetros, esses parâmetros combinados utilizam as seguintes abreviações após os nomes de parâmetros:

CO/BO: Saída de conector / Saída de binector, fornecimento de sinal ("r")

Podem-se usar os parâmetros CO/BO como fonte para os parâmetros CI e BI:

- Para se interconectar todos os parâmetros CO/BO, é preciso inserir o número do parâmetro no parâmetro CI correto (exemplo: P2016[0] = 52).
- Ao se interconectar um único sinal digital, além do número de parâmetro CO/BO é preciso inserir também o número do bit no parâmetro CI (exemplo: P0731 = 52.3).

**Exemplo**

###Beispielbeschreibung###

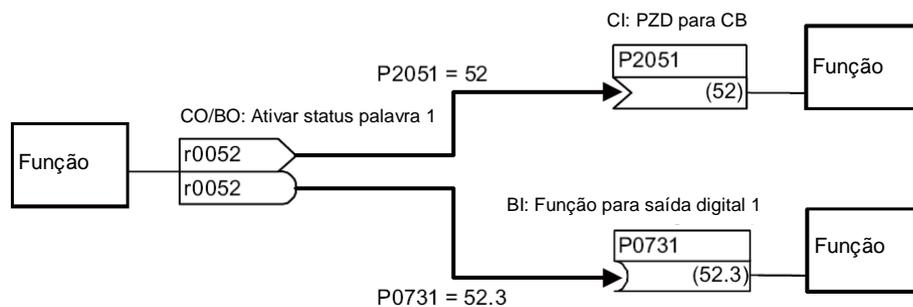


Figura 5-3 Saída de conector / Saída de binector (CO/BO)

**Símbolos das saídas de conectores e binectores**

Tabela 5-3 Símbolos das saídas de conectores e binectores

Abreviação e símbolo	Nome	Função
CO/BO	Saída de binector / conector (fornecimento de sinal)	Fluxo de dados  CO/BO: ...

Para se interconectar dois sinais, é preciso designar um parâmetro de configuração BICO (recebimento de sinal) ao parâmetro de monitoração BICO requerido (fornecimento de sinal).

**Observação**

Os parâmetros BICO do tipo CO, BO ou CO/BO podem ser usados múltiplas vezes.

## Funções comuns dos inversores

### 6.1 Identificação dos dados do motor

#### Descrição

O inversor dispõe de uma técnica de medição que é utilizada para determinar os parâmetros do motor:

Diagrama equivalente de circuito (ECD)	→	P1900 = 2
Mede o diagrama equivalente de circuito (ECD) + Característica de magnetização (inclui P1900 = 2)	→	P1900 = 3

Por motivos referentes ao controle, é essencial que os dados do motor sejam identificados. Sem essa identificação, só é possível estimar os dados de ECD usando as informações da placa de características do motor. Assim, por exemplo, a resistência do estator é extremamente importante para a estabilidade do controle vetorial em malha fechada e para o reforço de tensão da característica V/f. É preciso executar a rotina de identificação de dados do motor, especialmente se forem utilizados cabos alimentadores longos ou motores de terceiros.

Ao se executar a rotina de identificação de dados do motor pela primeira vez, os seguintes dados são determinados, começando pelos dados da placa de características (dados nominais), com P1900 = 2:

- Dados de ECD
- Resistência do cabo do motor
- Tensão de estado ativado nos IGBTs e compensação dos tempos inativos de chaveamento dos IGBTs

Os dados da placa de características representam os valores iniciais da identificação. Eis porque é necessário ter a inserção correta dos dados dessa placa ao se determinar os dados acima especificados.

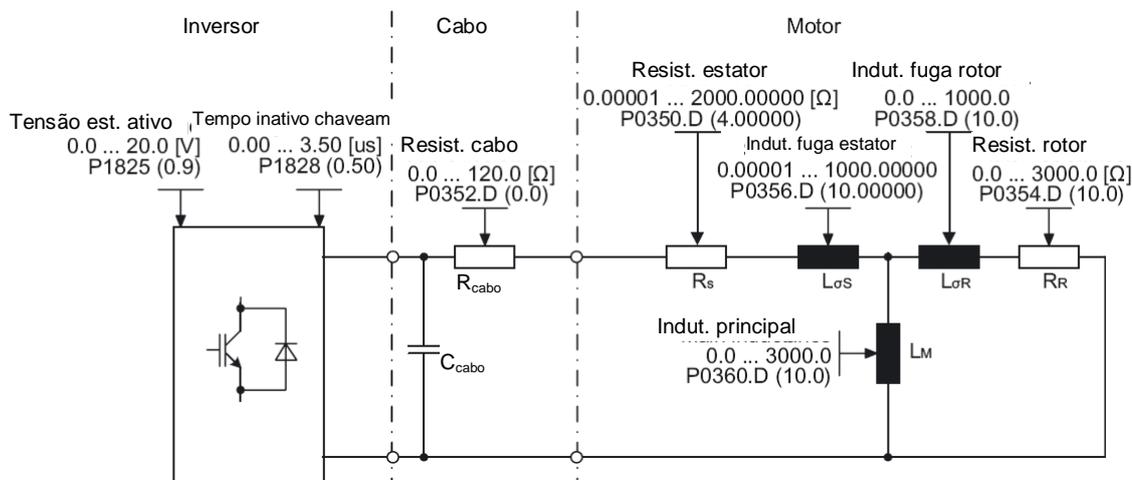


Figura 6-1 Diagrama equivalente de circuito (ECD)

Além dos dados de ECD, é possível determinar a característica de magnetização do motor (veja a figura acima) por meio da identificação de dados do motor (P1900 = 3). Se a combinação motor-inversor for utilizada na faixa de atenuação do campo (que está acima da frequência nominal do motor), será preciso então determinar essa característica, especialmente ao se utilizar o controle vetorial. Como resultado dessa característica de magnetização, o inversor pode calcular com precisão, na faixa de atenuação do campo, a corrente gerada no campo e dessa forma obter maior precisão de torque.

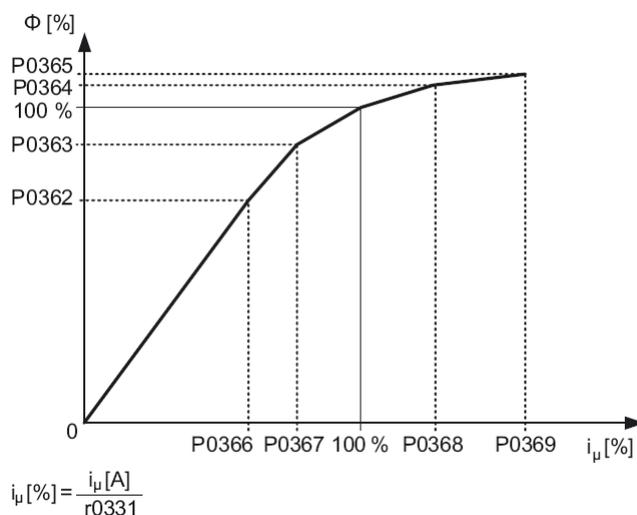


Figura 6-2 Característica de magnetização

A identificação de dados do motor é efetuada com o motor parado e costuma durar – incluindo o cálculo de dados por seleção (P1900 = 2 ou 3) – entre 20 segundos e 4 minutos, dependendo das dimensões do motor. Com a identificação de dados do motor ativada, aparece a mensagem A0541.

Deve-se realizar a rotina de identificação de dados do motor com ele em condição fria, de modo que os valores salvos de resistência do motor possam ser atribuídos ao parâmetro P0625 de temperatura ambiente. Só então é possível adaptar as resistências à temperatura correta durante a operação.

A rotina de identificação de dados do motor opera com os resultados da "parametrização completa" (P0340 = 1) ou com os dados gravados mais recentemente do diagrama equivalente do motor. O resultado torna-se cada vez melhor com a execução repetida da rotina de identificação (até 3 vezes).

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
Não é permitido executar a rotina de identificação do motor com cargas potencialmente perigosas (cargas suspensas em aplicações com guindastes, por exemplo). Antes de iniciar a rotina de identificação dos dados, deve-se fixar a carga potencialmente perigosa (baixando a carga até o solo ou fixando-a com o freio de retenção do motor, por exemplo).
Ao se iniciar a rotina de identificação de dados do motor, o rotor poderá mover-se para uma posição preferencial. Isso será mais significativo em motores de grande porte.

### Observação

Os dados do circuito equivalente (P0350, P0354, P0356, P0358, P0360) e a resistência do cabo do motor (P0352) devem ser inseridos como valores de fase.

É recomendável inserir primeiramente a resistência do cabo de alimentação do motor (p0352) antes de iniciar a medição em estado parado (p1900), de modo a incluí-la ao se calcular a resistência do estator (p0350).

A inserção da resistência do cabo eleva a precisão de adaptação da resistência térmica, especialmente ao se utilizar cabos de alimentação longos. Isso permite controlar o comportamento em baixa velocidade, particularmente durante o controle vetorial sem uso de sensores.

Não é necessário bloquear o rotor do motor durante a rotina de identificação dos dados, mas isso deve ser feito se possível (aplicando-se o freio de retenção do motor, por exemplo).

Antes de iniciar a identificação do motor, é preciso inserir a temperatura ambiente correta em P0625 (o valor normal é de 20°C).

Pode-se empregar a fórmula abaixo para verificar se os dados da placa de características estão corretos:

$$P_N = \sqrt{3} * V_{NY} * I_{NY} * \cos\phi * \eta \approx \sqrt{3} * V_{N\Delta} * I_{N\Delta} * \cos\phi * \eta$$

onde:

$P_N$	potência nominal do motor
$V_{NY}, V_{N\Delta}$	tensão nominal do motor (estrela/triângulo)
$I_{NY}, I_{N\Delta}$	corrente nominal do motor (estrela/triângulo)
$\cos\phi$	fator de potência
$\eta$	eficiência

Caso ocorram problemas durante a identificação de dados do motor (oscilação do controlador de corrente, por exemplo), será preciso verificar novamente os dados da placa de características e inserir então uma corrente de magnetização aproximadamente correta em P0320. Em seguida, deve-se reiniciar a rotina de identificação de dados por meio de P1900 = 2 ou P1900 = 3.

A seção "Comissionamento rápido" fornece uma descrição passo a passo do processo.

## 6.2 Potenciômetro motorizado (MOP)

### Dados

**Essa função não está disponível para os modelos ET 200S FC e ET 200pro FC**

Faixa de parâmetros:	P1031...r1050
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP3100

### Descrição – operação

A função do potenciômetro motorizado (MOP) emula um potenciômetro eletromecânico para a inserção de pontos de ajuste. O valor do MOP, ajustado pelo comando "MOP UP" (P1035) ou "MOP DOWN" (P1036), é armazenado em r1050 e pode ser conectado como ponto de ajuste principal ou adicional.

É possível selecionar a função MOP utilizando entradas digitais, o painel do operador ou uma interface de comunicação.

O comportamento do MOP depende também da duração dos comandos "MOP UP" (P1035) e "MOP DOWN" (P1036):

- P1035 / P1036 (MOP UP / MOP DOWN) = 1 para < 1 s: A frequência muda em passos de 0,1 Hz.
- P1035 / P1036 (MOP UP / MOP DOWN) = 1 para > 1 s: A frequência aumenta (diminui) com o tempo indicado em P1047 (P1048), mas não inferior a 2 s.

Tabela 6-1 Visão geral do comportamento do MOP

Potenciômetro motorizado		Função
MOP UP	MOP DOWN	
0	0	Ponto de ajuste congelado
0	1	Reduzir ponto de ajuste
1	0	Aumentar ponto de ajuste
1	1	Ponto de ajuste congelado

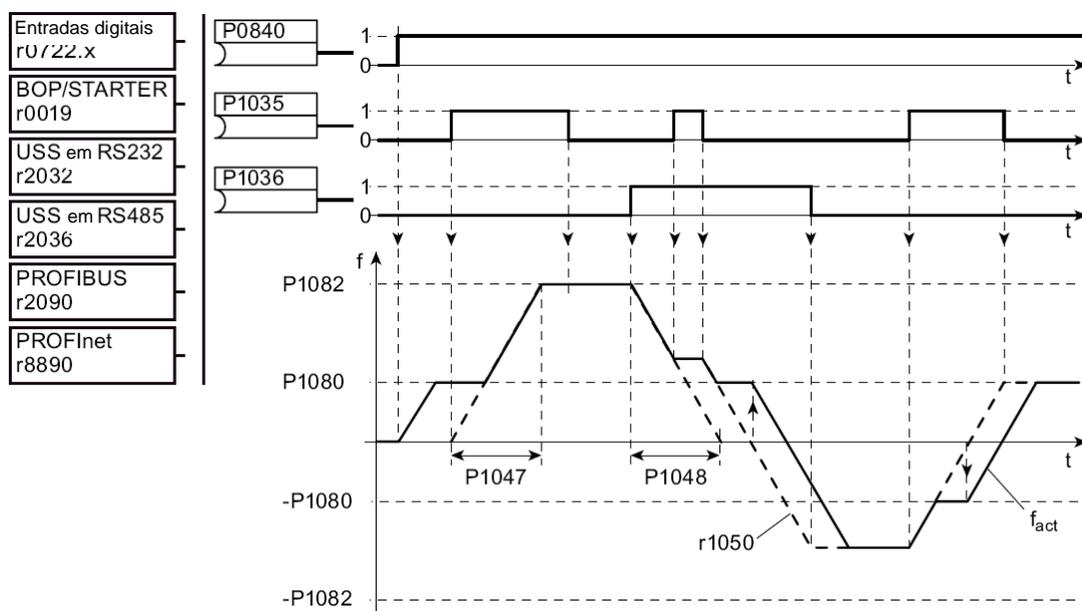


Figura 6-3 Detalhes do comportamento do MOP

## Valores de entrada

Tabela 6-2 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1035 = ...	<b>MOP UP</b> fontes possíveis: 722.x (entradas digitais), 19.13 (BOP, padrão), 2032.13 (USS em RS232), 2036.13 (USS em RS485), 2091.13 (PROFIBUS DP) r8890.13 (PROFINet)	
P1036 = ...	<b>MOP DOWN</b> fontes possíveis: 722.x (entradas digitais), 19.14 (BOP, padrão), 2032.14 (USS em RS232), 2036.14 (USS em RS485), 2091.14 (PROFIBUS DP) r8890.14 (PROFINet)	
P1041 = ...	<b>Select MOP setpoint source</b> 0 = manual (padrão): ponto de ajuste do MOP via P1035 e P1036 1 = automático (ponto de ajuste do MOP via P1042)	
P1042 = ...	<b>MOP auto setpoint</b> ponto de ajuste a partir do potenciômetro motorizado automático (selecionado via P1041) (padrão = 0).	
P1043 = ...	<b>MOP accept ramp generator setpoint</b> Uma borda positiva por meio desse parâmetro determina a fonte do ponto de ajuste para o sinal do MOP em P1044. 0 = inativo (padrão)	
P1044 = ...	<b>MOP ramp generator setpoint</b> Ponto de ajuste do MOP ativado por meio de uma borda positiva em P1043. Esse valor torna-se ativo de imediato na saída do MOP, sem o tempo de rampa ascendente definido em P1047 (padrão = 0)	

Tabela 6-3 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1031 = ...	<b>MOP mode</b> 0: O último ponto de ajuste do MOP não foi salvo em P1040; o MOP UP/DOWN requer um comando ON para se tornar ativo (padrão). 1: O último ponto de ajuste do MOP foi salvo em P1040; o MOP UP/DOWN requer um comando ON para se tornar ativo. 2: O último ponto de ajuste do MOP não foi salvo em P1040; MOP UP/DOWN ativo sem comando ON adicional. 3: O último ponto de ajuste do MOP foi salvo em P1040; MOP UP/DOWN ativo sem comando ON adicional.	
P1032 = ...	<b>Inhibit reverse direction of MOP</b> 0: inversão do ponto de ajuste permitida (padrão) 1: inversão do ponto de ajuste inibida.	
P1040 = ...	<b>Setpoint of the MOP</b> -650 ... 650 Hz: Determina o ponto de ajuste do MOP (padrão = 5 Hz)	
P1047 = ...	<b>MOP ramp-up time</b> 0 ... 1000 s: Define o tempo de rampa ascendente da condição parada até a frequência máxima do motor para o gerador de rampa do MOP (padrão = 10 s).	
P1048 = ...	<b>MOP ramp-down time</b> 0 ... 1000 s: Define o tempo de rampa descendente da frequência máxima do motor até a condição parada para o gerador de rampa do MOP (padrão = 10 s).	

### Valor de saída

r1045	<b>MOP ramp generator input frequency</b> Frequência de entrada do gerador de rampa
r1050	<b>Actual Output frequency of the MOP</b>

### Outros parâmetros sobre a função do MOP

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1080 = ...	<b>Min. frequency</b> 0 (padrão) ... 650 Hz: Limite inferior da frequência do motor, independentemente do ponto de ajuste da frequência.	
P1082 = ...	<b>Max. frequency</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 50 Hz): Limite superior da frequência do motor, independentemente do ponto de ajuste da frequência.	

## Exemplos

Tabela 6-4 Fontes de ponto de ajuste do MOP

Função	Fonte		
	BOP	Interface serial (PROFIBUS, p. ex.)	Entradas digitais
P1035 (MOP UP) P1036 (MOP DOWN)	= 19.13 = 19.14	= 2090.13 = 2090.14	= 722.4 (DI4) = 722.5 (DI5)

Tabela 6-5 Ponto de ajuste do MOP como ponto de ajuste principal ou adicional

Função	Fonte
P1070 (ponto de ajuste principal) P1075 (ponto de ajuste adicional)	= r1050 (Freq. saída MOP)

### 6.3 Rampa descendente de posicionamento

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P2480 ... r2489
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

Pode-se usar a rampa descendente de posicionamento em aplicações nas quais é preciso mover uma distância residual até o batente, de acordo com um evento externo (chave BERO, por exemplo). Nesse caso, o inversor gera uma rampa de frenagem contínua ao selecionar OFF1, dependendo da velocidade real da carga. O motor irá desacelerar ao longo dessa rampa de frenagem calculada, a fim de cobrir a distância parametrizada (veja a figura abaixo).

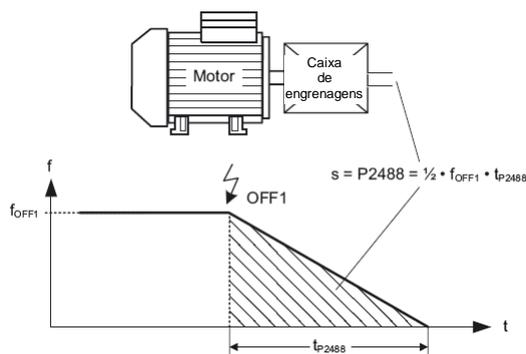


Figura 6-4 Rampa descendente de posicionamento

Para se parametrizar a rampa descendente de posicionamento, deve-se inserir em P2488 a distância restante que é preciso percorrer, com referência à carga. Para realizar o cálculo de distância residual no lado da carga, é necessário parametrizar adequadamente o arranjo mecânico do eixo (relação da caixa de engrenagens, eixo linear ou rotativo – veja a figura abaixo).

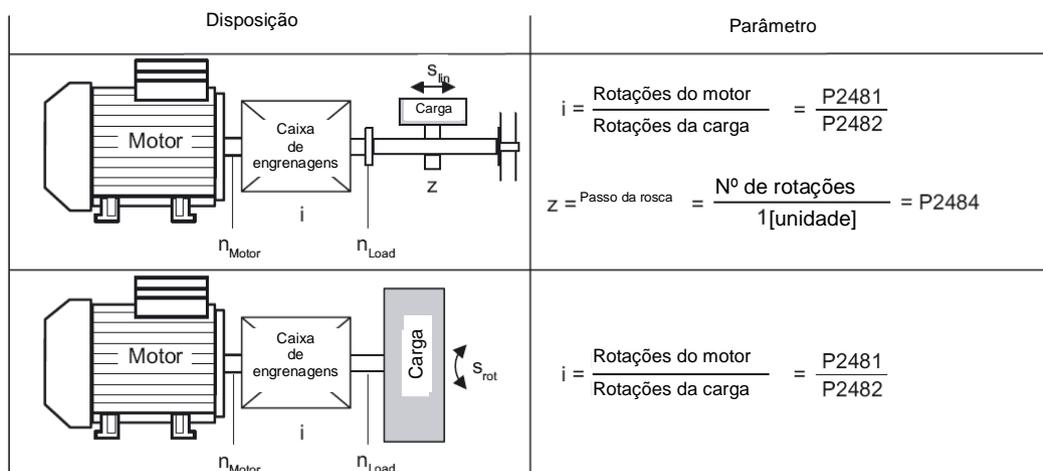


Figura 6-5 Eixo rotativo ou linear

O inversor de frequência usa esses dados para calcular a razão entre a distância e as rotações do motor, podendo então considerar o movimento no lado da carga.

#### Observação

O parâmetro "Switch-off frequency" (frequência de desativação – P2167) pode influenciar o resultado de posicionamento final.

## Valores de entrada

Tabela 6-6 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2480 = ...	<b>Enable positioning ramp down manually</b> Define o sinal de origem para se habilitar / desabilitar o posicionamento.	
P2481 = ...	<b>Gearbox ratio input</b> 0.01 ... 9999.99 (padrão: 1.00) Define a relação entre o número de rotações do eixo do motor e uma rotação do eixo de entrada da caixa de engrenagens.	
P2482 = ...	<b>Gearbox ratio output</b> 0.01 ... 9999.99 (padrão: 1.00) Define a relação entre o número de rotações do eixo do motor e uma rotação do eixo de saída da caixa de engrenagens.	
P2484 = ...	<b>No. of shaft turns = 1 Unit</b> 0.01 ... 9999.99 (padrão: 1.00) Define o número de rotações, no eixo do motor, necessário para representar 1 unidade da unidade selecionada pelo usuário.	
P2487 = ...	<b>Positional error trim value</b> -99 ... 200 (padrão: 0) Correção de erro de deslocamento por causa de um erro mecânico.	
P2488 = ...	<b>Distance / No. of revolutions</b> 0.01 ... 9999.99, Número de unidades (P2484) para a rampa descendente (padrão = 1.00) Define a distância ou o número de rotações que se requer.	

### Valor de saída

r2489	<b>Tracking Values</b> Índice: 1: Número de rotações restantes do eixo 2: Rotações acumuladas do eixo durante a rampa descendente de posicionamento 3: Incrementos acumulados do codificador durante a rampa descendente de posicionamento
-------	--

## 6.4 JOG

### Dados

Faixa de parâmetros:	P1055 ... P1061
Advertências:	A0923
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP5000

### Descrição

A função JOG permite:

- verificar se as funções do motor e do inversor foram completadas após o comissionamento (primeiro movimento transversal, verificação do sentido de rotação, etc.).
- levar o motor ou sua carga até uma posição específica
- movimentar o motor transversalmente (após a interrupção de um programa, por exemplo).

A função JOG inclui os seguintes comandos: "Jog enable", "Jog right" e "Jog left". É possível executá-la por meio de entradas digitais, do BOP ou de uma interface serial.

Tabela 6-7 Visão geral da função Jog

JOG enable	JOG right	JOG left	
0	0/1	0/1	Sem reação
1	0	1	O inversor acelera até a frequência estabelecida por JOG left (P1059)
1	1	0	O inversor acelera até a frequência estabelecida por JOG right (P1058)
1	1	1	Frequência congelada no valor atual com alarme A0293

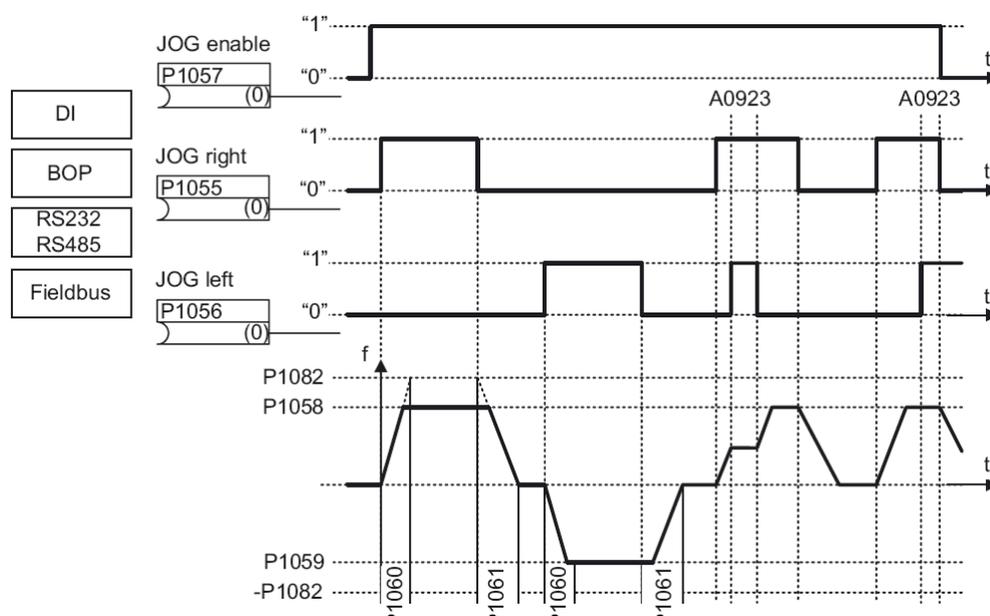


Figura 6-6 Função JOG nos sentidos anti-horário e horário

Ao pressionar a tecla adequada, acelera-se o motor na frequência estabelecida em P1058 (JOG right) ou P1059 (JOG left), à taxa de rampa definida em P1060. O motor vai parar quando a tecla for liberada, desacelerando à taxa definida em P1061. Se os sinais JOG right e JOG left forem acionados ao mesmo tempo, não haverá reação e uma advertência A0923 será exibida.

### Valores de entrada

Tabela 6-8 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1055 = ...	Enable JOG right fontes possíveis: 722.x (entradas digitais) / 2032.8 (porta opcional) / r2090.8 (interface serial)	
P1056 = ...	Enable JOG left fontes possíveis: 722.x (entradas digitais) / 2032.9 (porta opcional) / r2090.9 (interface serial)	
P1057 = ...	JOG enable 0: desabilitada, 1: habilitada (padrão)	

Tabela 6-9 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1058 = ...	JOG frequency right 0 Hz ... 650 Hz (padrão: 5 Hz)	
P1059 = ...	JOG frequency left 0 Hz ... 650 Hz (padrão: 5 Hz)	
P1060 = ...	JOG ramp-up time 0 s ... 650 s (padrão: 10 s)	
P1061 = ...	JOG ramp-down time 0 s ... 650 s (padrão: 10 s)	

### Exemplo

Função JOG via porta opcional (BOP)

<b>Fonte de comando via comunicação PROFIBUS</b>
P1055 = 2090.8 Função JOG right via PROFIBUS
P1056 = 2090.9 Função JOG left via PROFIBUS

---

#### Observação

A função JOG, da forma como é utilizada nesse inversor, não corresponde à definição do perfil PROFIdrive.

---

## 6.5 Funções de monitoração

### 6.5.1 Funções e mensagens gerais de monitoração

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P2150 ... P2180 r0052, r0053, r2197, r2198
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP4100, FP4110

#### Descrição

O inversor em questão conta com uma extensa gama de funções e mensagens de monitoração, que podem ser usadas no controle de processos em malha aberta. Pode-se implementar o controle no próprio inversor ou por meio de um controlador externo (CLP, por exemplo). Tanto as funções de intertravamento do inversor como os sinais de saída para controle externo são implementados com a tecnologia BICO.

O estado das funções e mensagens individuais de monitoração é emulado pelos seguintes parâmetros CO/BO:

r0019	CO/BO: Palavra de controle do BOP
r0050	CO/BO: Conjunto ativo de dados de comando
r0052	CO/BO: Palavra de estado 1
r0053	CO/BO: Palavra de estado 2
r0054	CO/BO: Palavra de controle 1
r0055	CO/BO: Palavra de controle suplementar (adicional)
r0056	CO/BO: Palavra de estado – controle do motor em malha fechada
r0403	CO/BO: Palavra de estado do codificador
r0722	CO/BO: Estado das entradas digitais
r0747	CO/BO: Estado das saídas digitais
r1407	CO/BO: Estado 2 – controle do motor em malha fechada
r2197	CO/BO: Mensagens 1
r2198	CO/BO: Mensagens 2
r9722	CO/BO: Palavra de estado de SI (disponível apenas com CUs à prova de falha)

A tabela abaixo mostra as funções / mensagens mais utilizadas, incluindo o número de parâmetro e o bit.

Tabela 6-10 Extrato das funções e mensagens de monitoração

Funções / estados	Parâmetro / nº do bit	Representação de função
Inversor pronto	52.0	-
Inversor pronto para operar	52.1	-
Inversor operando	52.2	-
Falha de inversor ativa	52.3	-
OFF2 ativo	52.4	-
OFF3 ativo	52.5	-
Inibição ativa	52.6	-
Advertência de inversor ativa	52.7	-
Ponto de ajuste de desvio – valor real	52.8	-
Controle PZD	52.9	-
$ f_{act}  \geq P1082$ ( $f_{max}$ )	52.10 / 2197.6	FP4110
Advertência: limite de corrente do motor	52.11	-
Freio ativo	52.12	-
Sobrecarga do motor	52.13	-
Motor girando para a direita	52.14	-
Sobrecarga do inversor	52.15	-
Freio CC ativo	53.0	-
$ f_{act}  > P2167$ ( $f_{off}$ )	53.1	FP4110
$ f_{act}  > P1080$ ( $f_{min}$ )	53.2	FP4100
$i_{act} \geq P2170$	53.3 / 2197.8	FP4110
$f_{act} > P2155$ ( $f_1$ )	53.4 / 2197.2	FP4100
$f_{act} \leq P2155$ ( $f_1$ )	53.5 / 2197.1	FP4100
$f_{act} \geq \text{setpoint}$ ( $f_{set}$ )	53.6 / 2197.4	-
$V_{dc\_act} < P2172$	53.7 / 2197.9	FP4110
$V_{dc\_act} > P2172$	53.8 / 2197.10	FP4110
Função de rampa concluída	53.9	-
PID output R2294 == P2292 (PID_min)	53.10	FP5100
PID output R2294 == P2291 (PID_max)	53.11	FP5100
$ f_{act}  \leq P1080$ ( $f_{min}$ )	2197.0	FP4100
$f_{act} > \text{zero}$	2197.3	FP4110
$ f_{act}  \leq P2167$ ( $f_{off}$ )	2197.5	FP4110
$f_{act} == \text{setpoint}$ ( $f_{set}$ )	2197.7	FP4110
Operação sem carga	2197.11	-
$ f_{act}  \leq P2157$ ( $f_2$ )	2198.0	-
$ f_{act}  > P2157$ ( $f_2$ )	2198.1	-
$ f_{act}  \leq P2159$ ( $f_3$ )	2198.2	-
$ f_{act}  > P2159$ ( $f_3$ )	2198.3	-
$ f_{set}  < P2161$ ( $f_{min\_set}$ )	2198.4	-
$f_{set} > 0$	2198.5	-
Motor bloqueado	2198.6	-
Motor paralisado	2198.7	-

Funções / estados	Parâmetro / nº do bit	Representação de função
i_act r0068  < P2170	2198.8	FP4100
m_act  > P2174 e ponto de ajuste atingido	2198.9	-
m_act  > P2174	2198.10	-
Monitoração do torque de carga: Advertência	2198.11	-
Monitoração do torque de carga: Falha	2198.12	-

Tabela 6-11 Mensagens da palavra de estado de SI (disponível apenas com CUs à prova de falha)

Funções / estados	Parâmetro / nº do bit	Representação de função
STO (Safe torque off) selecionado	r9772.0	
STO (Safe torque off) ativado	r9772.1	
SS1 (Safe stop 1) selecionado	r9772.2	
Rampa de monitoração de segurança ativa	r9772.3	
SLS (Safely limited speed) selecionado	r9772.4	
Limite de SLS atingido	r9772.5	
STO passivado ativo, falha de acionador	r9772.8	
Freio de segurança fechado	r9772.14	
Dinamização requerida	r9772.15	

### Observação

No BOP, os números de bits são exibidos em formato hexadecimal (0..9, A..F).

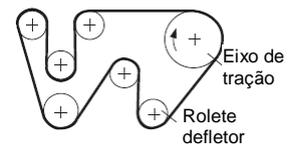
## 6.5.2 Monitoração do torque de carga

### Dados

Faixa de parâmetros:	P2181 ... P2192 r2198
Advertências:	A0952
Falhas:	F0452
Número do gráfico da função:	–

### Descrição

Essa função permite monitorar a transmissão de força mecânica entre o motor e a carga. Entre as aplicações típicas, podemos citar correias de polias, correias planas ou correntes, ou ainda polias para rodas dentadas de motores, que transmitem velocidades e forças circunferenciais (veja a figura).



Acionamento de eixo com correias planas

A função monitoradora do torque de carga percebe se a carga do motor está bloqueada ou se a força de transmissão foi interrompida.

No caso dessa função, a característica real de frequência / torque é comparada com a característica programada de frequência / torque (veja P2182 ... P2190). Se o valor real estiver fora da faixa programada de tolerância, será gerada a advertência A0952 ou a falha F0452, de acordo com o parâmetro P2181. Pode-se utilizar o parâmetro P2192 para atrasar a emissão de uma mensagem de advertência ou falha. Isso evita alarmes incorretos, que poderiam ser causados por breves estados transientes (veja a figura abaixo).

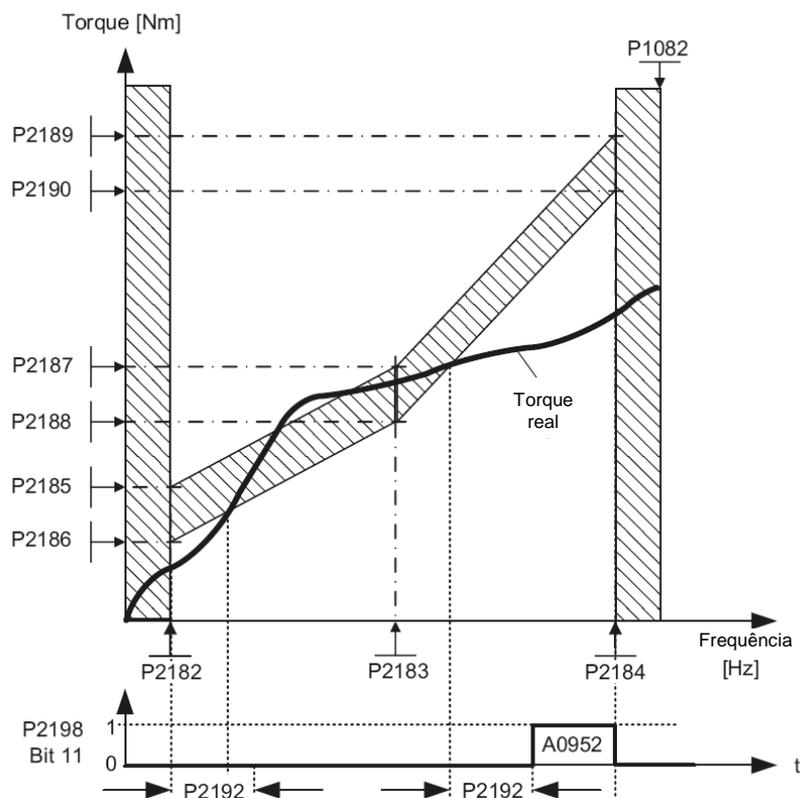


Figura 6-7 Monitoração do torque de carga (P2181 = 1)

A faixa de tolerância de frequência / torque é definida pela área cinza da figura abaixo. Essa faixa é determinada pelos valores de frequência P2182 ... P2184, incluindo a frequência máxima P1082 e os limites de torque P2186 ... P2189. Ao se definir a faixa de tolerância, é preciso levar em conta uma tolerância específica, em torno da qual os valores de torque possam variar, de acordo com a aplicação.

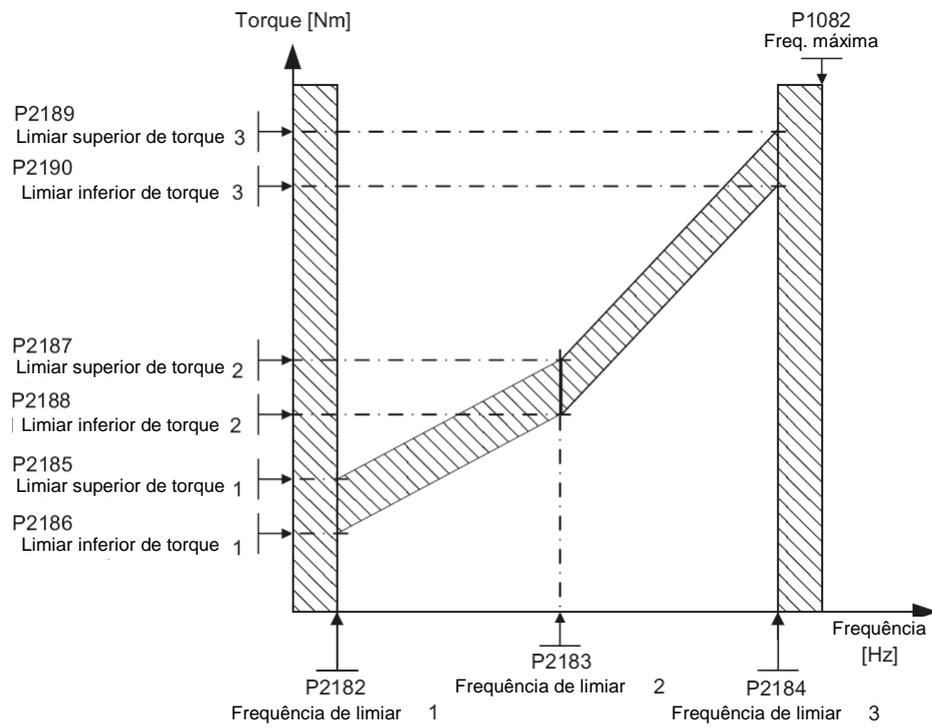


Figura 6-8 Faixa de tolerância de frequência e torque

### 6.5.3 Proteção do módulo de potência

#### 6.5.3.1 Monitoração geral de sobrecarga

##### Dados

Faixa de parâmetros:	P0640, r0067, r1242, P0210
Advertências:	A0501, A0502, A0503
Falhas:	F0001, F0002, F0003, F0020
Número do gráfico da função:	-

##### Descrição

Além de proteger o motor, o inversor fornece uma extensa proteção aos componentes de potência. Esse conceito de proteção está subdividido em dois níveis:

- Advertência e resposta
- Falha e desativação

Por meio desse conceito, pode-se obter um alto nível de utilização dos componentes do Módulo de Potência, sem a desativação imediata do inversor.

Os limiares de monitoração para falha e desativação são salvos no inversor de modo permanente e não podem ser alterados pelo usuário. Por outro lado, o usuário pode alterar os níveis de limiar relativos a advertências e respostas, de modo a otimizar o sistema. Esses valores têm ajustes de fábrica, de modo que os limiares de falha e desativação não respondam.

### 6.5.3.2 Monitoração térmica do módulo de potência

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P0290 ... P0294 r0036 ... r0037
Advertências:	A0504 ... A0506
Falhas:	F0004 ... F0006, F0012, F0022
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

De modo similar à proteção do motor, a monitoração térmica do módulo de potência tem a função de detectar estados críticos. Respostas parametrizáveis são fornecidas ao usuário, permitindo que o sistema do motor opere no limite de potência e evitando uma desativação imediata. No entanto, a possibilidade de atribuir parâmetros envolve apenas intervenções abaixo do limiar de desativação – que não pode ser alterado pelo usuário. O inversor em questão apresenta as seguintes funções de monitoração térmica:

- **monitoração de  $i^2t$**

Utiliza-se essa monitoração para proteger componentes que exibem uma longa constante de tempo térmica quando comparados aos semicondutores. Irá ocorrer uma sobrecarga com relação a  $i^2t$  se a utilização r0036 do inversor indicar um valor superior a 100% (a utilização como % refere-se à operação nominal).

- **Temperatura dos dissipadores de calor**

A temperatura nos dissipadores de calor dos semicondutores de potência (IGBTs) é monitorada e exibida em r0037[0].

- **Temperatura dos chips**

Podem ocorrer diferenças significativas de temperatura entre as junções dos IGBTs e os dissipadores de calor. Essas diferenças são levadas em conta pela monitoração de temperatura dos chips, sendo então exibidas em r0037[1].

Ao ocorrer uma sobrecarga relativa a uma dessas três funções de monitoração, uma advertência é gerada em primeiro lugar. É possível parametrizar os limiares de advertência P0294 (monitoração de  $i^2t$ ) e P0292 (monitoração de temperatura dos dissipadores e chips) em relação aos valores de desativação.

## Exemplo

Enquanto a advertência é gerada, dá-se início às respostas parametrizadas usando P0290 (**padrão: P0290 = 2**). As respostas possíveis incluem:

- **Redução da frequência de pulsos (P0290 = 2 ou 3)**

É um método extremamente eficiente para se reduzir perdas no módulo de potência, já que as perdas de comutação representam uma alta proporção das perdas totais. Em muitas aplicações, pode-se tolerar uma redução temporária da frequência de pulsos, a fim de manter o processo.

### **Desvantagem**

A ondulação de corrente aumenta ao se reduzir a frequência de pulsos. Isto pode resultar em um aumento da ondulação de torque no eixo do motor (com baixos momentos de inércia) e também do nível de ruído. A redução da frequência de pulsos não afeta a resposta dinâmica da malha de controle da corrente, já que o tempo de amostragem de controle da corrente permanece constante!

- **Redução da frequência de saída (P0290 = 0 ou 2)**

Esta opção será vantajosa se não for desejável reduzir a frequência de pulsos ou se esta já estiver configurada em seu nível mais baixo. Além disso, a carga deverá ter uma característica similar à de um ventilador, ou seja, uma característica de torque pela lei quadrática para velocidade decrescente.

Ao se reduzir a frequência de saída, haverá uma redução significativa da corrente de saída no inversor, que por sua vez reduz as perdas no módulo de potência.

- **Sem redução (P0290 = 1)**

Deve-se escolher essa opção quando não é possível considerar uma redução, seja na frequência de pulsos, seja na corrente de saída. Nesse caso, o inversor não muda seu ponto de operação ao atingir o limiar de advertência, de modo que o motor continue operando até que sejam alcançados os valores de desativação. Um vez atingido o limiar de desativação, o inversor será desativado com a falha F0004. O tempo decorrido até a desativação, porém, não será definido, pois irá depender da magnitude da sobrecarga. Será possível alterar apenas o limiar de advertência, a fim de obter uma advertência com mais antecedência e, se desejado, intervir externamente no processo do motor (reduzindo a carga ou a temperatura ambiente, por exemplo).

---

### **Observação**

Caso o ventilador do inversor venha a falhar, isso será detectado indiretamente pela medição de temperatura nos dissipadores de calor.

Monitorea-se também uma interrupção de fio ou um curto-circuito nos sensores de temperatura.

---

## 6.5.4 Resposta de proteção térmica e sobrecarga do motor

### Dados

Faixa de parâmetros:	P0335, P0601 ... P0640 P0344 P0350 ... P0360 r0035
Advertências:	A0511
Falhas:	F0011, F0015
Número do gráfico da função:	–

### Descrição

A proteção térmica protege o motor efetivamente contra sobreaquecimento e garante um elevado nível de utilização do motor, mesmo operando em seu limite térmico. Ela pode ser utilizada com ou sem um sensor de temperatura.

É possível adotar a proteção térmica do motor em uma das seguintes variantes:

- usando o modelo térmico do motor sem um sensor (P0601 = 0)
- usando um termistor do tipo PTC (P0601 = 1)
- usando um sensor do tipo KTY84 (P0601 = 2)
- usando um sensor ThermoClick (P0601 = 4)

Ao operar o motor em sua velocidade nominal e ao calcular sua temperatura após a ativação (P0621 = 1/2), pode-se adotar a proteção térmica sem o uso de sensores.

Quando o motor é operado abaixo de sua velocidade nominal ou sua temperatura não é calculada após a ativação (P0621 = 0), deve-se utilizar um dos sensores de temperatura mencionados acima.

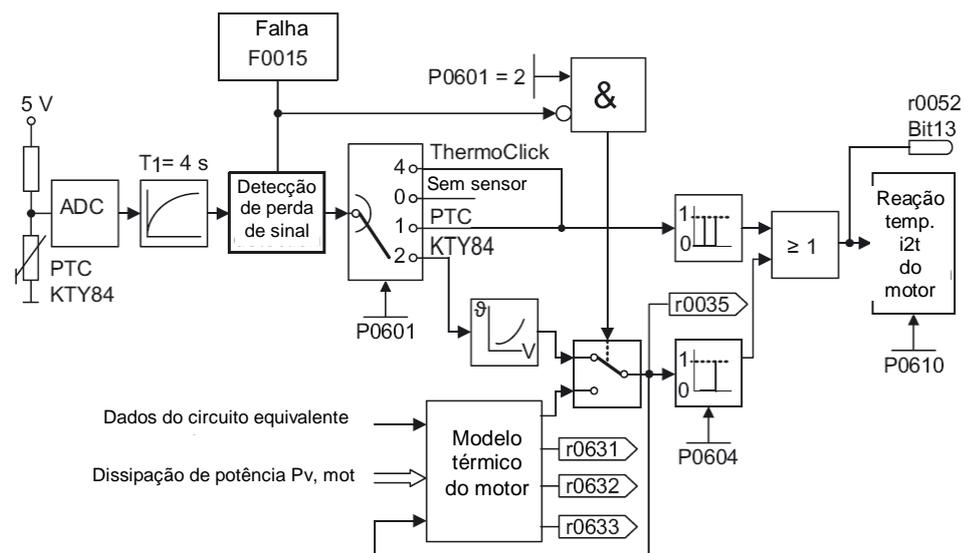


Figura 6-9 Proteção térmica do motor

**Recursos da proteção térmica do motor**

**Recursos comuns**

- Proteção do motor independente da proteção do inversor
- Cálculo separado da temperatura do motor para cada conjunto de dados
- Reação selecionável de sobretemperatura via P0610

**Recursos da proteção térmica do motor sem o uso de sensores**

- Cálculo da temperatura do motor empregando o modelo térmico do motor
- Limiar ajustável para a advertência de temperatura (padrão: P0604 = 130°C)
- Limiar ajustável de desativação (P0604 \* 1,1)

**Recursos da proteção térmica do motor com um termistor do tipo PTC**

- Limiar de desativação medido ao invés de calculado

**Recursos da proteção térmica do motor com um sensor do tipo KTY84**

- Melhor proteção pela avaliação do sensor KTY84 (vantagem: obtenção de uma temperatura inicial precisa após uma falha da alimentação de linha).
- Limiar ajustável para a advertência de temperatura (padrão: P0604 = 130°C)
- Limiar ajustável de desativação (P0604 \* 1,1)

**Recursos da proteção térmica do motor com um sensor ThermoClick**

- Limiar de desativação medido ao invés de calculado

**Parâmetros para se estabelecer a proteção térmica do motor**

Tabela 6-12 Parâmetros principais para a proteção térmica do motor

Parâmetro	Descrição	Configuração
P0601 = ...	<b>Motor temperature sensor</b> 0: Sem sensor (padrão); 1: termistor PTC; 2: KTY84; 4: sensor ThermoClick	
P0604 = ...	<b>Threshold motor temperature</b> (0° C ... 200°C, padrão: 130°C) Limiar de advertência para a proteção do motor por temperatura. A temperatura de desativação é 10% superior ao valor em P0604. Se a temperatura real do motor exceder a temperatura de desativação, o inversor vai reagir segundo a definição em P0610. Essa configuração não é efetiva com um termistor PTC ou um sensor ThermoClick.	
P0610 = ...	<b>Motor I2t temperature reaction</b> 0: Sem reação, apenas advertência; 1: Advertência e redução de I <sub>max</sub> (resultado: frequência reduzida e desativação com F0011); 2: Advertência e desativação (F0011) (padrão)	
P0621 = ...	<b>Motor temp. ident after restart</b> (0: Sem identificação; 1: Identificação de temperatura somente após a ativação; 2: Identificação de temperatura após cada ativação (padrão))	
P0625 = ...	<b>Ambient motor temperature</b> (-40°C ... 80°C, padrão: 20°C) Temperatura ambiente do motor na identificação de dados do motor. Deve-se alterar apenas com o motor frio. Uma vez alterada, será preciso efetuar a identificação do motor.	

Tabela 6-13 Parâmetros adicionais

Parâmetro	Descrição	Configuração
r0035	<b>Act. motor temperature</b>	
p0344	<b>Motor weight</b> (1 kg ... 6500 kg, padrão: 9,4 kg) Usado no modelo térmico do motor. Calculado normalmente via P0340; pode ser alterado manualmente.	
P0622 = ...	<b>Magnetizing time for temp id after start up</b> (0 ms ... 2000 ms, padrão: 0 ms) Tempo de magnetização para identificação da resistência do estator.	
p0640 = ...	<b>Motor overload factor</b>	

### 6.5.4.1 Proteção térmica do motor sem o uso de sensores

#### Descrição

Caso seja selecionada a temperatura do motor sem o uso de sensores (P0601 = 0), os dados do motor e a temperatura ambiente inseridos durante o comissionamento rápido serão utilizados no cálculo da temperatura do motor, de acordo com um modelo térmico integrado do motor. Esse procedimento permite uma operação confiável e estável para os motores convencionais da Siemens. No caso de motores de terceiros, talvez seja possível otimizar o cálculo adaptando-se o peso do motor (P0344).

Pode-se alterar o limiar de desativação via limiar de advertência (P0604 – padrão: 130°C – de acordo com a classe térmica B), valendo então o seguinte: Limiar de desativação = P0604 \* 1,1

Se o limiar de desativação for atingido, o inversor vai reagir de acordo com a configuração em P0610.

#### Outras informações sobre as classes de elevação de temperatura

Na tecnologia de motores, as questões de elevação de temperatura desempenham um papel decisivo ao se dimensionar máquinas elétricas. Os diversos materiais empregados em motores elétricos exibem diferentes limites de temperatura. De acordo com o material isolante utilizado, faz-se uma distinção por classes térmicas (veja a placa de características do motor), com limites de temperatura definidos. A tabela fornece um resumo da norma IEC85.

Extrato das classes térmicas da IEC85:

Classe térmica	Máx. temperatura permissível
Y	90 °C
A	105 °C
E	120 °C
B	130 °C
F	155 °C
H	180 °C

#### Cálculo da temperatura do motor empregando o modelo térmico do motor

Esse cálculo de temperatura utiliza o modelo térmico do motor para calcular as temperaturas em vários pontos do motor.

#### Observação

Para se obter valores precisos, é sempre recomendável efetuar uma identificação dos dados do motor após o comissionamento rápido, para determinar os dados do diagrama elétrico equivalente. Isso permite calcular as perdas que ocorrem no motor e que afetam a precisão de seu modelo térmico.

Emprega-se o cálculo de temperatura do motor para cada variante da proteção térmica do motor, exceto com o uso de um sensor KTY84. Nesse caso, os valores fornecidos pelo sensor KTY84 são utilizados independentemente da configuração em 0621.

Pode-se ajustar o cálculo da seguinte forma, usando o P0621:

- P0621 = 0: Sem cálculo. Utiliza-se o valor de P0625 (temperatura ambiente do motor).
- P0621 = 1: Calcula-se a temperatura do motor em sua primeira partida, após a energização.
- P0621 = 2: Calcula-se a temperatura do motor a cada partida.

**Procedimento de cálculo da temperatura**

Após a energização e a aplicação de um comando ON ao motor, ele será primeiramente magnetizado. Se o parâmetro "Cálculo de temperatura do motor" estiver desabilitado (P0621 = 0), o motor começará a girar imediatamente. Se estiver habilitado (P0621 = 1/2), o sistema aguardará o final da magnetização e até que a corrente do motor permaneça constante durante um período completo (P0622). Caso seja constante, esse valor será utilizado para se calcular a resistência do enrolamento. Esse valor será então inserido em r0623.

Se o motor estiver frio, o valor de r0623 deverá corresponder aproximadamente ao valor de P0350; deverá ser adequadamente maior se o motor não estiver frio (cerca de 150% a 130°C).

**Observação**

Nos casos abaixo, não será possível calcular a temperatura do motor; será utilizada então uma temperatura aproximada de 47°C para o cálculo:

- Operação em V/f
- Falha ao medir a corrente (ela não é suficientemente constante, por exemplo)
- Velocidade muito elevada devido a um flying restart.

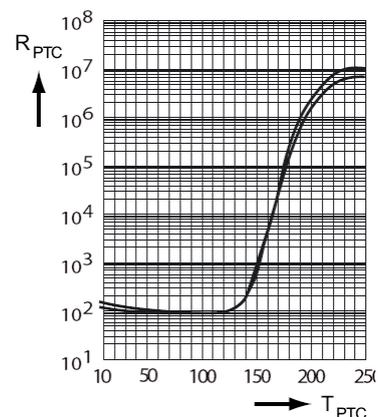
**6.5.4.2 Proteção térmica do motor com um termistor do tipo PTC**

**Descrição**

O PTC é conectado aos terminais de controle 14 e 15 do inversor.

A monitoração do PTC é ativada configurando-se o parâmetro P0601 = 1. Se o valor da resistência conectada aos terminais exceder 1.500 Ω, o inversor vai reagir de acordo com a configuração em P0610.

Se o termistor PTC reconhecer uma interrupção de fio no sensor, (> 2.000 Ω) ou um curto-circuito (< 10 Ω), o inversor será desativado com F0015.



### 6.5.4.3 Proteção térmica do motor com um sensor KTY84

#### Descrição

 **ADVERTÊNCIA**

O sensor de temperatura KTY84 é polarizado. Assim sendo, deve-se conectar KTY+ ao terminal 14 e KTY- ao terminal 15 do inversor de frequência.

Caso contrário, a proteção térmica do motor não vai operar corretamente. Isso pode causar um sobreaquecimento extremamente perigoso do motor, sem a desativação de F0011 (que evita a queima do motor).

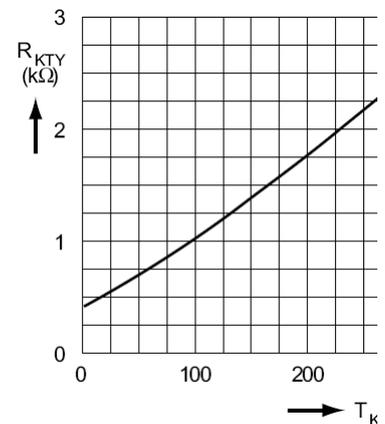
Ao se ativar a monitoração de temperatura do motor com o KTY84 (P0601 = 2), a temperatura do sensor será gravada no parâmetro r0035, ao invés do valor calculado pelo modelo do motor.

Pode-se alterar o limiar de desativação via limiar de advertência

(P0604 – padrão: 130 °C), valendo o seguinte: Limiar de desativação = P0604 \* 1,1.

Se o limiar de desativação for atingido, o inversor vai reagir de acordo com a configuração em P0610.

Se o sensor KTY84 reconhecer uma interrupção de fio ou um curto-circuito, o inversor será desativado com F0015.



### 6.5.4.4 Proteção térmica do motor com um sensor ThermoClick

#### Como usar um sensor ThermoClick (P0601 = 4)

O sensor ThermoClick é conectado aos terminais de controle 14 e 15 do inversor.

Ativa-se a monitoração de tal sensor configurando o parâmetro P0601 = 4. Se o limiar de comutação do sensor ThermoClick for atingido, o inversor vai reagir de acordo com a configuração em P0610.

Não é possível detectar curtos-circuitos com um sensor ThermoClick. Uma interrupção de fio será identificada como excesso de temperatura do motor e o inversor vai reagir de acordo com a configuração em P0610.

## 6.6 Funções de reinício

### 6.6.1 Reinício automático

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1210, P1211
Falhas:	F0003, F0035
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

A função de reinício automático permite que o inversor elimine falhas automaticamente e volte a operar, sem um novo comando de execução (RUN) na ativação seguinte.

Para atuar, essa função requer um comando RUN anterior à falha de energia e durante a ativação.

Ela deve ser parametrizada via P1210 (Automatic restart behavior – Comportamento de reinício automático) e P1211 (Number of restart attempts – N° de tentativas de reinício). Pode-se configurar as tentativas de reinício entre 0 e 10 (padrão = 3). Esse número é decrementado internamente após cada tentativa sem sucesso. Após todas as tentativas, o reinício automático será cancelado com a mensagem F0035. Quando uma tentativa for bem-sucedida, o contador voltará ao valor inicial.

#### Observação

Não se deve empregar a função de reinício automático quando o inversor estiver conectado a um sistema de controle de maior nível por meio de um sistema fieldbus. Se ocorrer, nesse caso, uma queda de tensão da linha ou um corte de energia, será recomendável desligar o inversor e ligá-lo novamente quando a tensão da rede estiver disponível.

 <b>CUIDADO</b>
<b>*) Reinício automático com alimentação externa de 24 V</b> Se a unidade de controle for energizada por uma fonte externa de 24 V e houver um corte de energia, o módulo de potência será desativado, mas essa unidade permanecerá ativa. Em tal situação, a unidade de controle não vai efetuar um reinício automático. Isso poderá levar o inversor a um estado indeterminado, com reações imprevisíveis. <b>Fonte de comando para o reinício automático</b> A função de reinício automático foi projetada para ignorar expirações de tempo da fonte de comando. Em outras palavras, se a fonte de comando for um CLP e o tempo deste expirar, não vai ocorrer um reinício automático.

Nas falhas de energia (falha de alimentação de linha), faz-se uma distinção entre as seguintes condições:

- **Subtensão de linha**

É uma interrupção extremamente breve da alimentação. Nesse caso, por exemplo, o BOP (se instalado) não vai apagar. O LED SF não estará aceso devido a uma subtensão de linha.

- **Falha de alimentação de linha**

Representa uma interrupção mais longa da alimentação. Nesse caso, quando a tensão de linha retornar o LED SF estará aceso.

Tabela 6-14 Visão geral da função de reinício automático

Reinício automático (P1210)	Nº de tentativas de reinício (P1211)	
0	desabilitado	--
1	desabilitado	Reset após a ativação
2	desabilitado	Reinício após falha de alimentação de linha
3	habilitado	Reinício após falha de alimentação/subtensão de linha ou falha
4	desabilitado	Reinício após subtensão de linha
5	desabilitado	Reinício após falha de alimentação de linha e falha
6	habilitado	Reinício após falha de alimentação/subtensão de linha ou falha

**Observação**

Ao se usar o BOP, um reinício automático pendente será exibido como .

A função de reinício automático P1210 aparece na tabela abaixo como função de estados / eventos externos.

Tabela 6-15 Visão geral do comportamento de reinício automático

P1210	Sempre ativo				Inversor ativo, sem comando RUN	
	Falha F0003 para		Todas as outras falhas para		Todas as falhas + F0003 para falha de linha	Sem falha de linha
	Falha de alimentação de linha	Subtensão de linha	Falha de alimentação de linha	Subtensão de linha		
0	Sem ação	Sem ação	Sem ação	Sem ação	Sem ação	Sem ação
1	Conf. falha	Sem ação	Conf. falha	Sem ação	Conf. falha	Sem ação
2	Conf. falha + reinício	Sem ação veja Cuidado *)	Sem ação	Sem ação	Sem ação	Reinício
3	Conf. falha + reinício	Conf. falha + reinício	Conf. falha + reinício	Conf. falha + reinício	Conf. falha + reinício	Sem ação
4	Conf. falha + reinício	Conf. falha + reinício	Sem ação	Sem ação	Sem ação	Sem ação
5	Conf. falha + reinício	Sem ação veja Cuidado *)	Conf. falha + reinício	Sem ação	Conf. falha + reinício	Reinício
6	Conf. falha + reinício	Conf. falha + reinício	Conf. falha + reinício	Conf. falha + reinício	Conf. falha + reinício	Reinício

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
Quando a função de reinício automático está ativada e a falha de alimentação de linha se estende por 5 s ou mais (por exemplo), pode-se assumir que o inversor foi desativado. No entanto, quando a tensão de linha retornar, o inversor poderá operar novamente, de modo automático, sem qualquer intervenção do operador.
Se a faixa de operação do motor for inserida nesse estado, isso pode resultar em morte, ferimentos graves e danos materiais.

**Observação**

Além disso, a função "flying restart" deve estar ativada se, em um reinício automático, o inversor tenha que estar conectado a um motor que pode já estar girando.

### 6.6.2 Função flying restart

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1200, P1202, P1203 r1204, r1205
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

A função "flying restart", habilitada por meio do parâmetro P1200, permite que o inversor seja comutado para um motor em operação. Embora seja bem possível que ocorra uma falha F0001 com sobrecorrente se essa função não for utilizada, deve-se primeiramente estabelecer o fluxo no motor e configurar o controle V/f ou o controle vetorial, de acordo com a velocidade real do motor. A frequência do inversor é sincronizada com a do motor por meio da função flying restart.

Ao ativar normalmente o inversor, assume-se que o motor esteja parado, que o inversor vai acelerá-lo a partir dessa condição e que a velocidade subirá gradualmente até o ponto de ajuste inserido. No entanto, em muitos casos essas condições não ocorrem – como em um motor de ventilador, por exemplo: quando o inversor é desativado, o ar que flui pelo ventilador pode fazer com que gire em ambos os sentidos.

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
A transmissão parte automaticamente
Mantenha todas as pessoas informadas ao habilitar essa função, pois a transmissão será acionada automaticamente.

### Função flying restart sem codificador de velocidade

De acordo com o parâmetro P1200, após o término do tempo de desmagnetização (P0347), a função flying restart é ativada com a frequência máxima de busca  $f_{busca,max}$  (veja a figura abaixo).

$$f_{busca,max} = f_{max} + 2 \cdot f_{escorreg., padrão} = P1802 + 2 \cdot \frac{r0330}{100} \cdot P0310$$

Isso ocorre tanto após a volta da tensão de linha, com a função de reinício automático ativada, como após a última desativação pelo comando OFF2 (inibição de pulsos).

- Característica V/f (P1300 < 20):  
A frequência de busca é reduzida, em função da corrente de enlace CC, com a taxa de busca calculada a partir do parâmetro P1203.  
Dessa forma, define-se a corrente parametrizável de busca P1202.

Se a frequência de busca estiver próxima à frequência do rotor, a corrente de enlace CC vai mudar bruscamente, já que o fluxo do motor se estabelecerá por si. Uma vez atingido esse estado, a frequência de busca será mantida constante e a tensão de saída mudará para o valor da característica V/f, com o tempo de magnetização P0346 (veja a figura abaixo).

- Controle vetorial em malha fechada sem codificador (SLVC):  
A partir do valor inicial, a frequência de busca vai aproximar-se da frequência do motor, com a corrente definida em P1202. A frequência do motor será encontrada quando as duas frequências coincidirem. A frequência de busca será então mantida constante e o ponto de ajuste do fluxo, alterado para o fluxo nominal, com um tempo de magnetização constante (de acordo com P0346).

Uma vez decorrido o tempo de magnetização P0346, o gerador da função de rampa será configurado para o valor real de velocidade e o motor será operado com a frequência real de referência.

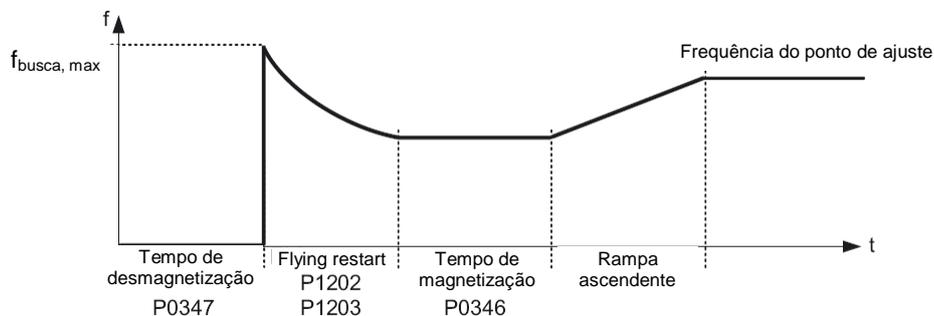


Figura 6-10 Função flying restart

### Função flying restart com codificador de velocidade

De acordo com o parâmetro P1200, após o término do tempo de desmagnetização (P0347), a função flying restart é ativada com a frequência máxima de busca  $f_{busca,max}$ .

1. Após a volta da tensão de linha, com a função de reinício automático ativada
  2. Após a última desativação com o comando OFF2 (inibição de pulsos)
- Característica V/f (P1300 < 20):  
No caso do controle V/f, a tensão de saída do inversor vai aumentar linearmente de 0 até o valor da característica V/f, dentro do tempo de magnetização P0346.
  - Controle vetorial em malha fechada com codificador de velocidade (VC):  
No caso do controle vetorial em malha fechada, a corrente de magnetização necessária será estabelecida dentro do tempo de magnetização P0346.

6.6 Funções de reinício

Uma vez decorrido o tempo de magnetização P0346, o gerador da função de rampa será configurado para o valor real de velocidade e o motor será operado com a frequência real do ponto de ajuste.

Tabela 6-16 Visão geral da função flying restart

P1200	Flying restart ativa	Sentido de busca
0	Desabilitada	-
1	Sempre	Início no sentido do ponto de ajuste
2	Para tensão de rede ativa e falha	Início no sentido do ponto de ajuste
3	Para falha e OFF2	Início no sentido do ponto de ajuste
4	Sempre	Apenas no sentido do ponto de ajuste
5	Para tensão de rede ativa, falha e	Apenas no sentido do ponto de ajuste
6	Para falha e OFF2	Apenas no sentido do ponto de ajuste

Valores de entrada

Tabela 6-17 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1200 = ...	<b>Flying start</b> 0: desabilitada (padrão), 1-6: habilitada	

Tabela 6-18 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1202 = ...	<b>Motor-current: Flying start</b> 10 % ... 200 % (padrão: 100%)	
P1203 = ...	<b>Search rate: Flying start</b> 10 % ... 200 % (padrão: 100%)	

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
<p>Ao se ativar a função flying restart (P1200 &gt; 0), embora o motor esteja parado e o ponto de ajuste seja 0, é possível que o motor acelere como resultado da corrente de busca!</p> <p>Se a faixa de operação do motor for inserida enquanto ele se encontrar nesse estado, isso poderá resultar em morte, ferimentos graves e danos materiais.</p>

---

**Observação**

Ao inserir um valor elevado para a velocidade de busca P1203, obtém-se uma curva de busca mais plana e, portanto, um tempo de busca mais longo. Um valor baixo tem o efeito oposto.

Com a função flying restart, gera-se um torque de frenagem capaz de frear motores com baixos momentos de inércia.

No caso de grupos de motores, não se deve ativar a função flying restart por causa das diferentes características de cada motor ao desacelerar.

---

## 6.7 Conjuntos de dados

### Descrição

Em muitas aplicações, é vantajosa a possibilidade de alterar vários parâmetros simultaneamente, durante a operação ou no estado de prontidão, por meio de um sinal externo.

Pode-se implementar essa função de modo elegante com o uso de parâmetros indexados. Nesse caso, no que se refere a tal função, os parâmetros são combinados para formar grupos ou conjuntos de dados e são então indexados. Com o uso de indexação, é possível salvar diferentes configurações para cada parâmetro, que podem ser ativadas trocando-se o conjunto de dados (alternando entre índices, por exemplo).

Utiliza-se os seguintes conjuntos de dados:

- Conjuntos de dados de comando (Command Data Sets – CDS)
- Conjuntos de dados de acionamento ou transmissão (Drive Data Sets – DDS)

Pode-se ter três configurações independentes para cada conjunto de dados. Cada configuração é feita utilizando-se o índice de um parâmetro específico:

- CDS0 ... CDS2
- DDS0 ... DDS2

### Conjunto de dados de comando

Os parâmetros (entradas de conectores e binectores) usados para se controlar o inversor e inserir um ponto de ajuste são designados ao conjunto de dados de comando (CDS). As fontes de sinais para os comandos e pontos de ajuste de controle são interconectadas por meio da tecnologia BICO. Para isso, entradas de conectores e binectores são atribuídas em correspondência às saídas de conectores e binectores como fontes de sinais. Um conjunto de dados de comando inclui:

<b>Fontes de comando e entradas de binectores para comandos de controle (sinais digitais); por exemplo:</b>	
Selecionar a fonte de comando	P0700
ON/OFF1	P0840
OFF2	P0844
JOG Enable	P1057
Enable JOG right	P1055
Enable JOG left	P1056

<b>Fontes de pontos de ajuste e entradas de conectores para pontos de ajuste (sinais analógicos); por exemplo:</b>	
Seleção do ponto de ajuste da frequência	P1000
Seleção do ponto de ajuste principal	P1070
Seleção do ponto de ajuste adicional	P1075

Os parâmetros, combinados em um conjunto de dados de comando, são designados com [x] no campo de índice do Manual de Parâmetros.

Índice	
Pxxxx[0]	Conjunto de dados de comando 0 (CDS0)
Pxxxx[1]	Conjunto de dados de comando 1 (CDS1)
Pxxxx[2]	Conjunto de dados de comando 2 (CDS2)

### Observação

Pode-se encontrar a lista completa dos parâmetros de CDS no Manual de Parâmetros.

É possível parametrizar até três conjuntos de dados de comando. Isso torna mais fácil alternar entre várias fontes de sinais preconfiguradas, selecionando o conjunto de dados de comando adequado. Uma aplicação frequente envolve, por exemplo, a possibilidade de alternar entre operação automática e manual.

### Observação

Os parâmetros serão alterados durante a troca de conjunto de dados nos estados "Ready" e "Run".

Os seguintes parâmetros não serão alterados no estado "Run":

P0350, P0352, P0354, P0356, P0358, P0360, P0362, P0363, P0364, P0365, P0366, P0367, P0368, P0369, P0700, P0701, P0702, P0703, P0704, P0705, P0706, P0707, P0708, P0709, P0712, P0713, P0719, P0800, P0801, P0840, P0842, P0844, P0845, P0848, P0849, P0852, P1000, P1020, P1021, P1022, P1023, P1035, P1036, P1055, P1056, P1070, P1071, P1075, P1076, P1110, P1113, P1124, P1140, P1141, P1142, P1330, P1500, P1501, P1503, P1511, P1522, P1523, P2103, P2104, P2106, P2220, P2221, P2222, P2223, P2235, P2236.

O inversor em questão possui uma função integrada de cópia, utilizada para a transferência dos conjuntos de dados de comando.

Pode-se usar esse recurso para copiar parâmetros CDS correspondentes a cada aplicação. Utiliza-se o parâmetro P0809 para controlar a operação de cópia, da seguinte forma:

Operação de cópia controlada por P0809	
P0809[0]	Número do conjunto de dados de comando que deve ser copiado (fonte)
P0809[1]	Número do conjunto de dados de comando no qual os dados devem ser copiados (destino)
P0809[2]	Cópia iniciada se P0809[2] = 1
	Cópia concluída se P0809[2] = 0

6.7 Conjuntos de dados

P0809[0] = 0 Copiar de CDS0  
 P0809[1] = 2 Copiar para CDS2  
 P0809[2] = 1 Iniciar cópia

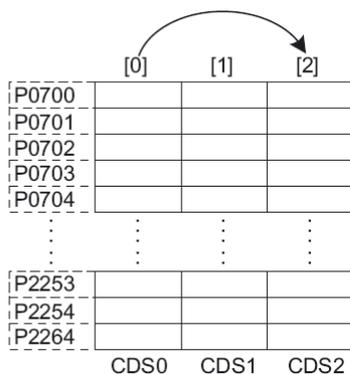


Figura 6-11 Cópia a partir de um CDS

Pode-se trocar os conjuntos de dados de comando por meio dos parâmetros BICO P0810 e P0811, quando o conjunto de dados de comando ativo é então exibido no parâmetro r0050 (veja a figura abaixo). Essa troca é possível tanto no estado "Ready" como no estado "Run".

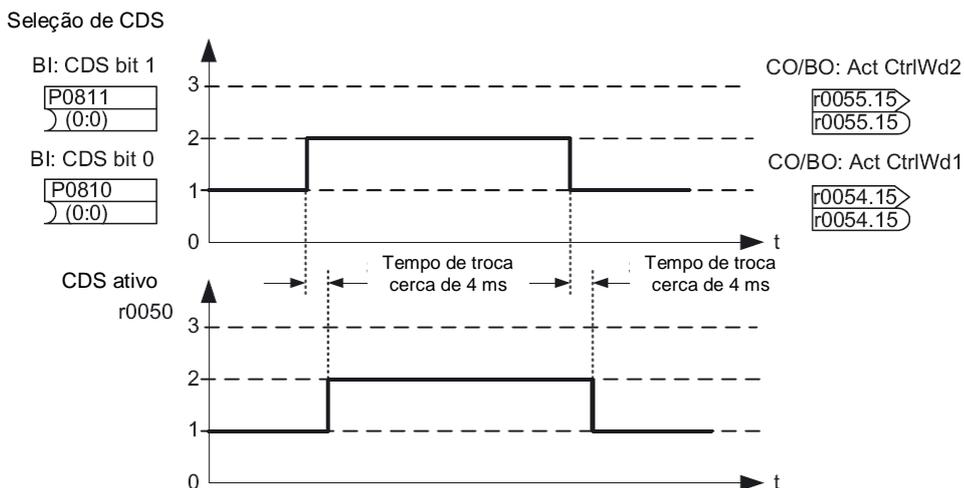


Figura 6-12 Troca de CDS

Pode-se ver o conjunto de dados de comando (CDS) ativo utilizando o parâmetro r0050:

	CDS selecionado		CDS ativo
	r0055 Bit 15	r0054 Bit 15	r0050
CDS0	0	0	0
CDS1	0	1	1
CDS2	1	0	2
CDS2	1	1	2

Figura 6-13 Conjunto de dados de comando (CDS) ativo

**Exemplo**

Deve-se trocar a fonte de comando (terminais → BOP, p. ex.) ou a fonte de ponto de ajuste (frequência) (AI → MOP, p. ex.) usando um sinal de terminal (DI3, p. ex.) em função de um evento externo (falha do sistema de controle de nível superior, p. ex.). Um exemplo típico, nesse caso, é o de um misturador, que pode parar descontroladamente quando o controle falha.

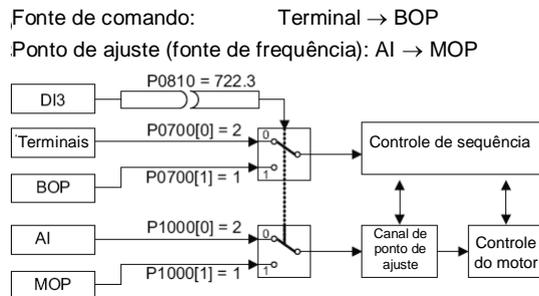


Figura 6-14 Troca entre fonte de controle e ponto de ajuste

CDS0: Fonte de comando via terminais e fonte do ponto de ajuste via entrada analógica (AI)

CDS1: Fonte de comando via BOP e fonte do ponto de ajuste via MOP

A troca de

CDS é feita utilizando-se a entrada digital 3 (DI3)

**Passos de comissionamento:**

1. Efetuar comissionamento para CDS0 (P0700[0] = 2 e P1000[0] = 2)
2. Conectar P0810 (P0811, se necessário) à fonte de troca do CDS (P0704[0] = 99, P0810 = 722.3)
3. Copiar de CDS0 para CDS1 (P0809[0] = 0, P0809[1] = 1, P0809[2] = 1)
4. Adaptar parâmetros de CDS1 (P0700[1] = 1 e P1000[1] = 1)

**Conjunto de dados de acionamento**

O conjunto de dados de acionamento ou transmissão (DDS) contém vários parâmetros de configuração significativos para o controle em malha aberta e malha fechada de um motor:

Dados de acionamento e codificador; por exemplo:	
Selecionar o tipo de motor	P0300
Tensão nominal do motor	P0304
Indutância principal	P0360
Selecionar o tipo de codificador	P0400

Vários parâmetros de controle em malha fechada; por exemplo:	
Frequência fixa 1	P1001
Frequência mínima	P1080
Tempo de rampa ascendente (aceleração)	P1120
Modo de controle	P1300

Os parâmetros, combinados em um conjunto de dados de acionamento, são designados com [x] no campo de índice do Manual de Parâmetros.

6.7 Conjuntos de dados

Índice	
Pxxx[0]	Conjunto de dados de acionamento 0 (CDS0)
Pxxx[1]	Conjunto de dados de acionamento 1 (CDS1)
Pxxx[2]	Conjunto de dados de acionamento 2 (CDS2)

**Observação**

Pode-se encontrar a lista completa dos parâmetros de DDS no Manual de Parâmetros.

É possível parametrizar vários conjuntos de dados de acionamento. Isto torna mais fácil alternar entre várias configurações do inversor (modo de controle, dados de controle, motores), selecionando-se o conjunto de dados de acionamento correto (veja a figura abaixo).

**Observação**

Os parâmetros serão alterados durante a troca de conjunto de dados nos estados "Ready" e "Run". Os seguintes parâmetros não serão alterados no estado "Run": P0300, P0304, P0305, P0307, P0308, P0309, P0310, P0311, P0314, P0320, P0335, P0340, P0400, P0405, P0408, P0410, P0491, P0492, P0500, P1082, P1240, P1256, P1300, P1320, P1322, P1324, P1820, P2000, P2001, P2002, P2003, P2004, P2181.

A exemplo dos conjuntos de dados de comando, é possível copiar os conjuntos de dados de acionamento dentro do inversor em questão. Utiliza-se o parâmetro P0819 para controlar a operação de cópia, da seguinte forma:

Operação de cópia controlada por P0819	
P0819[0]	Número do conjunto de dados de acionamento que deve ser copiado (fonte)
P0819[1]	Número do conjunto de dados de acionamento no qual os dados devem ser copiados (destino)
P0819[2]	Cópia iniciada se P0819[2] = 1
	Cópia concluída se P0819[2] = 0

P0819[0] = 0 Copiar de CDS0  
 P0819[1] = 2 Copiar para CDS2  
 P0819[2] = 1 Iniciar cópia

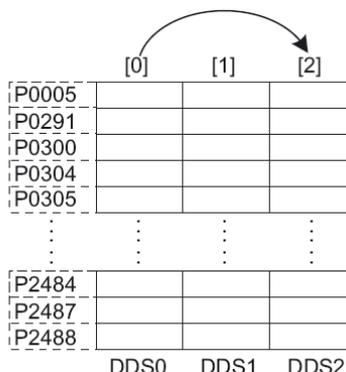


Figura 6-15 Cópia a partir de um DDS

Pode-se trocar os conjuntos de dados de acionamento por meio dos parâmetros BICO P0820 e P0821, quando o conjunto de dados de acionamento ativo é então exibido no parâmetro r0051 (veja a figura abaixo). Só é possível trocar os conjuntos de dados de acionamento no estado "Ready" – o que toma cerca de 50 ms.

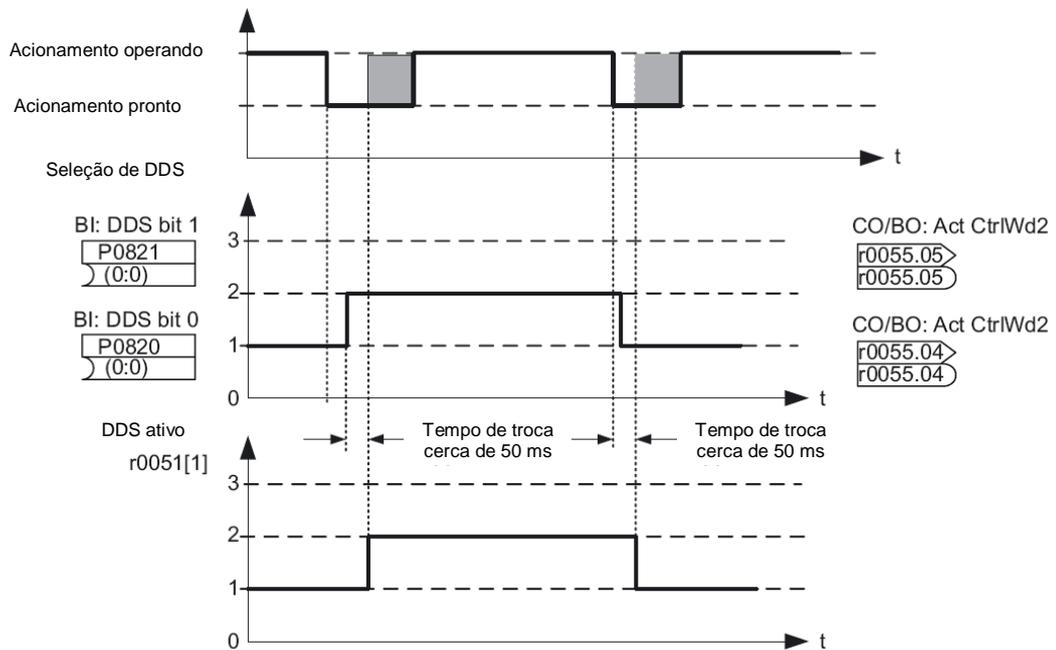


Figura 6-16 Troca de DDS

Pode-se ver o conjunto de dados de acionamento (DDS) ativo utilizando o parâmetro r0051[1]:

	DDS selecionado			DDS ativo
	r0055 Bit05	r0055 Bit04	r0051 [0]	r0051 [1]
DDS0	0	0	0	0
DDS1	0	1	1	1
DDS2	1	0	2	2
DDS2	1	1	2	2

Figura 6-17 Conjunto de dados de acionamento (DDS) ativo

### Exemplo

Deve-se comutar o inversor entre o motor 1 e o motor 2:

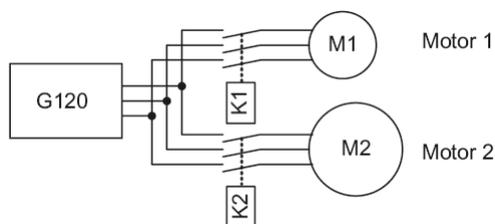


Figura 6-18 Comutação entre o motor 1 e o motor 2

**Passos de comissionamento** com 2 motores (motor 1, motor 2):

1. Efetuar o comissionamento em DDS0 com o motor 1; adaptar os parâmetros DDS0 restantes.
2. Conectar P0820 (P0821, se necessário) à fonte de troca do DDS (via DI4 p. ex.: P0705[0] = 99, P0820 = 722.4).
3. Efetuar a troca para DDS1 (verificar por meio de r0051).
4. Efetuar o comissionamento em DDS1 com o motor 2; adaptar os parâmetros DDS1 restantes.

## 6.8 Freios eletromecânicos

### Funções do freio eletromecânico

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
<b>Dimensionamento do freio eletromecânico do motor</b> Deve-se dimensionar o freio eletromecânico de forma que, em caso de falha, todo o motor possa ser freado até a parada total, a partir de qualquer velocidade operacional possível. Caso não haja um freio eletromecânico, o fabricante da máquina deverá adotar outras medidas cabíveis, como proteção contra movimento após o corte do fornecimento de energia ao motor (proteção contra cargas instáveis, por exemplo).

É possível usar o freio eletromecânico como freio de retenção do motor ou como freio instantâneo.

- Como freio de retenção, ele é utilizado para evitar a rotação indesejável do motor (ao se erguer ou baixar cargas em aplicações de içamento, por exemplo), mediante a aplicação de torque, para compensar os tempos de liberação do freio. Pode-se ativar a função de freio de retenção por um comando OFF1 ou OFF3. Veja mais detalhes na seção "Freio de retenção do motor" (pág. 74).
- Como freio instantâneo, ele desacelera o motor até a parada total, a partir de qualquer velocidade e tão rápido quanto possível. Não se considera, nesse caso, os tempos relacionados de liberação do freio. A função de freio instantâneo é ativada por um comando OFF2. É possível emitir esse comando manualmente ou ativá-lo automaticamente, a partir de uma condição de falha interna no inversor. Nos inversores à prova de falha, essa função de frenagem pode ser ativada também pelo comando STO (Safe Torque Off) ou pela condição de falha de STO passivado. (veja a seção "Controle seguro do freio", à pág. 231).

Para se manter o freio eletromecânico aberto, ele deve ser energizado. Dessa forma, quando a energia for cortada ou removida do freio, este vai fechar, retendo o eixo do motor em posição.

---

#### Observação

Caso haja um freio eletromecânico acoplado, será preciso habilitar o parâmetro P1215; caso contrário, não será possível operar o motor!

---

## 6.8.1 Freio de retenção do motor

### Dados

Faixa de parâmetros:	P0346, P1080, P1215 ... P1218 r0052 bit 12
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

### Descrição

No caso de motores que devem ser retidos ao serem desenergizados, a fim de evitar movimentos indesejáveis, pode-se adotar o controle da sequência de frenagem do inversor (habilitado por meio de P1215), a fim de controlar o freio de retenção do motor.

Antes de abrir o freio, é preciso remover a inibição de pulsos e definir uma corrente que mantenha o motor nessa posição específica. Nesse caso, define-se a corrente pela frequência mínima P1080. Um valor típico em tais casos é o escorregamento nominal do motor r0330. Ele indica o valor percentual do escorregamento em relação à operação síncrona. Dessa forma, é preciso determinar a frequência de escorregamento (em Hz), como se vê no exemplo abaixo:

$P0310 \times (r0330/100) = \text{frequência de escorregamento}$

- P0310 = 50 Hz
- r0330 = 5%

$50 \times (5/100) = 50 \times 0,05 = 2,5 \text{ Hz}$

Frequência de escorregamento 5% = 2,5 Hz

Para proteger o freio de retenção do motor contra danos contínuos, o motor só poderá continuar a se mover após a liberação do freio (os tempos de liberação do freio estão entre 35 ms e 500 ms). Deve-se levar em conta esse atraso no parâmetro P1216 "Atraso de liberação do freio de retenção" (veja a figura abaixo).

Se o motor for desativado por meio de OFF1 ou OFF3, ele vai desacelerar até que a frequência mínima (P1080) seja atingida, antes que o sinal de status r0052 bit 12 "Freio ativo" sofra um reset. O motor vai operar nessa frequência até que o freio seja aplicado (os tempos de fechamento do freio estão entre 15 ms e 300 ms). Especifica-se o tempo real por meio de min (P1217, P1227– "Tempo de retenção após a desaceleração", "Tempo de monitoração da detecção de velocidade zero").

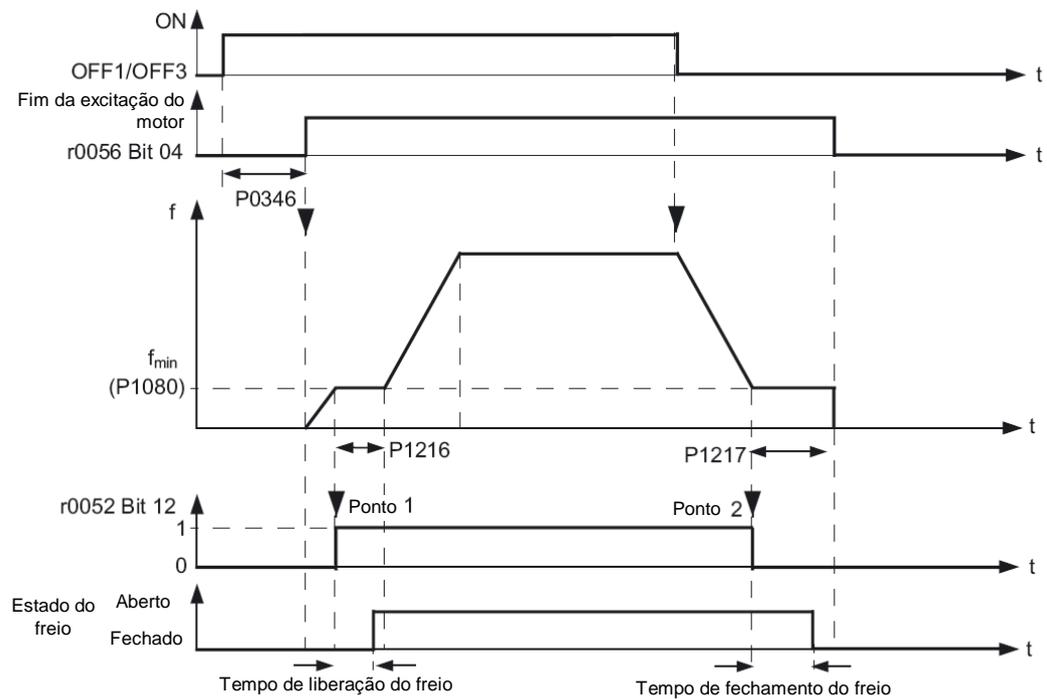


Figura 6-19 P1215 – Freio de retenção do motor OFF1/OFF3

Caso o motor seja desativado por meio de um comando OFF2, o sinal de estado r0052 bit 12 "Freio ativo" sofrerá um reset, independentemente do estado do motor. Isso significa que o freio fechará imediatamente após um comando OFF2, se o tempo de fechamento do freio já houver terminado (freio instantâneo).

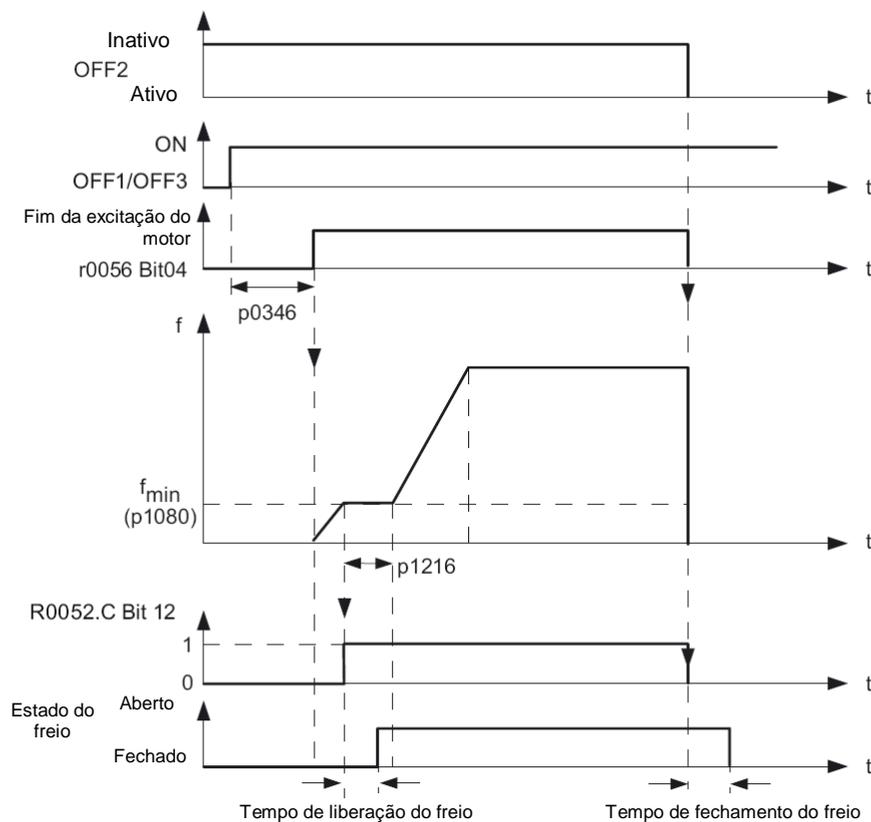


Figura 6-20 Freio de retenção do motor após ON/OFF2

Controla-se o freio mecânico por meio do sinal de estado r0052 bit 12 "Freio ativo" do controle de frenagem. Esse sinal é conectado aos terminais A e B do módulo de potência.



**ADVERTÊNCIA**

Não é suficiente selecionar o sinal de estado r0052 bit 12 "Freio ativo" em P0731 ... P0733. Para ativar o freio de retenção do motor, deve-se colocar também o parâmetro P1215 em nível 1.

Se o inversor controlar o freio de retenção do motor, pode não ser recomendável efetuar um comissionamento em série para cargas potencialmente perigosas (cargas suspensas em aplicações com guindastes, por exemplo), a não ser que a carga seja fixada. É possível reter cargas potencialmente perigosas da seguinte forma, antes de iniciar o comissionamento em série:

- Baixar a carga até o solo ou
- Fixar a carga utilizando o freio de retenção do motor  
**(Cuidado:** durante o comissionamento em série, deve-se evitar que o inversor controle o freio de retenção do motor).

### Observação

Os motores possuem freios de retenção opcionais, que não foram projetados como freios para operação normal. Esses freios retentores são projetados apenas para um número limitado de operações de frenagem e rotações do motor em caso de emergência, na condição fechada (veja os dados do catálogo).

Portanto, ao comissionar um motor com freio de retenção integrado, é absolutamente necessário garantir que esse freio esteja operando com perfeição. O som de um "clique" no motor indica que o freio foi liberado corretamente.

Antes de aplicar o freio de retenção do motor, é preciso estabelecer um torque que mantenha o motor na posição requerida. Deve-se habilitar os pulsos gerados pelo inversor, para permitir que o torque necessário seja aplicado. Esse torque é definido pela frequência mínima no parâmetro P1080. Um valor típico corresponde ao escorregamento nominal do motor (r0330). Além disso, é possível alterar esse torque por meio dos seguintes parâmetros:

- Controle V/f – parâmetro de reforço P1310
- SLVC – parâmetros de reforço P1610 e P1611
- VC – ponto de ajuste suplementar de torque P1511

Pode-se danificar permanentemente o freio de retenção ao se mover o eixo do motor com esse freio aplicado. É imperativo que a liberação do freio de retenção do motor tenha um tempo correto.

### Como abrir o freio de retenção do motor via P1218

Em um sistema de esteira transportadora, algumas vezes é preciso posicionar o sistema manualmente. Para isso, pode-se ignorar o sinal ativo do freio (r0052.12) usando P1218, mesmo que o motor tenha sido desativado ou não tenha alcançado sua frequência mínima (P1080).

Se o freio de retenção do motor estiver ativo devido a uma parada de segurança, P1218 será ignorado.



#### ADVERTÊNCIA

Como esse procedimento vai ignorar o sinal ativo do freio para forçar sua abertura, mesmo que o motor esteja desativado, o usuário deverá assegurar que qualquer carga retida pelo motor esteja fixa antes de adotar o procedimento.

### Valores de entrada

Tabela 6-19 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1215 = ...	<b>Holding brake enable</b> 0: desabilitado (padrão), 1: habilitado	

Tabela 6-20 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P0346 = ...	<b>Magnetization time</b> 0 ... 20 s (padrão: 1 s)	
P1080 = ...	<b>Min. frequency</b> 0 ... 650 Hz (padrão:0 Hz) Frequência mínima de operação do motor, independentemente do ponto de ajuste da frequência	
P1216 = ...	<b>Holding brake release delay</b> 0 ... 20 s (padrão: 0,1 s)	
P1217 = ...	<b>Holding time after ramp down</b> 0 ... 20 s (padrão: 0,1 s)	
P1218 = ...	<b>MHB override</b> 0 ... 1 (padrão: 0)	
P1227 = ...	<b>Zero speed detection monitoring time</b> 0 ... 300 s (padrão: 4 s)	

### Valor de saída

Parâmetro	Descrição	Configuração
r0052.12	<b>Brake active status</b>	

## 6.8.2 Freio instantâneo

### Dados

Faixa de parâmetros:	P0346, P1080, P1215 ... P1217 r0052 bit 12
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

### Descrição

O freio instantâneo é do tipo eletromecânico, sendo capaz de frear o motor até a parada total, a partir de qualquer velocidade. É ativado após um comando OFF2 e como recurso adicional em caso de aplicações à prova de falha, após uma condição de falha STO (Safe Torque Off) ou STO passivado (veja a seção "Controle seguro do freio" – pág. 231).

Veja abaixo a descrição do comportamento da função de freio instantâneo.

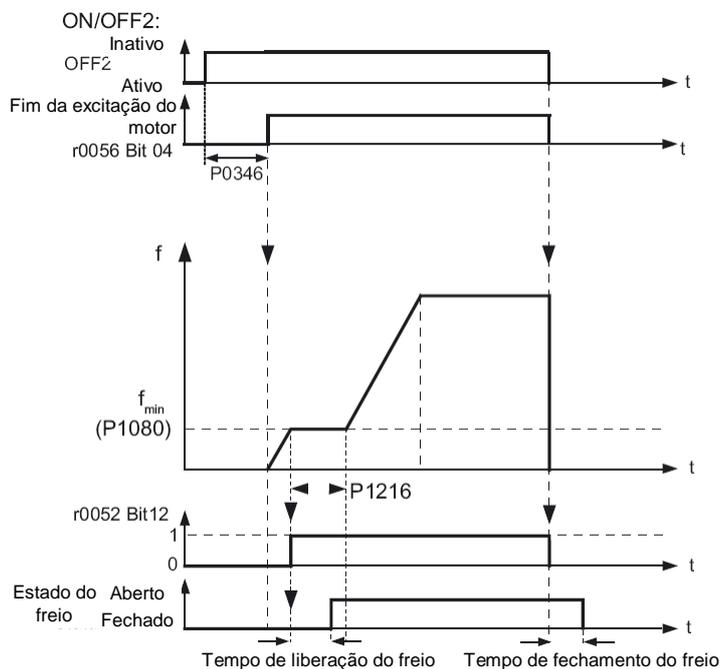


Figura 6-21 Freio instantâneo

### Valores de entrada

Tabela 6-21 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1215 = ...	<b>Holding brake enable</b> 0: desabilitado (padrão), 1: habilitado	

Tabela 6-22 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P0346 = ...	<b>Magnetization time</b> 0 ... 20 s (padrão: 1 s)	
P1080 = ...	<b>Min. frequency</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 0 Hz) Frequência mínima de operação do motor, independentemente do ponto de ajuste da frequência	
P1216 = ...	<b>Holding brake release delay</b> 0 ... 20 s (padrão: 0,1 s)	
P1217 = ...	<b>Holding time after ramp down</b> 0 ... 20 s (padrão: 0,1 s)	

### Valor de saída

Parâmetro	Descrição	Configuração
r0052.12	Brake active status	



#### ADVERTÊNCIA

##### Dimensionamento do freio eletromecânico do motor

Deve-se dimensionar o freio eletromecânico de forma que, em caso de falha, todo o motor possa ser freado até a parada total, a partir de qualquer velocidade operacional possível.

## 6.9 Canal de ponto de ajuste

### Descrição

O canal do ponto de ajuste (veja a figura abaixo) é o elemento acoplador entre a fonte do ponto de ajuste e o controle do motor em malha fechada. O inversor possui uma característica especial, que permite inserir o ponto de ajuste simultaneamente a partir de duas fontes distintas. A geração e a modificação subsequente (sentido de rotação, frequência de supressão, rampa ascendente / descendente) do ponto de ajuste completo são efetuadas no canal do ponto de ajuste.

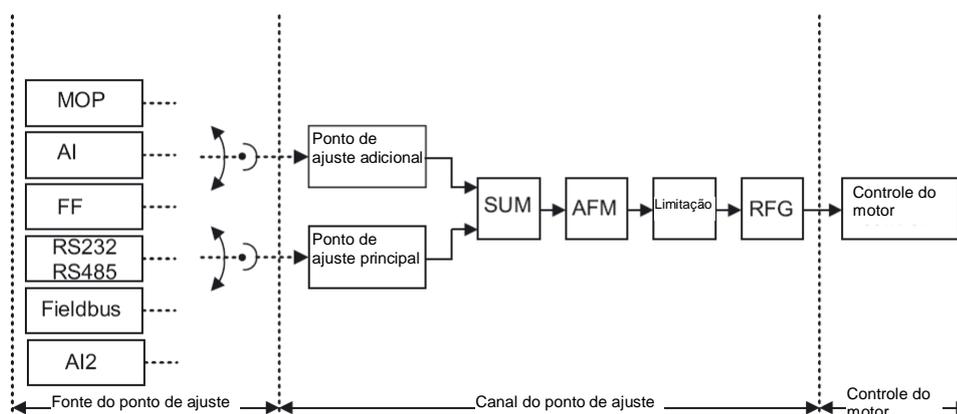


Figura 6-22 Canal do ponto de ajuste

### 6.9.1 Soma e modificação do ponto de ajuste da frequência

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1070 ... r1114
Advertências:	-
Falha:	-
Número do gráfico da função:	FP5000, FP5200

#### Descrição

Nas aplicações em que as grandezas de controle são geradas a partir de sistemas centrais de controle, costuma ser necessário um ajuste fino local (grandezas de correção). Isso pode ser feito de modo elegante utilizando-se o ponto de soma em que os pontos de ajuste principal e suplementar (adicional) são acrescentados ao canal do ponto de ajuste. Nesse caso, as duas grandezas são lidas simultaneamente por meio de uma fonte ou duas fontes separadas do ponto de ajuste, e então somadas no canal do ponto de ajuste. De acordo com as circunstâncias externas, é possível desconectar ou conectar dinamicamente o ponto de ajuste suplementar em relação ao ponto de soma (veja a figura abaixo). Essa função pode ser vantajosa, especialmente no caso de processos descontínuos.

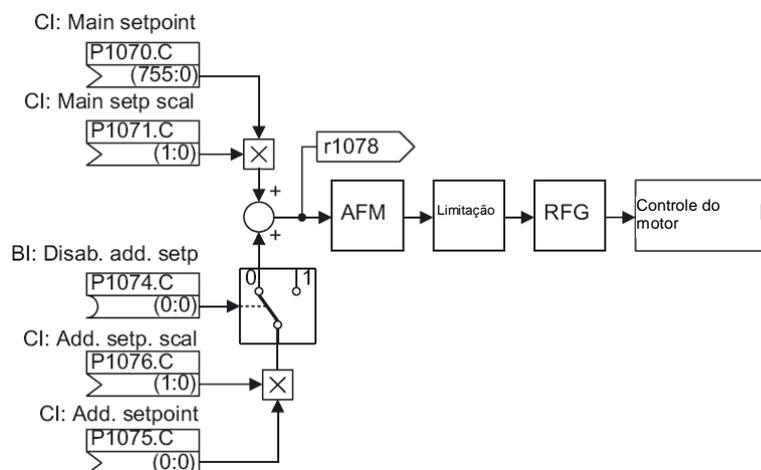


Figura 6-23 Operação de soma

O inversor tem as seguintes possibilidades para selecionar a fonte do ponto de ajuste:

1. P1000 – selecionar a fonte do ponto de ajuste de frequência
2. Parametrização BICO
  - P1070 CI: ponto de ajuste principal
  - P1075 CI: ponto de ajuste adicional

Além disso, é possível escalar os pontos de ajuste principal e suplementar (adicional) independentemente entre si. Nesse caso, por exemplo, o usuário pode simplesmente implementar uma função de prioridade, empregando a parametrização adequada.

Uma sequência de varredura está geralmente associada ao movimento para diante ou para trás. Ao se escolher a função reversora, após atingir a posição final, pode-se iniciar uma reversão do sentido de rotação no canal do ponto de ajuste (veja a figura abaixo).

Por outro lado, se for preciso evitar a inserção da inversão do sentido de rotação ou de um ponto de ajuste negativo de frequência no canal do ponto de ajuste, isto pode ser feito empregando-se o parâmetro BICO P1110.

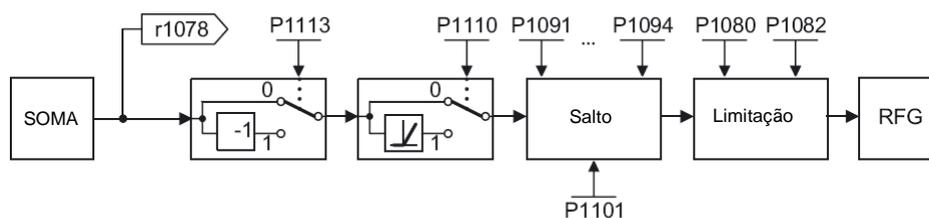


Figura 6-24 Alteração do ponto de ajuste da frequência

Os motores podem ter um ou vários pontos de ressonância na faixa entre 0 Hz e a frequência de referência. Esses pontos de ressonância geram oscilações que, nas condições de pior caso, podem danificar a carga do motor. Com o uso de frequências de salto, o inversor permite que essas frequências ressonantes passem o mais depressa possível. Isto significa que as frequências de salto elevam a disponibilidade da carga do motor a longo prazo.

## Valores de entrada

Tabela 6-23 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1070 = ...	<b>Main setpoint</b> fonte possível: 755 (entrada analógica 0) / 1024 (FF) / 1050 (MOP)	
P1071 = ...	<b>Main setpoint scaling</b> fonte possível: 755 (entrada analógica 0) / 1024 (FF) / 1050 (MOP)	
P1074 = ...	<b>Disable additional setpoint</b> fontes possíveis: 722.x (entradas digitais)	
P1075 = ...	<b>Additional setpoint</b> fonte possível: 755 (entrada analógica 0) / 1024 (FF) / 1050 (MOP)	
P1076 = ...	<b>Additional setpoint scaling</b> fonte possível: 755 (entrada analógica 0) / 1024 (FF) / 1050 (MOP)	
P1110 = ...	<b>Inhibit neg. freq. setpoint</b> 0: Desabilitado (padrão) 1: Habilitado	
P1113 = ...	<b>Reverse</b> fontes possíveis: 722.x (entradas digitais)	

Tabela 6-24 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1080 = ...	<b>Min. frequency</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 0 Hz)	
P1082 = ...	<b>Max. frequency</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 50 Hz)	
P1091 = ...	<b>Skip frequency</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 0 Hz)	
P1092 = ...	<b>Skip frequency 2</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 0 Hz)	
P1093 = ...	<b>Skip frequency 3</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 0 Hz)	
P1094 = ...	<b>Skip frequency 4</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 0 Hz)	
P1101 = ...	<b>Skip frequency bandwidth</b> 0 ... 10 Hz (padrão: 2 Hz)	

## Valor de saída

Parâmetro	Descrição
r1078	<b>Total frequency setpoint</b>
r1079	<b>Selected frequency setpoint</b>
r1084	<b>Resultant max. frequency</b>
r1114	<b>Freq. Setp. After dir. Ctrl.</b>

### 6.9.2 Gerador da função de rampa

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1120, P1121 r1119, r1170 P1130 ... P1142
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP5000, FP5300

#### Descrição

Utiliza-se o gerador da função de rampa (RFG) para limitar a aceleração quando o ponto de ajuste varia de acordo com uma função de passo. Isto ajuda a reduzir o esforço sobre o sistema mecânico da máquina. É possível configurar uma rampa de aceleração e outra de desaceleração de modo independente, empregando o tempo de rampa ascendente P1120 e o tempo de rampa descendente P1121. Obtém-se com isso uma transição controlada ao se mudar o ponto de ajuste (veja a figura abaixo).

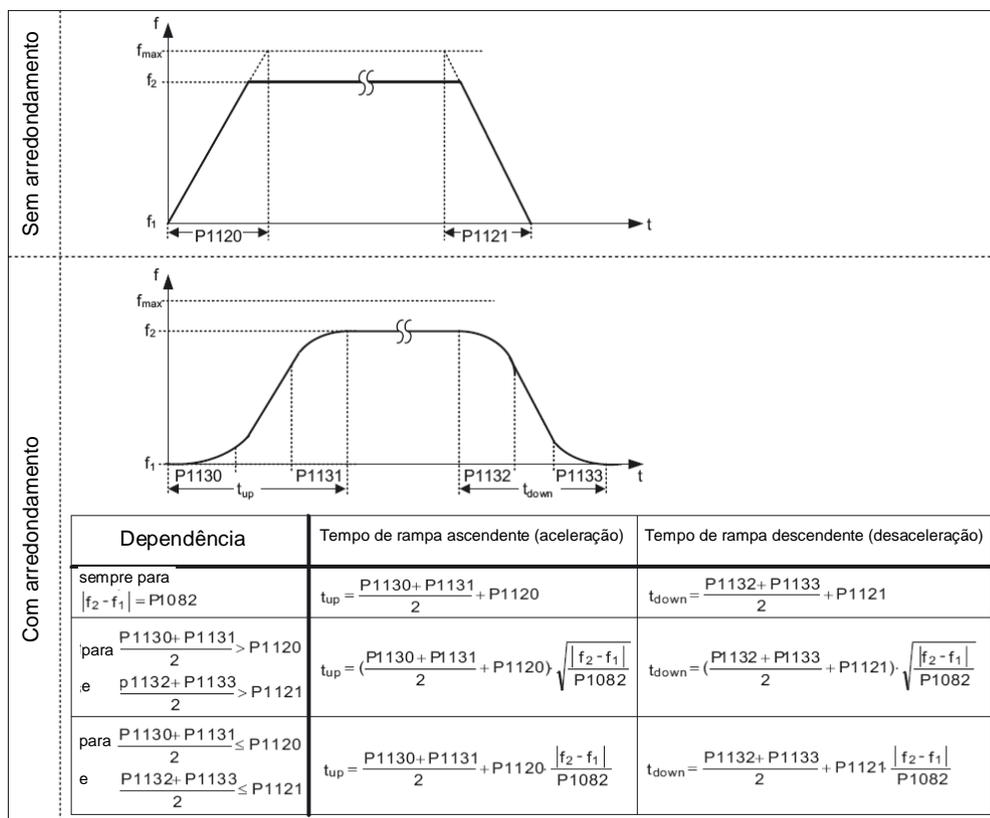


Figura 6-25 Gerador da função de rampa

Para evitar surtos de torque nas transições (fase de velocidade constante  $\leftrightarrow$  fase de aceleração / frenagem), é possível programar os tempos adicionais de arredondamento P1130 ... P1133. Isso é especialmente importante em aplicações que exigem aceleração ou frenagem suave, sem solavancos (transporte ou bombeamento de líquidos ou guindastes, por exemplo).

Se o comando OFF1 for acionado durante a aceleração do motor, será possível ativar ou desativar o arredondamento por meio do parâmetro P1134 (veja a figura abaixo). Define-se esses tempos de arredondamento com os parâmetros P1132 e P1133.

P1130 ... P1133 > 0

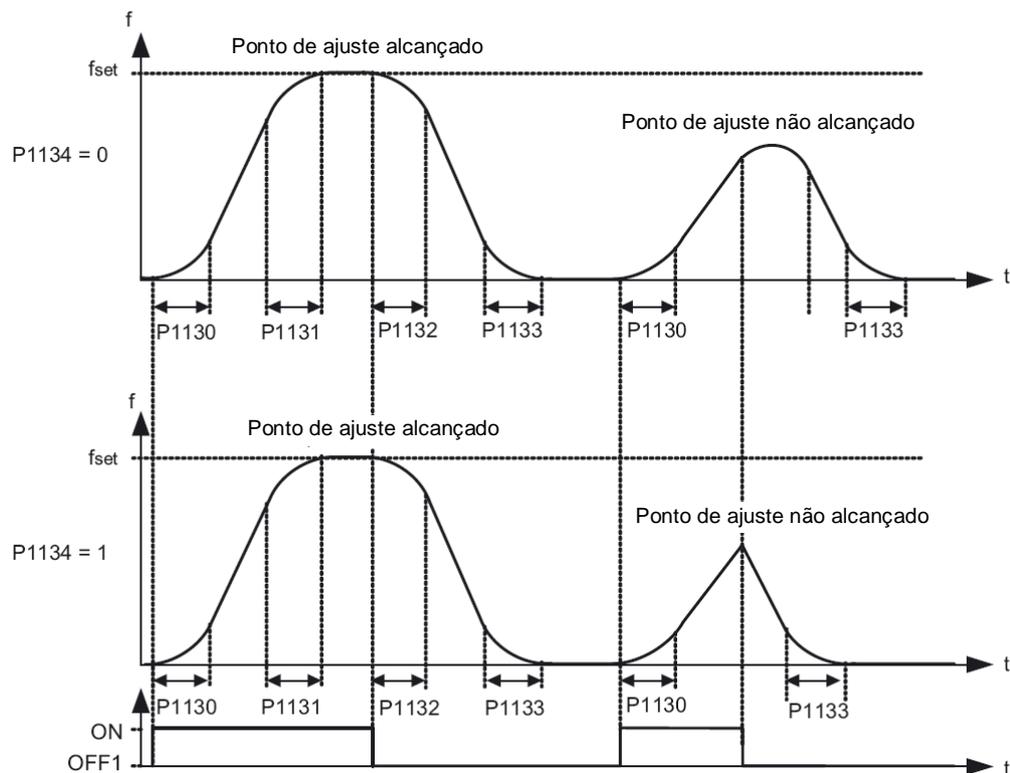


Figura 6-26 Arredondamento após um comando OFF1

Além dos tempos de arredondamento, pode-se influenciar o gerador da função de rampa por meio de sinais externos. Esse gerador oferece as funções abaixo utilizando os parâmetros BICO P1140, P1141 e P1142 (veja a tabela).

O próprio gerador da função de rampa é habilitado após a habilitação dos pulsos (habilitação do inversor) e após o término do tempo de excitação (P0346). Uma vez limitados à velocidade máxima os sentidos positivo e negativo de rotação (P1082 ou 0 Hz para inibição do sentido de rotação), obtém-se a velocidade do ponto de ajuste para o controle (r1170).

Enquanto a característica V/f opera até 650 Hz, o controle (modo vetorial) está limitado à frequência máxima de 200 Hz (r1084).

Tabela 6-25 Parâmetros BICO para o gerador da função de rampa

Parâmetro	Descrição
P1140 BI: RFG enable	A saída do gerador da função de rampa irá para 0 se o sinal binário for = 0.
P1141 BI: RFG start	A saída do gerador da função de rampa manterá seu valor se o sinal binário for = 0.
P1142 BI: RFG enable setpoint	Se o sinal binário for = 0, a entrada do gerador da função de rampa irá para 0 e a saída será reduzida a 0 por meio da rampa do gerador.

**Observação**

Configura-se a frequência máxima do canal do ponto de ajuste usando o parâmetro P1080. Em modo V/f, a frequência máxima é de 650 Hz.

Em modo vetorial, essa frequência é de 200 Hz (r1084).

**Valores de entrada**

Tabela 6-26 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1120 = ...	<b>Ramp-up time</b> 0 ... 650 s (padrão: 10 s)	
P1121 = ...	<b>Ramp-down time</b> 0 ... 650 s (padrão: 10 s)	
P1130 = ...	<b>Ramp-up initial rounding time</b> 0 ... 40 s (padrão: 0 s)	
P1131 = ...	<b>Ramp-up final rounding time</b> 0 ... 40 s (padrão: 0 s)	
P1132 = ...	<b>Ramp-down initial rounding time</b> 0 ... 40 s (padrão: 0 s)	
P1133 = ...	<b>Ramp-down final rounding time</b> 0 ... 40 s (padrão: 0 s)	
P1113 = ...	<b>Reverse</b> fontes possíveis: 722.x (entradas digitais)	

Tabela 6-27 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1134 = ...	<b>Rounding type</b> 0: Suavização contínua (padrão) 1: Suavização descontínua	
P1135 = ...	<b>OFF3 ramp-down time</b> 0 ... 650 s (padrão: 5 s)	
P1140 = ...	<b>RFG enable</b> fontes possíveis: 722.x (entradas digitais) / 2032.4 (porta opcional) / r2090.4 (interface serial)	
P1141 = ...	<b>RFG start</b> fontes possíveis: 722.x (entradas digitais) / 2032.5 (porta opcional) / r2090.5 (interface serial)	
P1142 = ...	<b>RFG enable setpoint</b> fontes possíveis: 722.x (entradas digitais) / 2032.6 (porta opcional) / r2090.6 (interface serial)	

### Valor de saída

Parâmetro	Descrição
r1119	<b>Freq. Setpoint before RFG</b>
r1170	<b>Frequency setpoint after RFG</b>

### 6.9.3 Funções de desativação / frenagem

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1121, P1135, P2167, P2168 P0840 ... P0849 r0052 bit 02
Advertências:	
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

Tanto o inversor como o usuário devem responder a uma ampla gama de situações e parar o inversor se necessário. É preciso levar em conta, portanto, os requisitos operacionais, as funções de proteção do inversor (sobrecarga elétrica ou térmica, por exemplo) – ou ainda as funções de proteção homem-máquina. Por causa das diferentes funções de desativação / frenagem (OFF1, OFF2, OFF3), o inversor pode atender os requisitos mencionados com boa flexibilidade.

#### OFF1

O comando OFF1 está fortemente associado ao comando ON. Ao se remover o comando ON, o comando OFF1 é ativado diretamente. O motor é freado por OFF1 com o tempo de rampa descendente P1121. Caso a frequência de saída caia abaixo do valor no parâmetro P2167 e o tempo em P2168 tenha expirado, os pulsos do inversor serão cancelados.

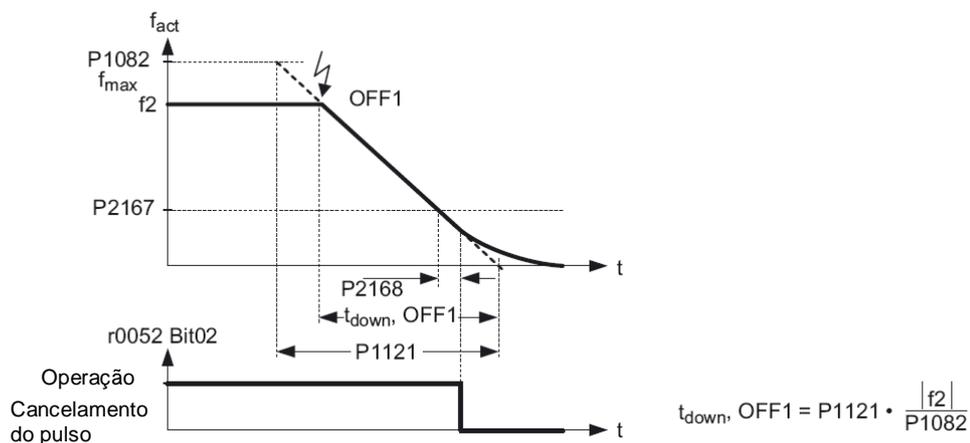


Figura 6-27 Função de frenagem OFF1

### Observação

Pode-se configurar o comando OFF1 por meio da função "posicionamento da rampa descendente". Nesse caso, OFF1 gera uma rampa de frenagem contínua, dependendo da velocidade real da carga.

É possível inserir OFF1 utilizando uma ampla gama de fontes de comando, via parâmetros BICO P0840 (BI: ON/OFF1) e P0842 (BI: ON/OFF1 com reversão).

Pode-se pré-designar o parâmetro BICO P0840 ao definir a fonte de comando por meio de P0700. O comando ON e o comando OFF1 subsequente devem ter a mesma fonte.

Se os comandos ON/OFF1 forem configurados para mais de uma entrada digital, apenas a entrada digital configurada por último será válida (DI3 ativa, por exemplo).

O comando OFF1 é ativo em nível baixo.

Ao se escolher simultaneamente os vários comandos OFF, valem as seguintes prioridades:

- OFF2 (maior prioridade)
- OFF3
- OFF1.

É possível combinar OFF1 com a frenagem composta ou por corrente CC.

Ao se ativar o freio de retenção do motor MHB (P1215) para OFF1, os parâmetros P2167 e P2168 não são levados em conta.

## OFF2

Os pulsos do inversor são imediatamente cancelados pelo comando OFF2. Dessa forma, o motor desacelera e não é possível frear de modo controlado.

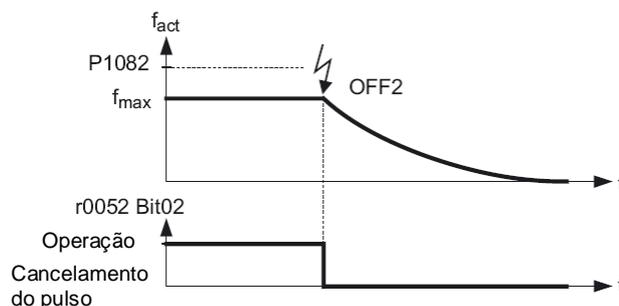


Figura 6-28 Função de frenagem OFF2

**Observação**

O comando OFF2 pode ter uma ou várias fontes. Definem-se as fontes de comando por meio dos parâmetros BICO P0844 (BI: 1. OFF2) e P0845 (BI: 2. OFF2).

Como resultado da pré-designação (configuração normalmente usada), o comando OFF2 é configurado para o OP. Essa fonte estará disponível mesmo ao se definir outra fonte de comando (por exemplo, terminal como fonte de comando → P0700 = 2 e OFF2 é selecionado usando-se DI2 → P0702 = 3).

O comando OFF2 é ativo em nível baixo.

Ao se escolher simultaneamente os vários comandos OFF, valem as seguintes prioridades:

- OFF2 (maior prioridade)
- OFF3
- OFF1.

**OFF3**

As características de frenagem de OFF3 são idênticas às de OFF1, com exceção do tempo autônomo de rampa descendente P1135. Caso a frequência de saída caia abaixo do valor no parâmetro P2167 e o tempo em P2168 tenha expirado, os pulsos do inversor serão cancelados, a exemplo do que ocorre com o comando OFF1.

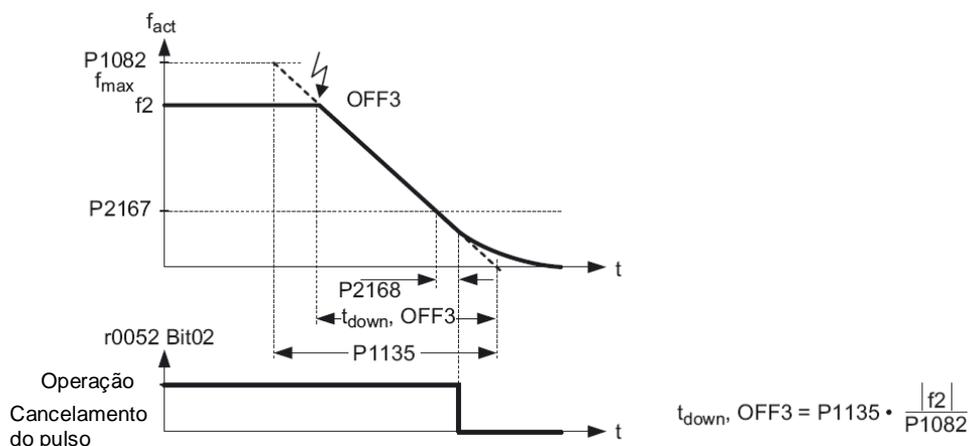


Figura 6-29 Função de frenagem OFF3

**Observação**

É possível inserir OFF3 utilizando uma ampla gama de fontes de comando, via parâmetro BICO P0848 (BI: 1. OFF3) e P0849 (BI: 2. OFF3).

O comando OFF3 é ativo em nível baixo.

Ao se escolher simultaneamente os vários comandos OFF, valem as seguintes prioridades:

- OFF2 (maior prioridade)
- OFF3
- OFF1.

## Valores de entrada

Tabela 6-28 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P0840 = ...	<b>ON/OFF1</b> fontes possíveis: 722.x (entrada digital) / 2032.0 (porta opcional) / r2090.0 (interface serial)	
P0842 = ...	<b>ON reverse/OFF1</b> fonte possível: 722.x (entrada digital)	
P0844 = ...	<b>1. OFF2</b> fontes possíveis: 722.x (entrada digital) / 2032.1 (porta opcional) / r2090.1 (interface serial)	
P0845 = ...	<b>2. OFF2</b> fontes possíveis: 722.x (entrada digital) / 2032.1 (porta opcional) / r2090.1 (interface serial)	
P0848 = ...	<b>1. OFF3</b> fontes possíveis: 722.x (entrada digital) / 2032.2 (porta opcional) / r2090.2 (interface serial)	
P0849 = ...	<b>2. OFF3</b> fontes possíveis: 722.x (entrada digital) / 2032.2 (porta opcional) / r2090.2 (interface serial)	
P1121 = ...	<b>Ramp-down time</b> 0 ... 650 s (padrão: 10 s)	
P1135 = ...	<b>OFF3 ramp-down time</b> 0 ... 650 s (padrão: 5 s)	
P2167 = ...	<b>Switch-off frequency f_off</b> 0 ... 10 Hz (padrão: 1 Hz) Define o limiar da função de monitoração $ f_{act}  > P2167$	
P2168 = ...	<b>Delay time T_off</b> 0 ... 10.000 ms (padrão: 10 ms) Define o tempo de operação do inversor abaixo da frequência de desativação (P2167) antes que ocorra a desativação.	

## Valor de saída

Parâmetro	Descrição
r0052.2	<b>Drive running</b>

### 6.9.4 Operação manual e automática

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P0700, P1000 P0810, P0811
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

É necessário passar do modo automático para o manual ao se carregar e descarregar máquinas de produção e ao inserir novos materiais (processamento em lotes, por exemplo). O operador da máquina executa, em modo manual, as atividades preparatórias para a operação automática subsequente. No modo manual, o operador controla localmente a máquina (ou seja, insere os comandos ON / OFF e também o ponto de ajuste). A comutação de volta para o modo automático só irá ocorrer após o término da configuração. No modo automático, o controle (em malha aberta) das máquinas e dos processos de produção está a cargo de um sistema de controle de nível superior (um CLP, por exemplo). Essa operação é mantida até que se torne necessário carregar ou descarregar a máquina novamente ou inserir novos materiais na máquina ou no processo de produção.

Utiliza-se os parâmetros indexados P0700 ou P1000 e os parâmetros BICO P0810 e P0811 para alternar entre os modos manual e automático. Define-se a fonte de comando com o parâmetro P0700 e o ponto de ajuste, com o parâmetro P1000, onde o índice 0 (P0700[0] e P1000[0]) determina o modo automático e o índice 1 (P0700[1] e P1000[1]), o modo manual. Usa-se os parâmetros BICO P0810 e P0811 para alternar entre os modos automático e manual. É possível controlar esses parâmetros BICO a partir de qualquer fonte de controle. Dessa forma, além de P0700 e P1000, todos os outros parâmetros CDS são também trocados (a comutação entre manual e automático é generalizada como troca de parâmetros CDS).

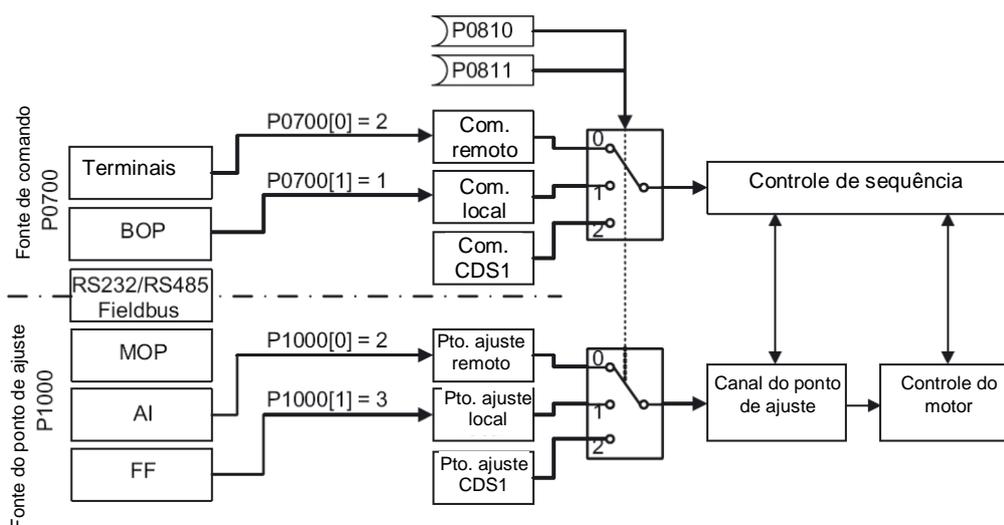


Figura 6-30 Comutação utilizando os parâmetros BICO P0810 e P0811

## Valores de entrada

Tabela 6-29 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P0700 = ...	<b>Selection of command source</b> 0: Configuração normal 1: BOP 2: Terminal 4: USS em RS232 6: Fieldbus (padrão, de acordo com o tipo de inversor de frequência)	
P0810 = ...	<b>CDS bit 0 (Hand/Auto)</b> fontes possíveis (0 = padrão): 722.x: Entradas digitais 2032.15: USS em RS232 2036.15: USS em RS485 2090.15: Fieldbus	
P0811 = ...	<b>CDS bit 1</b> fontes possíveis (0 = padrão): 722.x: Entradas digitais 2033.15: USS em RS232 2037.15: USS em RS485 2091.15: Fieldbus	
P1000 = ...	<b>Selection of frequency setpoint</b> 0: Sem ponto de ajuste principal 1: Ponto de ajuste do MOP 2: Ponto de ajuste analógico (padrão, de acordo com o tipo de inversor de frequência) 3: Frequência fixa 4: USS em RS232 6: Fieldbus (padrão, de acordo com o tipo de inversor de frequência) 7: Ponto de ajuste analógico 2 10: Sem ponto de ajuste principal + Ponto de ajuste do MOP ... 77: Ponto de ajuste analógico 2 + Ponto de ajuste analógico 2	

## 6.9.5 FFBs e FFBs rápidos

### Dados

Faixa de parâmetros:	P2800 ... P2890
Advertências:	
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP4800 ... FP4830
Tempo de ciclo:	128 ms (FFB) 8 ms (FFB rápido)

### Descrição

Em muitas aplicações, é preciso ter uma lógica de intertravamento para controlar (em malha aberta) o inversor. Essa lógica de intertravamento acopla vários estados (controle de acesso, estado de fábrica / sistema, por exemplo) para formar um sinal de controle (um comando ON, por exemplo). Isso era implementado por meio de CLPs ou relés, o que representava custos adicionais para a fábrica ou o sistema. Além de operações lógicas, as operações aritméticas e os elementos armazenadores são cada vez mais necessários nos inversores que geram uma nova unidade a partir de várias grandezas físicas. Integra-se essa função de CLP simplificada ao inversor por meio dos seguintes elementos:

- Blocos de função livremente programáveis (FFBs)
- Blocos de função livremente programáveis do tipo rápido (FFBs rápidos)

### Diferenças entre FFBs e FFBs rápidos

Os FFBs e FFBs rápidos atuam como duas funções independentes, mas não é possível usar o mesmo bloco nas duas funções simultaneamente.

A função de FFB é chamada dentro do período de tempo de 128 ms (tempo de ciclo). Todos os blocos dessa função podem ser utilizados. Os blocos abaixo podem ser usados somente dentro do período de tempo de 128 ms:

- Blocos de tempo (timers)
- Blocos de soma (ADD)
- Blocos de subtração (SUB)
- Blocos de multiplicação (MUL)
- Blocos de divisão (DIV)
- Blocos de comparação (CMP)

A função de FFB rápido é chamada dentro do período de tempo de 8 ms. Apenas os seguintes blocos estão disponíveis nessa função:

- Blocos E (AND)
- Blocos OU (OR)
- Blocos OU exclusivo (XOR)
- Blocos de negação (NOT)
- Flip-Flops

## Habilitação

Os FFBs e FFBs rápidos são habilitados em dois passos:

1. Habilitação geral (P2800):  
Habilita-se a função de FFB com o parâmetro P2800 (P2800 =1).  
Habilita-se a função de FFB rápido com o parâmetro P2803 (P2803 =1).
2. Habilitação especial (P2801, P2802):
  - FFB  
Com o parâmetro P2801 ou P2802, habilita-se um bloco de função específico (P2801[x] ou P2802[x] = 1...3) e define-se a sequência com que são executados.
  - FFB rápido  
Com o parâmetro P2801, habilita-se um bloco de função específico (P2801[x] = 4...6).

## Prioridade

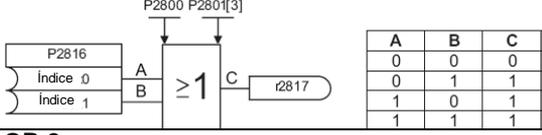
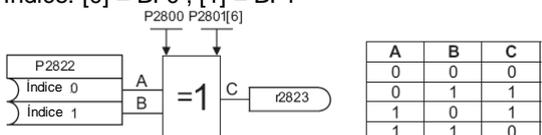
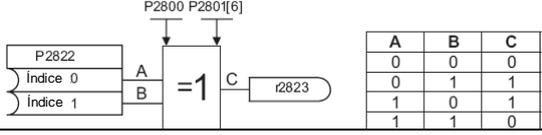
Além disso, pode-se adequar os blocos à aplicação, controlando a sequência cronológica com que serão executados. Isto é especialmente importante, de modo que tais blocos sejam executados na sequência tecnologicamente correta. Utiliza-se os parâmetros 2801 e P2802 para a função individual de habilitação e também para definir a prioridade com que os blocos devem ser executados.

É possível atribuir os seguintes níveis de prioridade:

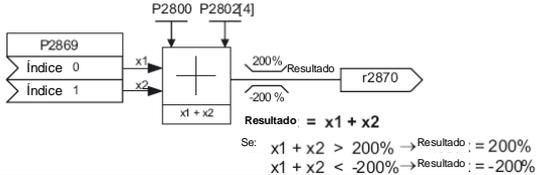
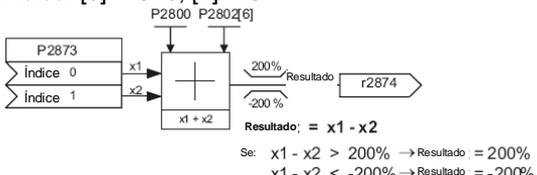
- 0 = Inativo
- 1 = Nível 1 (FFB)
- 2 = Nível 2 (FFB)
- 3 = Nível 3 (FFB)
- 4 = Nível 4 (FFB rápido)
- 5 = Nível 5 (FFB rápido)
- 6 = Nível 6 (FFB rápido)

A figura indica que a prioridade diminui de cima para baixo (prioridade 1 → nível) ou da direita para a esquerda (prioridade 2 → linha).



Parâmetro	Descrição	Configuração
P2814 = ...	<b>AND 3</b> Índice: [0] = BI 0 , [1] = BI 1	
P2816 = ...	<b>OR 1</b> Índice: [0] = BI 0 , [1] = BI 1 	
P2818 =	<b>OR 2</b> Índice: [0] = BI 0 , [1] = BI 1	
P2820 = ...	<b>OR 3</b> Índice: [0] = BI 0 , [1] = BI 1	
P2822 = ...	<b>XOR 1</b> Índice: [0] = BI 0 , [1] = BI 1 	
P2824 = ...	<b>XOR 2</b> Índice: [0] = BI 0 , [1] = BI 1	
P2826 = ...	<b>XOR 3</b> Índice: [0] = BI 0 , [1] = BI 1	
P2828 = ...	<b>NOT 1</b> define a entrada de NOT 1 	
P2830 = ...	<b>NOT 2</b> define a entrada de NOT 2	
P2832 = ...	<b>NOT 3</b> define a entrada de NOT 3	

Parâmetro	Descrição	Configuração																																										
P2834 = ...	<p><b>D-FlipFlop 1</b> Índice: [0] = BI: set, [1] = BI: entrada D, [2] = BI: armazena pulso, [3] = BI: reset</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SET</th> <th>RESET</th> <th>D</th> <th>ARMAZENAR</th> <th>Q</th> <th><math>\bar{Q}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>x</td> <td>x</td> <td><math>Q_{n-1}</math></td> <td><math>\bar{Q}_{n-1}</math></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td colspan="4">ATIVAR</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	SET	RESET	D	ARMAZENAR	Q	$\bar{Q}$	1	0	x	x	1	0	0	1	x	x	0	1	1	1	x	x	$Q_{n-1}$	$\bar{Q}_{n-1}$	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	ATIVAR				0	1	
SET	RESET	D	ARMAZENAR	Q	$\bar{Q}$																																							
1	0	x	x	1	0																																							
0	1	x	x	0	1																																							
1	1	x	x	$Q_{n-1}$	$\bar{Q}_{n-1}$																																							
0	0	1	1	1	0																																							
0	0	0	0	0	1																																							
ATIVAR				0	1																																							
P2837 = ...	<p><b>D-FlipFlop 2</b> Índice: [0] = BI: set, [1] = BI: entrada D, [2] = BI: armazena pulso, [3] = BI: reset</p>																																											
P2840 = ...	<p><b>RS-FlipFlop 1</b> Índice: [0] = BI: set, [1] = BI: reset</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SET</th> <th>RESET</th> <th>Q</th> <th><math>\bar{Q}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>Q_{n-1}</math></td> <td><math>\bar{Q}_{n-1}</math></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td><math>Q_{n-1}</math></td> <td><math>\bar{Q}_{n-1}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ATIVAR</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	SET	RESET	Q	$\bar{Q}$	0	0	$Q_{n-1}$	$\bar{Q}_{n-1}$	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	$Q_{n-1}$	$\bar{Q}_{n-1}$	ATIVAR		0	1																			
SET	RESET	Q	$\bar{Q}$																																									
0	0	$Q_{n-1}$	$\bar{Q}_{n-1}$																																									
0	1	0	1																																									
1	0	1	0																																									
1	1	$Q_{n-1}$	$\bar{Q}_{n-1}$																																									
ATIVAR		0	1																																									
P2843 = ...	<p><b>RS-FlipFlop 2</b> Index: [0] = BI: set, [1] = BI: reset</p>																																											
P2846 = ...	<p><b>RS-FlipFlop 3</b> Índice: [0] = BI: set, [1] = BI: reset</p>																																											
P2849 = ...	<p><b>Timer 1</b> define o sinal de entrada do temporizador 1</p>																																											
P2850 = ...	<p><b>Delay time of timer 1</b> define o tempo de atraso do temporizador 1</p>																																											

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2851 = ...	<b>Mode timer 1</b> 0: Atraso de ativação (segundos) 1: Atraso de desativação (segundos) 2: Atraso de ativação/desativação (segundos) 3: Gerador de pulsos (segundos) 10: Atraso de ativação (mínimo) 11: Atraso de desativação (mínimo) 12: Atraso de ativação/desativação (mínimo) 13: Gerador de pulsos (mínimo)	
P2854 = ...	<b>Timer 2</b> define o sinal de entrada do temporizador 2	
P2855 = ...	<b>Delay time of timer 2</b> define o tempo de atraso do temporizador 2	
P2856 = ...	<b>Mode timer 2</b> veja os modos em P2851	
P2859 = ...	<b>Timer 3</b> define o sinal de entrada do temporizador 3	
P2860 = ...	<b>Delay time of timer 3</b> define o tempo de atraso do temporizador 3	
P2861 = ...	<b>Mode timer 3</b> veja os modos em P2851	
P2864 = ...	<b>Timer 4</b> define o sinal de entrada do temporizador 4	
P2865 = ...	<b>Delay time of timer 4</b> define o tempo de atraso do temporizador 4	
P2866 = ...	<b>Mode timer 4</b> veja os modos em P2851	
P2869 = ...	<b>ADD 1</b> Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1 	
P2871 = ...	<b>ADD 2</b> Índice: [0] = CI 0, [1] = CI 1	
P2873 = ...	<b>SUB 1</b> Índice: [0] = CI 0, [1] = CI 1 	
P2875 = ...	<b>SUB 2</b> Índice: [0] = CI 0, [1] = CI 1	

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2877 = ...	<p><b>MUL 1</b> Índice: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p> <p>Resultado = <math>\frac{x1 * x2}{100\%}</math></p> <p>Se: <math>\frac{x1 * x2}{100\%} &gt; 200\% \rightarrow</math> Resultado = 200%</p> <p><math>\frac{x1 * x2}{100\%} &lt; -200\% \rightarrow</math> Resultado = -200%</p>	
P2879 = ...	<p><b>MUL 2</b> Índice: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p>	
P2881 = ...	<p><b>DIV 1</b> Índice: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p> <p>Resultado = <math>\frac{x1 * 100\%}{x2}</math></p> <p>Se: <math>\frac{x1 * 100\%}{x2} &gt; 200\% \rightarrow</math> Resultado = 200%</p> <p><math>\frac{x1 * 100\%}{x2} &lt; -200\% \rightarrow</math> Resultado = -200%</p>	
P2883 = ...	<p><b>DIV 2</b> Índice: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p>	
P2885 = ...	<p><b>CMP 1</b> Índice: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p> <p>Out = <math>x1 \geq x2</math></p> <p><math>x1 \geq x2 \rightarrow</math> Saída = 1</p> <p><math>x1 &lt; x2 \rightarrow</math> Saída = 0</p>	
P2887 = ...	<p><b>CMP 2</b> Índice: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p>	
P2889 = ...	<p><b>Fixed setpoint 1 in [%]</b> -200 ... 200% (padrão: 0%)</p> <p>Config. conector em %</p> <p>Faixa: -200% ... 200%</p>	
P2890 = ...	<p><b>Fixed setpoint 2 in [%]</b> -200 ... 200% (padrão: 0%)</p>	

## Valor de saída

r2811	AND 1
r2813	AND 2
r2815	AND 3
r2817	OR 1
r2819	OR 2
r2821	OR 3
r2823	XOR 1
r2825	XOR 2
r2827	XOR 3
r2829	NOT 1
r2831	NOT 2
r2833	NOT 3
r2835	Q D-FF1
r2836	NOT-Q D-FF1
r2838	Q D-FF2
r2839	NOT-Q D-FF2
r2841	Q RS-FF1
r2842	NOT-Q RS-FF1
r2844	Q RS-FF2
r2845	NOT-Q RS-FF2
r2847	Q RS-FF3
r2848	NOT-Q RS-FF3
r2852	Timer 1
r2853	Nout timer 1
r2857	Timer 2
r2858	Nout timer 2
r2862	Timer 3
r2863	Nout timer 3
r2867	Timer 4
r2868	Nout timer 4
r2870	ADD 1
r2872	ADD 2
r2874	SUB 1
r2876	SUB 2
r2878	MUL 1
r2880	MUL 2
r2882	DIV 1
r2884	DIV 2
r2886	CMP 1
r2888	CMP 2

### Exemplo 1

Habilitação dos FFBs:	P2800 = 1
Habilitação de um FFB, incluindo a designação de prioridade:	
P2801[0] = 1	AND 1
P2801[1] = 2	AND 2
P2801[2] = 3	AND 3
P2802[12] = 2	CMP 1
P2802[13] = 3	CMP 2
Os FFBs são calculados nesta sequência:	AND 3 → CMP 2 → AND 2 → CMP 1 → AND 1

### Exemplo 2

Habilitação dos FFBs:	P2800 = 1
Habilitação de um FFB, incluindo a designação de prioridade:	
P2801[3] = 2	OR 1
P2801[4] = 2	OR 2
P2802[3] = 3	Timer 4
P2801[0] = 1	AND 1
Os FFBs são calculados nesta sequência:	Timer 4 → OR 1 → OR 2 → AND 1

### Exemplo 3 – FFBs rápidos

Habilitação dos FFBs rápidos:	P2803 = 1
Habilitação de um FFB rápido, incluindo a designação de prioridade:	
P2801[3] = 6	OR 1
P2801[4] = 5	OR 2
P2801[0] = 4	AND 1
Os FFBs rápidos são calculados nesta sequência:	OR 1 → OR 2 → AND 1

Os blocos de função são interconectados com o uso da tecnologia BICO. Dessa forma, é possível conectar esses blocos entre si e também a outros sinais e grandezas, desde que tais sinais e grandezas tenham o atributo correto (BO, BI, CO ou CI).

## 6.9.6 Gerador de wobble

### Dados

Faixa de parâmetros:	P2940, P2945 - P2949 r2955
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP5110
Tempo de ciclo:	2 ms

### Descrição

O gerador de wobble executa interrupções periódicas e predefinidas, superpostas ao ponto de ajuste principal, para uso tecnológico na indústria de fibras. É possível parametrizar tanto o salto de pulso positivo como o negativo e pode-se ativar a função de wobble via parâmetro P2940. O sinal de wobble é acrescentado ao ponto de ajuste principal como ponto de ajuste adicional. A função de wobble é então ativada apenas ao se atingir o ponto de ajuste. Não ocorre o acréscimo do sinal de wobble na aceleração ou desaceleração. Além disso, o sinal de wobble é limitado pela frequência máxima.

### Função

Pode-se iniciar e parametrizar o gerador de wobble pelos parâmetros abaixo. Como ele é independente do sentido do ponto de ajuste, apenas o valor absoluto desse ponto é relevante. A função de wobble permanece inativa durante a mudança do ponto de ajuste. Os valores de frequência da função de wobble são limitados pela frequência máxima (P1082). Se a função de wobble for desativada, o sinal correspondente irá a 0 de imediato.

---

#### Observação

- O sinal de wobble é bloqueado:
- Na frenagem CC
  - Com a função flying restart
  - Com o controlador vdc max ativo
  - Com o controlador lmax ativo
-

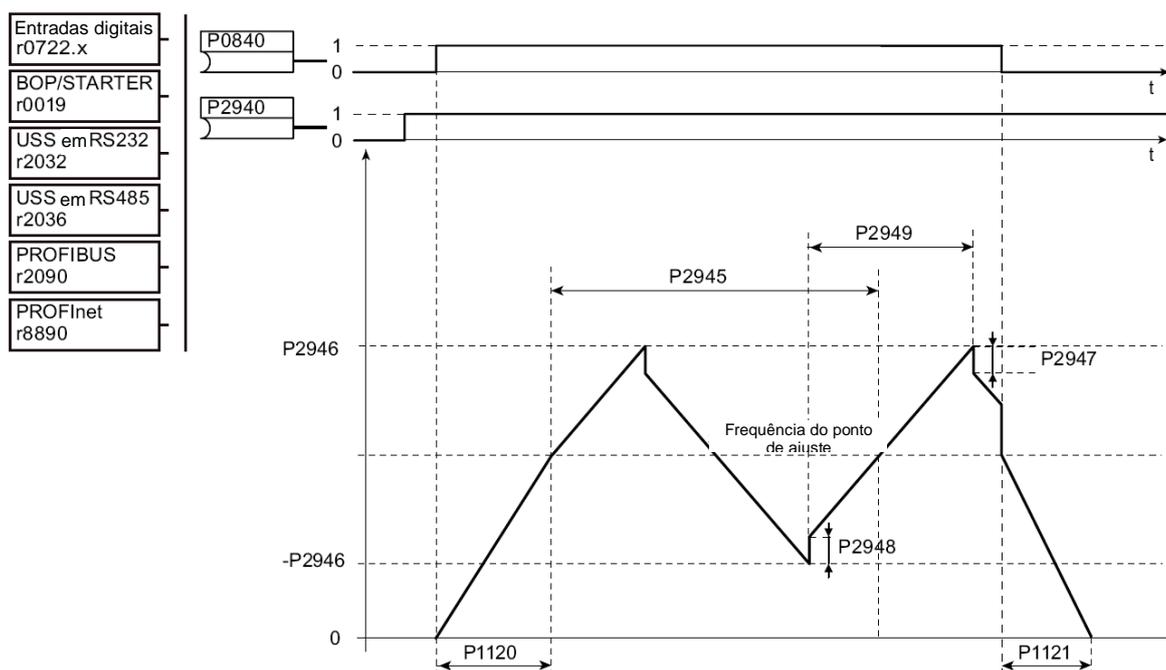


Figura 6-32 Sinal perturbador da função de wobble

### Valores de entrada

Tabela 6-31 Parâmetro de função principal

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2940 = ...	<b>Release Wobble function</b> Define a fonte para se liberar a função de wobble (DI ou qualquer parâmetro BO, por exemplo) (0 = padrão)	

Tabela 6-32 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2945 = ...	<b>Signal frequency</b> 0.1 ... 120 RPM (padrão: 60 RPM) Define a frequência do sinal de wobble	
P2946 = ...	<b>Signal amplitude</b> 0 ... 0,2 (padrão: 0) Define a amplitude do sinal de wobble	
P2947 = ...	<b>Wobble negative pulse jump</b> 0 ... 1 (padrão: 0) Define o valor do salto de pulso negativo ao final do período de sinal positivo	
P2948 = ...	<b>Wobble positive pulse jump</b> 0 ... 1 (padrão: 0) Define o valor do salto de pulso positivo ao final do período de sinal negativo	
P2949 = ...	<b>Signal pulse width</b> 0 ... 100% (padrão: 50%) Define a largura de pulso do sinal de wobble	

### Valor de saída

r2955	<b>Wobble function: signal output</b>
-------	---------------------------------------

## 6.10 Funções de controle

### 6.10.1 Visão geral do controle em malha aberta e malha fechada

#### Visão Geral

Há várias técnicas de malha fechada e malha aberta para o controle de velocidade e torque em malha fechada, no caso de inversores com motores síncronos e de indução. De maneira geral, essas técnicas podem ser classificadas como:

- Controle pela característica V/f (conhecido como controle V/f)
- Técnica de controle em malha fechada e orientada ao campo (conhecida como controle vetorial)

A técnica de controle orientada ao campo – o controle vetorial – pode ser subdividida em dois outros grupos:

- Controle vetorial sem realimentação de velocidade (controle vetorial sem o uso de sensores [SLVC])
- Controle vetorial com realimentação de velocidade (controle vetorial [VC])

Essas técnicas diferem entre si em relação tanto à capacidade de controle como à complexidade – que por sua vez são obtidas como resultado dos requisitos associados a uma aplicação específica. No caso de aplicações básicas (bombas e ventiladores, por exemplo), utiliza-se principalmente o controle V/f. Emprega-se o controle vetorial especialmente no caso de aplicações sofisticadas (dobradeiras, por exemplo), nas quais se requer bom controle e comportamento adequado sob condições de ruído, com relação à velocidade e ao torque. Se tais requisitos estiverem presentes também na faixa entre 0 Hz e cerca de 1 Hz, a precisão de velocidade / torque sem codificador não será suficiente. Em tais casos, deve-se adotar o controle vetorial com realimentação de velocidade.

6.10.2 Controle V/f

Dados

Faixa de parâmetros:	P1300 P1310 ... P1350
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP6100

Descrição

A característica V/f representa a mais simples técnica de controle. Nesse caso, a tensão presente no estator do motor síncrono ou de indução é ajustada proporcionalmente à frequência do estator. Essa técnica foi comprovada em uma ampla gama de aplicações "básicas", tais como:

- Bombas e ventiladores
- Motores acionados por correia

e processos similares.

O controle V/f tem o objetivo de manter o fluxo  $\Phi$  constante no motor. Nesse caso, ele é proporcional à corrente de magnetização  $I_\mu$  e à razão entre tensão (V) e frequência (f).

$$\Phi \sim I_\mu \sim V/f$$

O torque M, desenvolvido por motores de indução, é proporcional ao produto entre fluxo e corrente (precisamente o produto vetorial  $\Phi \times I$ ).

$$M \sim \Phi * I$$

Para gerar o maior torque possível a partir de uma determinada corrente, deve-se manter o fluxo constante em seu valor nominal. Em outras palavras, o valor da corrente de magnetização deve ser constante, mesmo que a frequência do estator varie. Essa condição poderá ser obtida, de modo aproximado, se a tensão de estator U for variada proporcionalmente à frequência do estator. O controle pela característica V/f deriva desses princípios básicos.

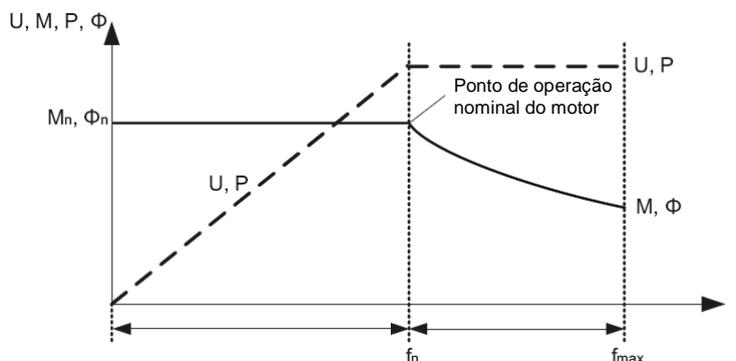
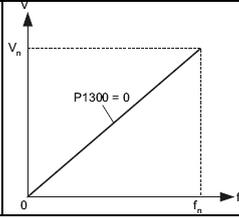
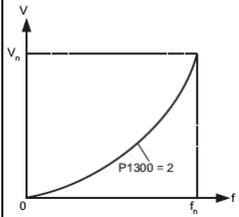
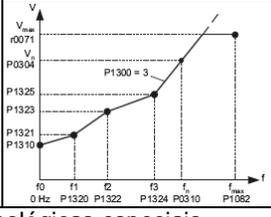
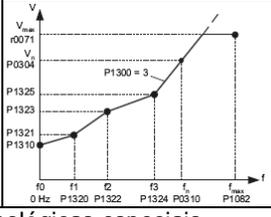


Figura 6-33 Faixas de operação e características de um motor de indução quando alimentado a partir de um inversor

Há várias versões da característica V/f, como se vê na tabela abaixo.

Tabela 6-33 Características V/f (parâmetro P1300)

Valor do parâmetr	Significado	Uso / propriedade
0	Característica linear	Caso básico 
1	FCC	Pode fornecer uma resposta de carga mais eficiente e melhor que a de outros modos V/f, pois a característica FCC compensa automaticamente as perdas de tensão na resistência do estator, no caso de cargas estáticas (condição estável) ou dinâmicas (FCC – controle pela corrente de fluxo). É utilizada principalmente em pequenos motores, que exibem uma resistência de estator relativamente elevada. 
2	Característica da lei quadrática	Leva em conta a característica de torque presente na carga do motor (ventilador ou bomba, p. ex.): a) Característica da lei quadrática (característica $f^2$ ) b) Economia de energia, pois a tensão mais baixa resulta em correntes e perdas menores. 
3	Característica programável	Leva em conta a característica de torque do motor e da carga acionada (motor síncrono, p. ex.) 
5	Adaptação de aplicações	Leva em conta as questões tecnológicas especiais de cada aplicação (aplicações têxteis, p. ex.), a) Nos casos em que a limitação de corrente (controlador de $I_{max}$ ) influencia apenas a tensão de saída e não a frequência de saída, e b) Ao inibir a compensação de escorregamento
6	Adaptação de aplicações com FCC	Leva em conta as questões tecnológicas especiais de cada aplicação (aplicações têxteis, p. ex.), a) Nos casos em que a limitação de corrente (controlador de $I_{max}$ ) influencia apenas a tensão de saída e não a frequência de saída, e b) Ao inibir a compensação de escorregamento
19	Entrada independente de tensão	O usuário pode inserir a tensão de saída do inversor, independentemente da frequência, utilizando o parâmetro BICO P1330 por meio das interfaces (entrada analógica → P1330 = 755, p. ex.).

## Valores de entrada

Tabela 6-34 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1300 = ...	<b>Control mode</b> 0: V/f com característica linear (padrão) 1: V/f com FCC 2: V/f com característica quadrática 3: V/f com característica programável 4: reservado 5: V/f para aplicações têxteis 6: V/f com FCC para aplicações têxteis 19: controle V/f com ponto de ajuste independente de tensão 20: controle vetorial sem o uso de sensores 21: controle vetorial com sensores 22: controle vetorial de torque sem o uso de sensores 23: controle vetorial de torque com sensores	
P1335 = ...	<b>Slip compensation</b> 0 ... 600 % (padrão: 0 %)	

Tabela 6-35 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1310 = ...	<b>Continuous boost</b> 0 ... 250 % (padrão: 50 %)	
P1311 = ...	<b>Acceleration boost</b> 0 ... 250 % (padrão: 0 %)	
P1312 = ...	<b>Starting boost</b> 0 ... 250 % (padrão: 0 %)	
P1316 = ...	<b>Boost end frequency</b> 0 ... 100 Hz (padrão: 20 Hz)	
P1320 = ...	<b>Programmable V/f freq. Coord. 1</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 0 Hz)	
P1321 = ...	<b>Programmable V/f volt. Coord. 1</b> 0 ... 3.000 V (padrão: 0 V)	
P1322 = ...	<b>Programmable V/f freq. Coord. 2</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 0 Hz)	
P1323 = ...	<b>Programmable V/f volt. Coord. 2</b> 0 ... 3.000 V (padrão: 0 V)	
P1324 = ...	<b>Programmable V/f freq. Coord. 3</b> 0 ... 650 Hz (padrão: 0 Hz)	
P1325 = ...	<b>Programmable V/f volt. Coord. 3</b> 0 ... 3.000 V (padrão: 0 V)	
P1330 = ...	<b>Voltage setpoint</b>	
P1333 = ...	<b>Start frequency for FCC</b> 0 ... 100 Hz (padrão: 10 Hz)	
P1334 = ...	<b>Slip compensation activation range</b> 1 ... 20 Hz (padrão: 6 Hz)	

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1336 = ...	<b>Slip limit</b> 0 ... 600 % (padrão: 250 %)	
P1338 = ...	<b>Resonance damping gain V/f</b> 0 ... 10 (padrão: 0)	
P1340 = ...	<b>I<sub>max</sub> controller prop. gain</b> 0 ... 0,499 (padrão: 0)	
P1341 = ...	<b>I<sub>max</sub> controller integral time</b> 0 ... 50 s (padrão: 0,3 s)	
P1345 = ...	<b>I<sub>max</sub> voltage ctrl. Prop. gain</b> 0 ... 5,499 (padrão: 0,250)	
P1346 = ...	<b>I<sub>max</sub> voltage ctrl. Integral time</b> 0 ... 50 s (padrão: 0,3 s)	
P1350 = ...	<b>Voltage soft start</b> 0: desativado (padrão) 1: Ativado	

### Valores de saída

r1315	<b>Total boost voltage</b>
r1337	<b>V/f slip frequency</b>
r1343	<b>I<sub>max</sub> controller freq. Output</b> Exibe a limitação efetiva de frequência do inversor. Se o controlador de I <sub>max</sub> não estiver operando, o parâmetro vai mostrar normalmente a frequência máxima P1082.
r1334	<b>I<sub>max</sub> controller volt. Output</b> Exibe em quanto o controlador de I <sub>max</sub> está reduzindo a tensão de saída do inversor.

### 6.10.2.1 Reforço de tensão

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1310 ... P1312 r0056 bit 05
Advertências:	
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP6100

#### Descrição

No caso de baixas frequências de saída, as características V/f fornecem apenas uma baixa tensão de saída. A resistência ôhmica presente no enrolamento do estator é significativa em baixas frequências e é desprezada ao se determinar o fluxo do motor no controle V/f. Isso significa que a tensão de saída pode ser baixa demais para:

- implementar a magnetização de um motor de indução,
- suportar a carga,
- equalizar as perdas (perdas ôhmicas na resistência do estator) do sistema, ou
- fornecer um torque de partida / aceleração / frenagem.

É possível então elevar (reforçar) a tensão de saída do inversor empregando os parâmetros mostrados na tabela abaixo.

---

#### Observação

Especialmente em baixas frequências, a temperatura do motor aumenta ainda mais como resultado do reforço de tensão (o motor pode sobreaquecer)!

O valor de tensão em 0 Hz é determinado pelo produto entre a corrente nominal do motor (P0305), a resistência do estator (P0350) e os parâmetros P1310 ... P1312 adequados.

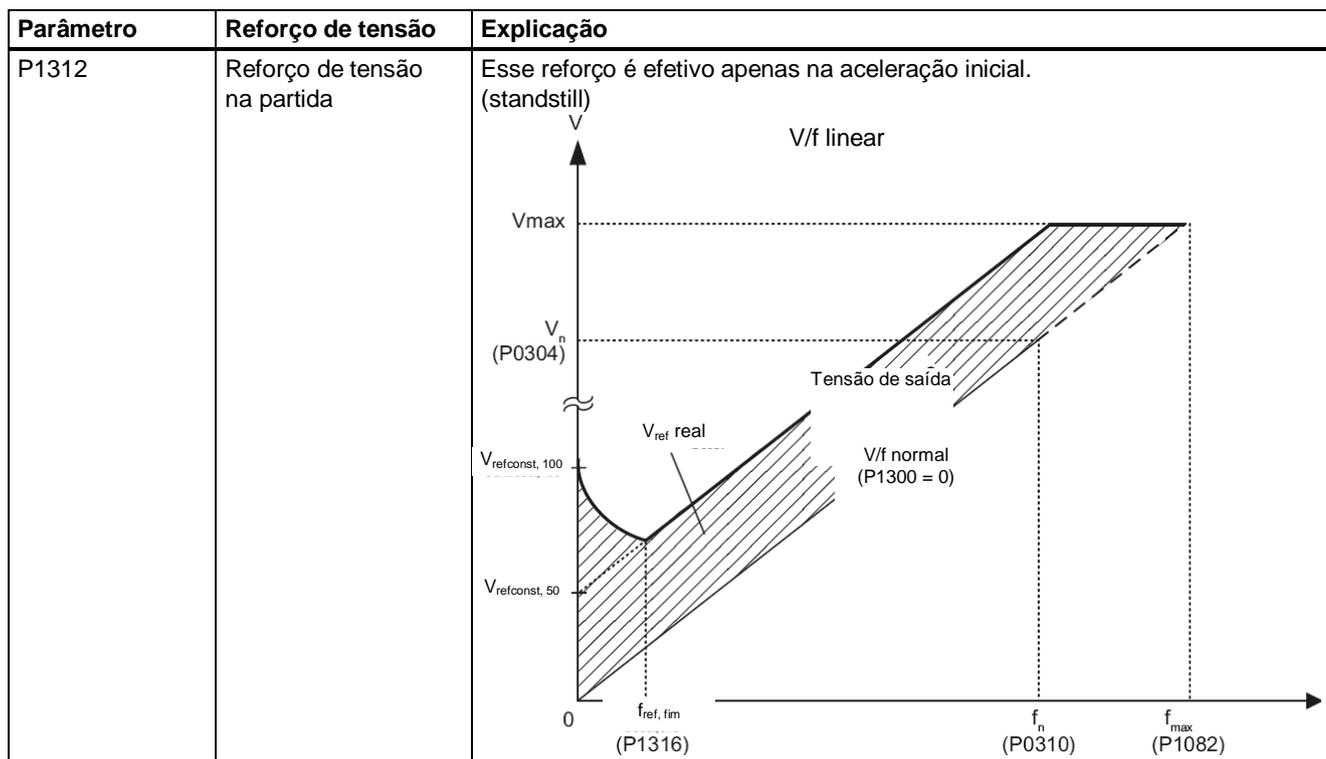
Caso seja utilizada uma resistência incorreta do estator, a corrente aplicada ao motor não será aquela especificada em P1310 ... P1312. Isto pode dar origem a um sobrecorrente (F0001).

O uso de valores de reforço muito elevados pode fazer com que o motor fique paralisado em uma frequência baixa, por causa do controlador de I<sub>max</sub> (ou seja, um reforço excessivo pode causar uma falha por sobrecorrente).

---

Tabela 6-36 Reforço de tensão

Parâmetro	Reforço de tensão	Explicação
P1310	Reforço constante de tensão	<p>O reforço de tensão é efetivo em toda a faixa de frequências, sendo que o valor diminui continuamente em frequências elevadas.</p> <p><math>V/f</math> linear</p> <p> <math>V</math>  <math>V_{max}</math>  <math>V_n</math> (P0304)            Tensão de saída  <math>V_{refconst, 100}</math>  <math>V_{refconst, 50}</math>  <math>V_{ref}</math> real  <math>V/f</math> normal (P1300 = 0)  <math>f_{ref, fim}</math> (P1316)  <math>f_n</math> (P0310)  <math>f_{max}</math> (P1082)         </p>
P1311	Reforço de tensão ao acelerar ou frear	<p>Esse reforço é efetivo apenas na aceleração ou frenagem.</p> <p><math>V/f</math> linear</p> <p> <math>V</math>  <math>V_{max}</math>  <math>V_n</math> (P0304)            Tensão de saída  <math>V_{refconst, 100}</math>  <math>V_{refconst, 50}</math>  <math>V_{ref}</math> real  <math>V/f</math> normal (P1300 = 0)  <math>f_{ref, fim}</math> (P1316)  <math>f_n</math> (P0310)  <math>f_{max}</math> (P1082)         </p>



### Valores de entrada

Tabela 6-37 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1310 = ...	<b>Continuous boost</b> 0 ... 250 % (padrão: 50%) Define o nível de reforço relativo à corrente nominal do motor (P0305).	
P1312 = ...	<b>Starting boost</b> 0 ... 250 % (padrão: 0 %) Aplica uma compensação linear constante, relativa à corrente nominal do motor (P0305).	

Tabela 6-38 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1311 = ...	<b>Acceleration boost</b> 0 ... 250 % (padrão: 0 %) Aplica um reforço relativo à corrente nominal do motor (P0305).	

### Valor de saída

Parâmetro	Descrição
r0056 bit 5	<b>Status of motor control - Starting boost active</b>

### 6.10.2.2 Compensação de escorregamento

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1335
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP6100

#### Descrição

No modo de operação com a característica V/f, a frequência do motor é sempre inferior à frequência de saída do inversor, em um valor correspondente à frequência de escorregamento  $f_s$ . Se a carga for elevada (de M1 para M2) com uma frequência constante de saída, o escorregamento vai aumentar e a frequência do motor vai diminuir (de  $f_1$  para  $f_2$ ). Esse comportamento, que é típico de um motor de indução, pode ser compensado empregando-se a compensação de escorregamento P1335. Isso elimina, portanto, a redução de velocidade causada pela carga, ao se reforçar (aumentar) a frequência de saída do inversor (veja a figura abaixo).

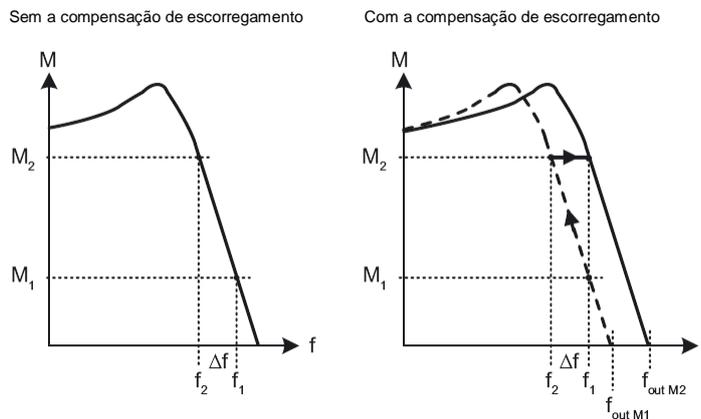


Figura 6-34 Compensação de escorregamento

#### Valores de entrada

Tabela 6-39 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1335 = ...	<b>Slip compensation</b> 0 ... 600 % (padrão: 0 %)	

### 6.10.2.3 Atenuação da ressonância de V/f

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1338
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

Os efeitos da ressonância causam maior nível de ruído e podem danificar ou destruir o sistema mecânico. Esses efeitos de ressonância podem ocorrer em:

- Motores com engrenagens
- Motores de relutância
- Motores de grande porte  
(baixa resistência do estator → pouca atenuação elétrica)

Quando habilitada, a função atenuadora da ressonância de V/f atua entre 6% e 80% da frequência nominal do motor.

Ao contrário da função de "frequência de salto" e dos parâmetros P1091 ... P1094, na qual a frequência de ressonância é passada o mais depressa possível, na atenuação da ressonância de V/f (P1338) os efeitos da ressonância são atenuados a partir de uma perspectiva relacionada ao controle. Pelo fato de ser uma atenuação ativa, essa função tem a vantagem de permitir a operação dentro da faixa de ressonância.

A atenuação da ressonância de V/f é ativada e ajustada por meio do parâmetro P1338. Esse parâmetro representa um fator de ganho que é uma medida para se atenuar a frequência de ressonância. Os oscilograma abaixo indica o efeito da função atenuadora de ressonância, usando como exemplo um motor de relutância com caixa de engrenagens. As correntes de saída das fases correspondem a uma frequência de saída de 45 Hz.

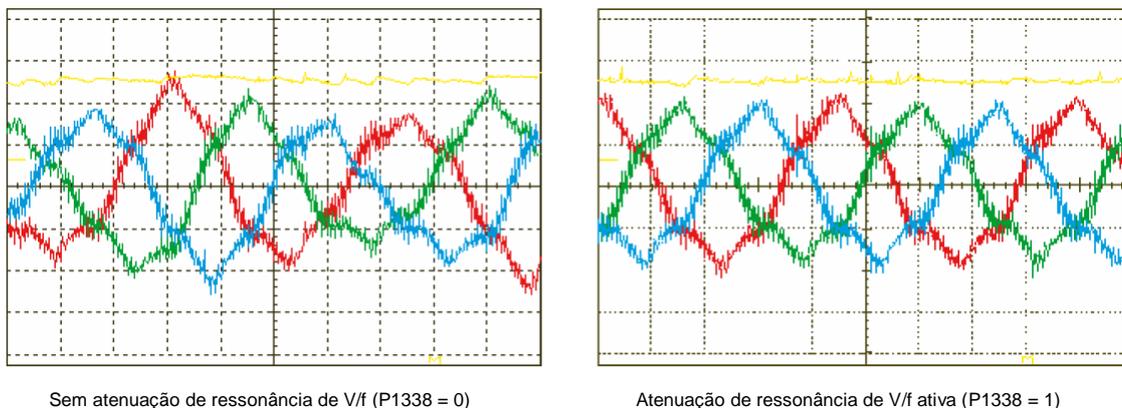


Figura 6-35 Atenuação de ressonância

## Valores de entrada

Tabela 6-40 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1338 = ...	<b>Resonance damping gain V/f</b> 0 ... 10 (padrão: 0) Escalona o di/dt da corrente ativa.	

### 6.10.2.4 Controle de V/f com FCC

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1300, P1333
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

Os inversores dispõem de uma função medidora de corrente, que permite determinar com precisão a corrente de saída em relação à tensão do motor. Essa medição garante que a corrente de saída seja subdividida entre componente de carga e componente de fluxo. Ao se utilizar essa subdivisão, é possível controlar o fluxo do motor e adequá-lo / otimizá-lo convenientemente, segundo as condições predominantes.

A operação com FCC é ativada apenas ao se exceder a frequência de partida FCC (P1333). Essa frequência de partida é inserida como uma porcentagem da frequência nominal do motor (P0310). Para uma frequência nominal de 50 Hz no motor e uma configuração de fábrica com P1333 = 10 %, tem-se uma frequência de partida FCC de 5 Hz. Não se deve escolher uma frequência de partida FCC muito baixa, pois ela tem um impacto negativo sobre as características de controle, o que pode resultar em oscilação e instabilidade do sistema.

O controle do tipo "V/f com FCC" (P1300 = 1) já foi comprovado em inúmeras aplicações. Ele apresenta as seguintes vantagens em relação ao controle V/f convencional:

- Maior eficiência do motor
- Melhor característica de estabilização
  - maior resposta dinâmica
  - melhor comportamento em relação a perturbações e ao controle

---

#### Observação

Ao contrário do controle vetorial em malha fechada, não é possível influenciar especificamente o torque no modo de controle V/f em malha aberta com FCC. Eis porque nem sempre se pode evitar a paralisação do motor – mesmo ao usar o "V/f com FCC".

Pode-se esperar um melhor comportamento estabilizador e maior eficiência do motor ao utilizar o controle vetorial em malha fechada, se comparado ao controle V/f com FCC.

---

## Valores de entrada

Tabela 6-41 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1300 = ...	<b>Control mode</b> 0: V/f com característica linear (padrão) 1: V/f com FCC 2: V/f com característica quadrática 3: V/f com característica programável 4: reservado 5: V/f para aplicações têxteis 6: V/f com FCC para aplicações têxteis 19: controle V/f com ponto de ajuste independente de tensão 20: Controle vetorial sem o uso de sensores 21: controle vetorial com sensores 22: Controle vetorial de torque sem o uso de sensores 23: controle vetorial de torque com sensores	
P1333 = ...	<b>Start frequency for FCC</b> 0 ... 100% (padrão: 10 %: Define a frequência de partida na qual o FCC é habilitado, como porcentagem da frequência nominal do motor (P0310).	

### 6.10.2.5 Limitação de corrente (controlador de I<sub>max</sub>)

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1340 ... P1346
	r0056 bit 13
Advertências:	A0501
Falhas:	F0001
Número do gráfico da função:	FP6100

#### Descrição

No modo de característica V/f, o inversor possui um controlador de limitação da corrente, para evitar as condições de sobrecarga (controlador de I<sub>max</sub>; veja a figura abaixo). Esse controlador protege o inversor e o motor contra sobrecarga contínua ao reduzir automaticamente a frequência de saída do inversor em f<sub>I<sub>max</sub></sub> (r1343) ou sua tensão de saída em V<sub>I<sub>max</sub></sub> (r1344). Ao se reduzir a frequência e seguir a tensão, é possível reduzir o esforço do inversor e protegê-lo contra a sobrecarga contínua e eventuais danos.

Caso seja conectado um módulo de potência regenerativo (PM250, PM260, ET 200 FC ou G120D) e o motor opere em modo regenerativo (r0032 < 0), a frequência irá aumentar.

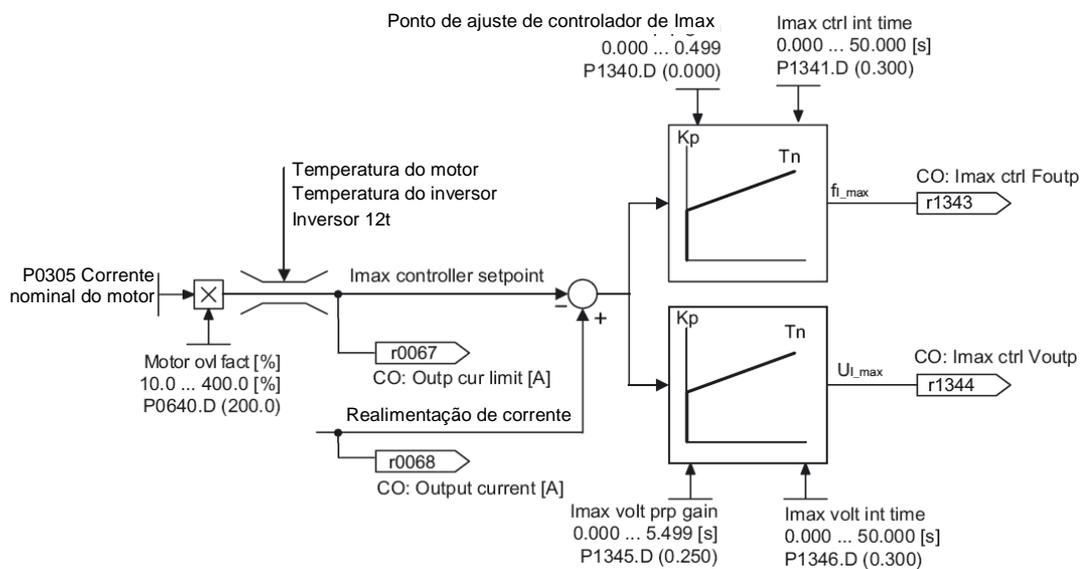


Figura 6-36 Controlador de I<sub>max</sub>

**Observação**

A carga do inversor só será reduzida com a redução da frequência se essa carga diminuir em velocidades mais baixas (torque pela lei quadrática, p. ex. – característica de velocidade da carga do motor).

No modo regenerativo, a corrente irá diminuir apenas se o torque baixar em frequências mais elevadas.

**Valores de entrada**

Tabela 6-42 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1340 = ...	<b>I_max controller prop. gain</b> 0 ... 0,499 (padrão: 0) Ganho proporcional do controlador de I <sub>max</sub> .	
P1341 = ...	<b>I_max controller integral time</b> 0 ... 50 s (padrão: 0,3 s) Constante de tempo integral do controlador de I <sub>max</sub> . 0 : Controlador de I <sub>max</sub> desativado	
P1345 = ...	<b>I_max voltage ctrl. Prop. gain</b> 0 ... 5,499 (padrão: 0,250) Ganho proporcional do controlador de tensão de I <sub>max</sub> .	
P1346 = ...	<b>I_max voltage ctrl. Integral time</b> 0 ... 50 s (padrão: 0,3 s) Constante de tempo integral do controlador de tensão de I <sub>max</sub> .	

**Valor de saída**

Parâmetro	Descrição
r0056 bit13	<b>Status of motor control - I_max controller active/torque limit reached</b>
r1343	<b>I_max controller freq. Output</b> Exibe a limitação efetiva de frequência do inversor. Se o controlador de I <sub>max</sub> não estiver operando, o parâmetro irá mostrar normalmente a frequência máxima P1082.
r1344	<b>I_max controller volt. Output</b> Exibe em quanto o controlador de I <sub>max</sub> está reduzindo a tensão de saída do inversor.

### 6.10.3 Controle vetorial

#### Descrição

O controle vetorial orientado ao campo (conhecido como controle vetorial) melhora significativamente o controle de torque, quando comparado ao controle por V/f. O princípio do torque vetorial baseia-se no fato de que, para uma situação específica de carga ou torque requerido, a corrente necessária do motor é definida em relação ao fluxo desse motor, de modo a se obter o torque adequado. Se a corrente do estator for emulada em um sistema de coordenadas circulantes, associado ao fluxo  $\Phi$  do rotor, será possível subdividi-la em um componente de corrente gerador de fluxo ( $i_d$ ), alinhado ao fluxo do rotor, e em um componente de corrente gerador de torque ( $i_q$ ), perpendicular ao fluxo do rotor. Tais componentes são corrigidos, de modo que se possam rastrear seus pontos de ajuste no controlador de corrente mediante seus próprios controladores de PI, e são grandezas iguais ao se operar em condição estável.

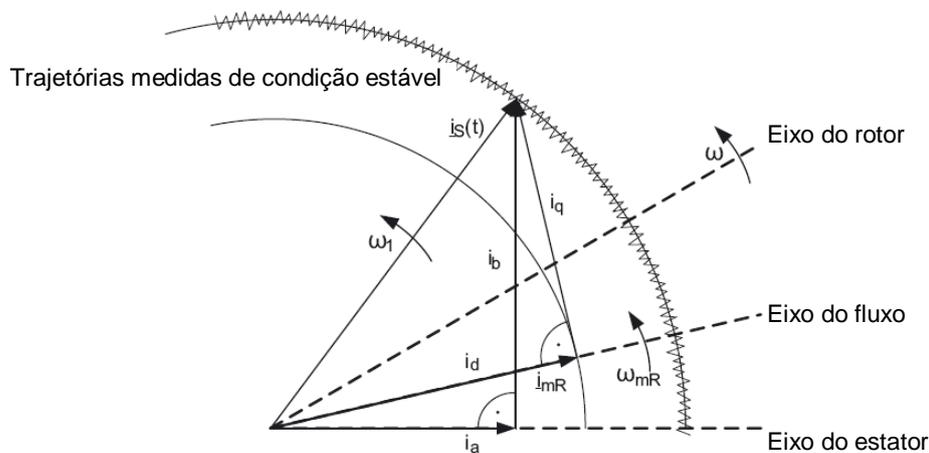


Figura 6-37 Diagrama de corrente vetorial em condição estável

Na condição estável, o componente de corrente gerador de campo ( $i_d$ ) é proporcional ao fluxo  $\Phi$  e o torque é proporcional ao produto de  $i_d$  e  $i_q$ .

$$M \sim \Phi * i_q$$

$$\Phi \sim i_{d,stat}$$

$$M \sim i_d * i_q$$

Quando comparado ao controle por V/f, o controle vetorial apresenta as seguintes vantagens:

- Estabilidade durante variações de carga e ponto de ajuste
- Tempos menores de subida para mudanças do ponto de ajuste (→ melhor desempenho do controle)
- Tempos menores de subida para variações de carga (→ melhor característica de ruído / perturbações)
- É possível acelerar e frear com um torque máximo ajustável
- Tanto o motor como a máquina acoplada a ele são protegidos pelo limite ajustável de torque, seja no acionamento, seja na regeneração.
- Os torques de acionamento e frenagem são controlados independentemente da velocidade
- Pode-se ter um torque de retenção pleno com velocidade nula.

Sob certas circunstâncias, é possível obter essas vantagens sem o uso da realimentação de velocidade.

Pode-se empregar o controle vetorial com e sem codificador de velocidade.

Os critérios abaixo fornecem as bases para se determinar a necessidade de um codificador do valor real de velocidade:

- Uma alta precisão de velocidade é requerida
- Há requisitos rigorosos para a resposta dinâmica
  - Melhor desempenho do controle
  - Maior imunidade a perturbações
- Deve-se controlar o torque ao longo de uma faixa de controle superior a 1:10
- É preciso manter um torque definido e/ou mutável em velocidades inferiores a 10% (aproximadamente) da frequência nominal do motor (P0310).

No que se refere à inserção de um ponto de ajuste, o controle vetorial (veja a tabela abaixo) está subdividido em:

- Controle de velocidade em malha fechada e
- Controle de torque/corrente em malha fechada (conhecido como controle de torque em malha fechada)

Tabela 6-43 Versões do controle vetorial

<b>Controle vetorial (em malha fechada)</b>	<b>Sem codificador</b>	<b>Com codificador</b>
Controle de velocidade em malha fechada	P1300 = 20 e P1501 = 0	P1300 = 21 e P1501 = 0
Controle de torque em malha fechada	P1300 = 22 ou	P1300 = 23 ou
	P1300 = 20 e P1501 = 1	P1300 = 21 e P1501 = 1

Ao se utilizar o controle de velocidade em malha fechada, o controle de torque em malha fechada é secundário. Esse tipo de controle de malha fechada em cascata já foi comprovado na prática, com vantagens no comissionamento e na maior transparência.

### 6.10.3.1 Controle vetorial sem codificador de velocidade

#### Dados

Faixa de parâmetros:	P1400 ... P1780
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP7000

#### Descrição

Ao se adotar o controle vetorial sem codificador de velocidade (SLVC), é preciso determinar a posição do fluxo e a frequência real usando-se o modelo do motor.



#### CUIDADO

Se em caso de sobrecarga do motor, por exemplo, o inversor perder orientação, não será possível desativá-lo por meio de um comando OFF1 ou OFF3. Nesse caso, será preciso iniciar um comando OFF2 ou desabilitar os pulsos empregando P0054.3.

Em tal caso, o modelo tem o suporte das correntes e tensões acessíveis. Em baixas frequências ( $\approx 0$  Hz), não há como determinar a velocidade a partir do modelo. A incapacidade de determinar a velocidade em  $\approx 0$  Hz com esse modelo, a incerteza dos parâmetros do modelo e a imprecisão das medições são os motivos pelos quais se muda da operação controlada em malha fechada para malha aberta nessa faixa.

A comutação da operação em malha fechada para malha aberta é controlada utilizando-se as condições de tempo e frequência (P1755, P1756, P1758) (veja as figuras abaixo). O sistema não irá aguardar pela condição de tempo se a frequência do ponto de ajuste, na entrada do gerador de função de rampa, e a frequência real ficarem simultaneamente abaixo de  $f_{\text{malha aberta}}$ .

$$f_{\text{malha aberta}} = P1755 \text{ [Hz]} * \frac{P1756 \text{ [\%]}}{100 \text{ [\%]}}$$

Exemplo para  $f_{aj} < 0,5 * f_{\text{malha aberta}}$  e  $f_{at} > f_{\text{malha aberta}}$

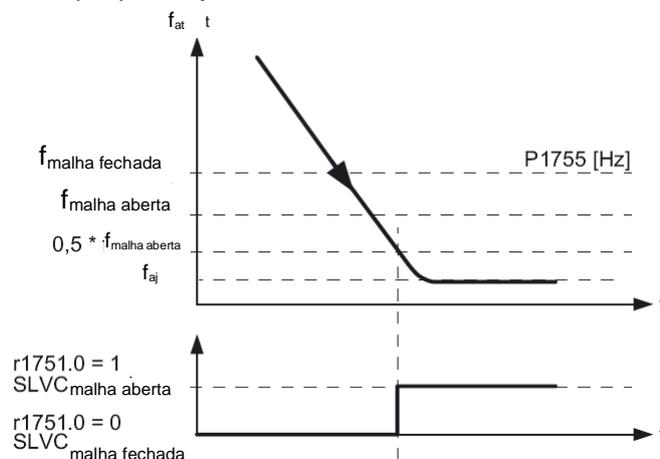


Figura 6-38 Condição de comutação durante a desaceleração para SLVC

6.10 Funções de controle

A partir do controle em malha aberta, o modo de controle mudará para o controle em malha fechada de acordo com as condições de tempo e frequência (P1755, P1756, P1759; veja a figura abaixo). O tempo estabelecido em P1759 será ignorado se a frequência real exceder o valor de P1755.

Exemplo para  $f_{aj} > f_{malha\ fechada}$  e  $f_{at} < f_{malha\ aberta}$

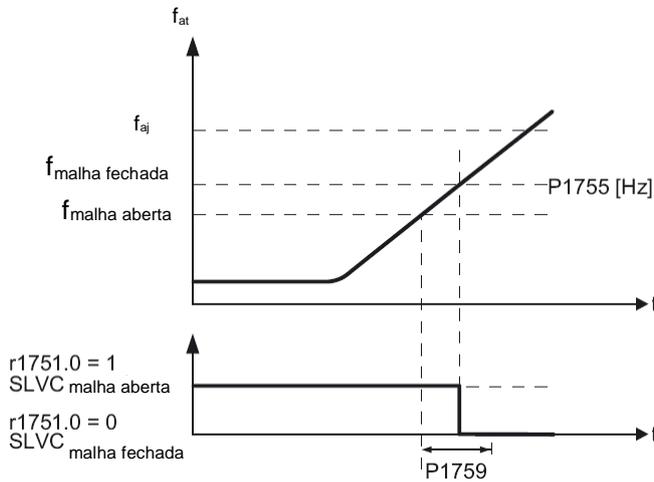


Figura 6-39 Condição de comutação durante a aceleração para SLVC

Exemplo da condição de comutação durante a desaceleração até um ponto de ajuste negativo:  $|f_{aj}| > 0,5 \times f_{malha\ aberta}$

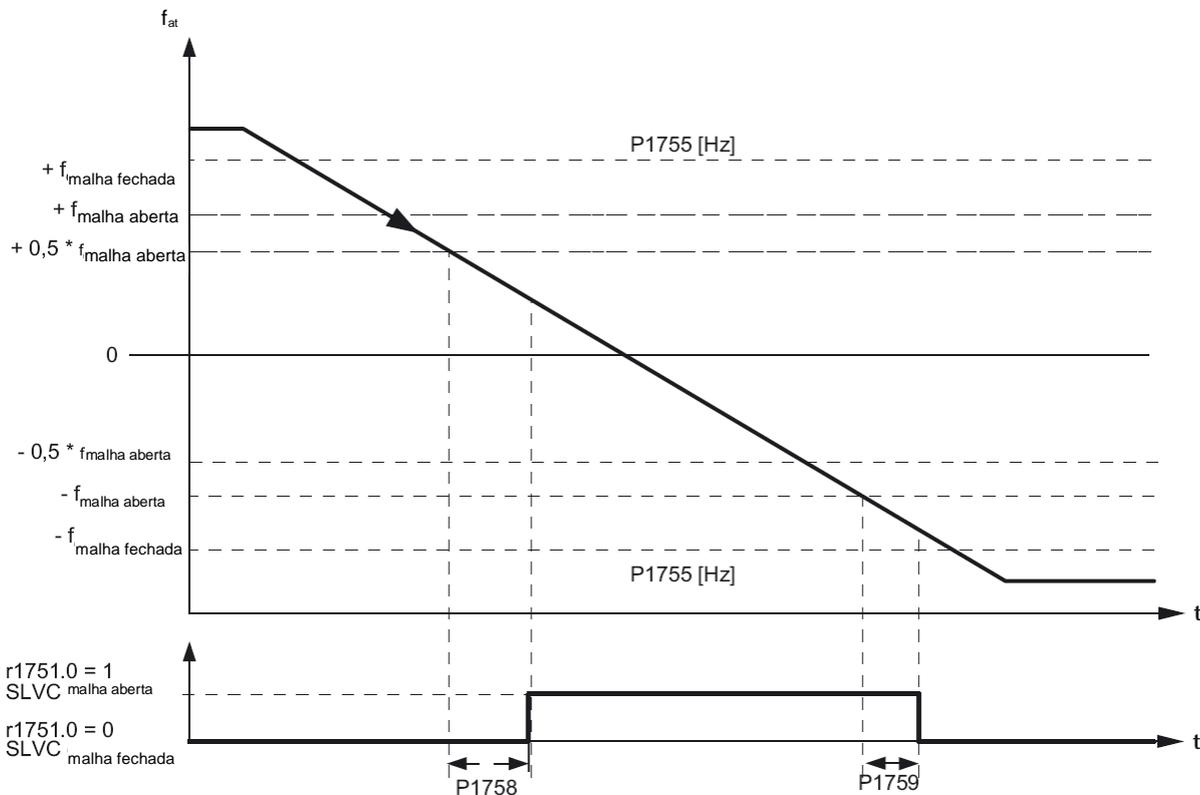


Figura 6-40 Condição de comutação durante a desaceleração até um ponto de ajuste negativo para SLVC

**Observação**

No modo controlado por malha aberta, o valor real da velocidade coincide com o do ponto de ajuste. No caso de cargas suspensas ou ao se acelerar, os parâmetros P1610 (reforço com torque constante) e P1611 (reforço de torque na aceleração) devem ser alterados, para permitir que o motor forneça o torque de condição estável e/ou carga dinâmica. Se o parâmetro P1610 for configurado em 0%, apenas a corrente de magnetização r0331 será definida para 100% da corrente nominal do motor (P0305). Para que o motor não fique paralisado ao acelerar, pode-se elevar o parâmetro P1611 ou utilizar o pré-controle de aceleração no controlador de velocidade. Isto também contribui para que o motor não seja sobrecarregado termicamente em baixas velocidades.

No caso do controle vetorial sem codificador do valor real da velocidade, o inversor apresenta (na faixa de baixas frequências) as seguintes características vantajosas em relação a outros inversores de CA:

- Operação controlada em malha fechada até cerca de 1 Hz
- É possível partir no modo controlado em malha fechada, imediatamente após a energização do motor
- A faixa de baixas frequências (0 Hz) passa diretamente na operação controlada em malha fechada.

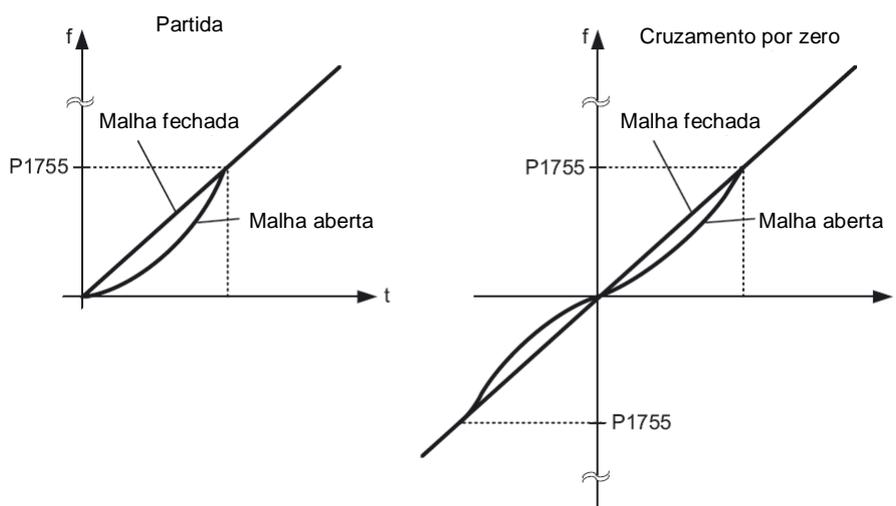


Figura 6-41 Partida e passagem direta de 0 Hz no controle em malha fechada

Podem-se obter as seguintes vantagens como resultado da operação controlada em malha fechada, nas frequências aproximadas de até 1 Hz (que é possível selecionar por meio do parâmetro P1755), além da possibilidade de partir imediatamente em 0 Hz ou inverter a operação com o controle em malha fechada (que é possível configurar com o parâmetro P1750):

- Pode-se dispensar a operação de comutação no caso do controle em malha fechada (comportamento mais suave, sem quedas de frequência)
- É possível ter um controle de velocidade-torque em malha fechada até cerca de 1 Hz.

**Observação**

Deve-se levar em conta, para a inversão controlada em malha fechada ou a partida controlada em malha fechada a partir de 0 Hz, que ao permanecer por muito tempo (> 2 s ou > P1758) na faixa ao redor de 0 Hz, o controle em malha fechada passa automaticamente para o controle em malha aberta.

**Valores de entrada**

Tabela 6-44 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1400 = ...	<b>Configuration of speed control</b> Bit 0: Adaptação automática de Kp Bit 1: Congelamento integral (SLVC)	
P1442 = ...	<b>Filter time for actual speed</b> 0 ... 32.000 s (padrão: 2 s)	
P1452 = ...	Filter time for actual speed (SLVC) 0 ... 32.000 s (padrão: 2 s)	
P1488 = ...	<b>Droop input source</b> 0: Queda desabilitada 1: Ponto de ajuste do torque 2: Saída do controlador de velocidade 3: Saída integral do controlador de velocidade	
P1492 = ...	<b>Enable droop</b> fontes possíveis: 722.x (entrada digital) / 2033.11 (porta opcional) / r2090.11 (interface serial)	
P1496 = ...	<b>Scaling accel. precontrol</b> 0 ... 400 % (padrão: 0 %)	
P1499 = ...	<b>Scaling accel. Torque control</b> 0 ... 400% (padrão: 100%)	
P1500 = ...	<b>Selection of torque setpoint</b> 0: Sem ponto de ajuste principal 2: Ponto de ajuste analógico 4: USS em RS232 5: Ponto de ajuste analógico 2 ... 77: Ponto de ajuste analógico 2 + Ponto de ajuste analógico 2	
P1501 = ...	<b>Change to torque control</b> Seleciona uma fonte de comando, a partir da qual se pode comutar entre controle de velocidade e torque.	
P1503 = ...	<b>Torque setpoint</b> Seleciona uma fonte para o ponto de ajuste do torque, destinada ao controle do torque.	
P1530 = ...	<b>Motoring power limitation</b> 0 ... 8.000 N (padrão: 0,75 N) Define o valor fixo para a máxima potência ativa de acionamento (limitação da potência de acionamento).	
P1531 = ...	<b>Regenerative power limitation</b> -8000 ... 0 N (padrão: -0,75 N) Define o valor fixo para a máxima potência ativa de regeneração (limitação da potência de regeneração).	
P1750 = ...	<b>Control word of motor model</b> Bit 00: Iniciar a malha aberta de SLVC Bit 01: Malha aberta de SLVC com cruzamento pelo zero	

Tabela 6-45 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1470 = ...	<b>Gain speed controller (SLVC)</b> 0 ... 2000 (padrão: 3)	
P1472 = ...	<b>Integral time n-ctrl. (SLVC)</b> 25 ... 32001 s (padrão: 400 s)	
P1477 = ...	<b>Set integrator of n-ctrl</b> Seleciona a fonte de comando para permitir a configuração do integrador.	
P1478 = ...	<b>Set integrator value n-ctrl</b> Seleciona a fonte para a parte integrante do controlador de velocidade.	
P1489 = ...	<b>Droop scaling</b> 0 ... 0,5 % (padrão: 0,05 %)	
P1511 = ...	<b>Additional torque setpoint</b> Seleciona uma fonte para o ponto de ajuste adicional do torque, destinada ao controle de torque e velocidade.	
P1520 = ...	<b>Upper torque limit</b> -99999 ... 99.999 Nm (padrão: 5,13 Nm)	
P1521 = ...	<b>Lower torque limit</b> -99999 ... 99.999 Nm (padrão: -5,13 Nm)	
P1522 = ...	<b>Upper torque limit</b> Seleciona a fonte para a limitação superior do torque (padrão = 1.520).	
P1523 = ...	<b>Lower torque limit</b> Seleciona a fonte para a limitação inferior do torque (padrão = 1.521).	
P1525 = ...	<b>Scaling lower torque limit</b> -400 ... 400% (padrão: 100%)	
P1570 = ...	<b>Fixed value flux setpoint</b> 50 ... 200% (padrão: 100%) Define o valor fixo do ponto de ajuste relativo ao fluxo nominal do motor.	
P1574 = ...	<b>Dynamic voltage headroom</b> 0 ... 150 V (padrão: 10 V)	
P1580 = ...	<b>Efficiency optimization</b> 0 ... 100% (padrão: 0 %) Define o grau de otimização da eficiência.	
P1582 = ...	<b>Smooth time for flux setpoint</b> 4 ... 500 s (padrão: 15 s)	
P1596 = ...	<b>Int. Time field weak. controller</b> 20 ... 32001 s (padrão: 50 s)	
P1610 = ...	<b>Continuous torque boost (SLVC)</b> 0 ... 200% (padrão: 50 %) Valor relativo ao torque nominal do motor (r0333).	
P1611 = ...	<b>Acc. Torque boost (SLVC)</b> 0 ... 200% (padrão: 0 %) Valor relativo ao torque nominal do motor (r0333).	
P1654 = ...	<b>Smooth time for Isq setpoint</b> 2 ... 20 s (padrão: 6 s)	
P1715 = ...	<b>Gain current controller</b> 0 ... 5 (padrão: 0,25)	
P1717 = ...	<b>Integral time current controller</b> 1 ... 50 s (padrão: 4,1 s)	
P1740 = ...	<b>Gain for oscillation damping</b> 0 ... 10 (padrão: 0)	
P1745 = ...	<b>Flux variance limit in stall</b> 0 ... 1.000 % (padrão: 5 %)	

6.10 Funções de controle

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1755 = ...	<b>Start-freq. Motor model (SLVC)</b> 0.1 ... 250 Hz (padrão: 5 Hz) Define a frequência inicial do controle vetorial sem o uso de sensores.	
P1756 = ...	<b>Hyst.-freq. Motor model (SLVC)</b> 10 ... 100% (padrão: 50%) Frequência de histerese como uma porcentagem da frequência inicial (P1755).	
P1758 = ...	<b>T (wait) transit to feed-fwd-mode</b> 100 ... 2.000 ms (padrão: 1.500 ms) Define o tempo de espera até a comutação do modo de controle em malha fechada para malha aberta.	
P1759 = ...	<b>T(wait) transit to closed loop</b> 0 ... 2.000 ms (padrão: 0 ms) Define o tempo de espera até a comutação do modo de controle em malha aberta para malha fechada.	
P1764 = ...	<b>Kp of n-adaption (SLVC)</b> 0 ... 2,5 (padrão: 0,2)	
P1767 = ...	<b>Tn of n-adaption (SLVC)</b> 1 ... 200 s (padrão: 4 s) Define o tempo integral do controlador de adaptação de velocidade.	
P1780 = ...	<b>Control word of Rs/Rr-adaption</b> Bit 00: Permite a adaptação térmica de Rs/Rr Bit 01: Permite a adaptação de Rs pelo observador Bit 02: Permite a adaptação de Xm pelo observador	

Valor de saída

Parâmetro	Descrição
r1407	<b>Status 2 of motor control</b> Bit 00: Controle V/f habilitado Bit 01: SLVC habilitado Bit 02: Controle de torque habilitado Bit 05: Parar controle de velocidade I-comp Bit 06: Definir controle de velocidade I-comp Bit 08: Limite superior de torque ativo Bit 09: Limite inferior de torque ativo Bit 10: Queda ativa Bit 15: Troca de DDS ativa
r1438	<b>Freq. Setpoint to controller</b>
r1445	<b>Actual filtered frequency</b>
r1482	<b>Integral output of n-ctrl</b>
r1490	<b>Droop frequency</b>
r1508	<b>Torque setpoint</b>
r1515	<b>Additional torque setpoint</b>
r1518	<b>Acceleration torque</b>
r1526	<b>Upper torque limitation</b>
r1527	<b>Lower torque limitation</b>
r1536	<b>Max. trq. Motoring current</b>
r1537	<b>Max. trq. Regenerative current</b>
r1538	<b>Upper torque limit (total)</b>
r1539	<b>Lower torque limit (total)</b>
r1583	<b>Flux setpoint (smoothed)</b>

Parâmetro	Descrição
r1597	<b>Output field weak . controller</b>
r1598	<b>Flux setpoint (total)</b>
r1718	<b>Output of Isq controller</b>
r1719	<b>Integral output of Isq ctrl.</b>
r1723	<b>Output of Isd controller</b>
r1724	<b>Integral output of Isd ctrl.</b>
r1725	<b>Integral limit of Isd ctrl.</b>
r1728	<b>Decoupling voltage</b>
r1746	<b>Actual flux variance</b>
r1751	<b>Status word of motor model</b> Bit 00: Passagem para malha aberta com SLVC Bit 01: Adaptação N habilitada Bit 02: Passagem para malha fechada com SLVC Bit 03: Controlador de velocidade habilitado Bit 04: Injeção de corrente Bit 05: Iniciar redução de fluxo Bit 14: Rs adaptada Bit 15: Xh adaptado
r1770	<b>Prop. Output of n-adaption</b>
r1771	<b>Int. Output of n-adaption</b>
r1778	<b>Flux angle difference</b>

### 6.10.3.2 Controle vetorial com codificador de velocidade

#### Dados

**Essa função não está disponível para o modelo ET 200pro FC.**

Faixa de parâmetros: P1400 ... P1740  
P0400 ... P0494

Advertências:

Falhas: -

Número do gráfico da função: FP7000

#### Descrição

Para o controle vetorial com codificador de velocidade (VC), é preciso ter um codificador de pulsos, ou seja, um codificador com 1.024 pulsos por rotação. Além de usar a fiação correta, deve-se ativar o codificador de pulsos (correspondente ao tipo de codificador) por meio da faixa de parâmetros P0400 ... P0494.

#### Observação

Mesmo ao utilizar o controle de velocidade com codificador, talvez seja necessário adaptar os cálculos do modelo do motor utilizando a parte integral e proporcional da adaptação de velocidade (r1770 / r1771). Podem-se ajustar os limites empregando P1752 e P1756:

Onde:

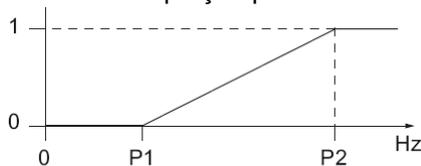
Não se utiliza adaptação de velocidade se r0066 (frequência de saída) < P1752

\*(P1756 %/100%)

Utiliza-se adaptação de velocidade via função de rampa se

P1752 \*(P1756 %/100%) < r0066 (frequência de saída) < P1752

Utiliza-se adaptação plena se P1752 < r0066 (frequência de saída)



$$P1 = P1752 \text{ [Hz]} * \left( \frac{P1756 \text{ [%]}}{100 \text{ \%}} \right)$$

$$P2 = P1752 \text{ [Hz]}$$

Parâmetro	Terminal	Trilha	Saída do codificador
P0400 = 2	A		Terminação simples
	B		
	A		Diferencial
	AN		
	B		
	BN		

Figura 6-42 Configurações do P0400 para um codificador de pulsos

Vantagens do controle vetorial com um codificador:

- Pode-se controlar a velocidade em malha fechada até 0 Hz (em condição parada, p. ex.)
- Comportamento de controle estável por toda a faixa de velocidades
- Torque constante na faixa de velocidade nominal
- Quando comparada ao controle de velocidade em malha fechada sem codificador, a resposta dinâmica dos motores com codificador é significativamente maior, pois a velocidade é medida diretamente, sendo então incorporada à geração do modelo para os componentes de corrente  $i_d$  e  $i_q$ .

## Valores de entrada

Tabela 6-46 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P0400 = ...	<b>Select encoder type</b> 0: Desabilitado (padrão) 2: Codificador em quadratura sem o pulso de zero 12: Codificador em quadratura com o pulso de zero	
P0405 = ...	<b>Enables selection of various pulse types</b> Bit 04: Inverter o pulso Z Bit 05: Pulso Z = pulso Z & pulso A & pulso B	
P0408 = ...	<b>Encoder pulses per revolution</b> 2 ... 20000 (padrão: 1024)	
P0410 = ...	<b>Reverses internal direction sense</b> 0: Rotação normal do codificador 1: Rotação inversa do codificador	
P0491 = ...	<b>Reaction on speed signal loss</b> 0: Desativar a transmissão 1: Alertar e comutar para SLVC quando em SVC	
P0492 = ...	<b>Allowed speed difference</b> 0 ... 100% (padrão: 10%) Utilizado para detecção de perda em alta e baixa velocidade no codificador	
P0494 = ...	<b>Delay speed loss reaction</b> 0 ... 65.000 s (padrão: 10 s) Seleciona o atraso entre a perda no decodificador em baixa velocidade e a reação a essa perda.	
P1400 = ...	<b>Configuration of speed control</b> Bit 0: Adaptação automática de Kp Bit 1: Congelamento integral (SLVC)	

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1442 = ...	<b>Filter time for actual speed</b> 0 ... 32.000 s (padrão: 2 s)	
P1452 = ...	<b>Filter time for actual speed (SLVC)</b> 0 ... 32.000 s (padrão: 2 s)	
P1488 = ...	<b>Droop input source</b> 0: Queda desabilitada 1: Ponto de ajuste do torque 2: Saída do controlador de velocidade 3: Saída integral do controlador de velocidade	
P1492 = ...	<b>Enable droop</b> fontes possíveis: 722.x (entrada digital) / 2033.11 (porta opcional) / r2090.11 (interface serial)	
P1496 = ...	<b>Scaling accel. precontrol</b> 0 ... 400% (padrão: 0%)	
P1499 = ...	<b>Scaling accel. Torque control</b> 0 ... 400% (padrão: 100%)	
P1500 = ...	<b>Selection of torque setpoint</b> 0: Sem ponto de ajuste principal 2: Ponto de ajuste analógico 4: USS em RS232 5: Ponto de ajuste analógico 2 ... 77: Ponto de ajuste analógico 2 + Ponto de ajuste analógico 2	
P1501 = ...	<b>Change to torque control</b> Seleciona uma fonte de comando, a partir da qual se pode comutar entre controle de velocidade e torque.	
P1503 = ...	<b>Torque setpoint</b> Seleciona uma fonte para o ponto de ajuste do torque, destinada ao controle do torque.	
P1530 = ...	<b>Motoring power limitation</b> 0 ... 8.000 N (padrão: 0,75 N) Define o valor fixo para a máxima potência ativa de acionamento (limitação da potência de acionamento).	
P1531 = ...	<b>Regenerative power limitation</b> -8000 ... 0 N (padrão: -0,75 N) Define o valor fixo para a máxima potência ativa de regeneração (limitação da potência de regeneração).	

Tabela 6-47 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1460 = ...	<b>Gain speed controller</b> 0 ... 2.000 (padrão): 3	
P1462 = ...	<b>Integral time speed controller</b> 25 ... 32001 s (padrão: 400 s)	
P1477 = ...	<b>Set integrator of n-ctrl</b> Seleciona a fonte de comando para permitir a configuração do integrador.	
P1478 = ...	<b>Set integrator value n-ctrl</b> Seleciona a fonte para a parte integrante do controlador de velocidade.	
P1489 = ...	<b>Droop scaling</b> 0 ... 0,5% (padrão: 0,05%)	
P1511 = ...	<b>Additional torque setpoint</b> Seleciona uma fonte para o ponto de ajuste adicional do torque, destinada ao controle de torque e velocidade.	

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1520 = ...	<b>Upper torque limit</b> -99999 ... 99.999 Nm (padrão: 5,13 Nm)	
P1521 = ...	<b>Lower torque limit</b> -99999 ... 99.999 Nm (padrão: -5,13 Nm)	
P1522 = ...	<b>Upper torque limit</b> Seleciona a fonte para a limitação superior do torque (padrão = 1520).	
P1523 = ...	<b>Lower torque limit</b> Seleciona a fonte para a limitação inferior do torque (padrão = 1.521).	
P1525 = ...	<b>Scaling lower torque limit</b> -400 ... 400% (padrão: 100%)	
P1570 = ...	<b>Fixed value flux setpoint</b> 50 ... 200% (padrão: 100%) Define o valor fixo do ponto de ajuste relativo ao fluxo nominal do motor.	
P1574 = ...	<b>Dynamic voltage headroom</b> 0 ... 150 V (padrão: 10 V)	
P1580 = ...	<b>Efficiency optimization</b> 0 ... 100% (padrão: 0%) Define o grau de otimização da eficiência.	
P1582 = ...	<b>Smooth time for flux setpoint</b> 4 ... 500 s (padrão: 15 s)	
P1596 = ...	<b>Int. Time field weak. controller</b> 20 ... 32001 s (padrão: 50 s)	
P1610 = ...	<b>Continuous torque boost (SLVC)</b> 0 ... 200% (padrão: 50%) Valor relativo ao torque nominal do motor (r0333).	
P1611 = ...	<b>Acc. Torque boost (SLVC)</b> 0 ... 200% (padrão: 0%) Valor relativo ao torque nominal do motor (r0333).	
P1654 = ...	<b>Smooth time for Isq setpoint</b> 2 ... 20 s (padrão: 6 s)	
P1715 = ...	<b>Gain current controller</b> 0 ... 5 (padrão: 0,25)	
P1717 = ...	<b>Integral time current controller</b> 1 ... 50 s (padrão: 4,1 s)	
P1740 = ...	<b>Gain for oscillation damping</b> 0 ... 10 (padrão: 0)	
P1752= ...	<b>Start frequency of the n adaption in vector control with encoder</b> 0.1 ... 250 Hz (padrão: 5 Hz)	
P1756	<b>Activation/deactivation of speed adaption in vector control with encoder</b> 10 ... 100% (padrão: 50%)	

**Valor de saída**

Parâmetro	Descrição
r0403	<b>Encoder Status word</b> Bit 00: Módulo do decodificador ativo Bit 01: Erro do codificador Bit 02: Sinal OK Bit 03: Perda do codificador em baixa velocidade Bit 04: Medição de velocidade com uma borda de pulso do codificador
r1438	<b>Freq. Setpoint to controller</b>
r1445	<b>Actual filtered frequency</b>
r1482	<b>Integral output of n-ctrl</b>
r1490	<b>Droop frequency</b>
r1508	<b>Torque setpoint</b>
r1515	<b>Additional torque setpoint</b>
r1518	<b>Acceleration torque</b>
r1526	<b>Upper torque limitation</b>
r1527	<b>Lower torque limitation</b>
r1536	<b>Max. trq. Motoring current</b>
r1537	<b>Max. trq. Regenerative current</b>
r1538	<b>Upper torque limit (total)</b>
r1539	<b>Lower torque limit (total)</b>
r1583	<b>Flux setpoint (smoothed)</b>
r1597	<b>Output field weak . controller</b>
r1598	<b>Flux setpoint (total)</b>
r1718	<b>Output of Isq controller</b>
r1719	<b>Integral output of Isq ctrl.</b>
r1723	<b>Output of Isd controller</b>
r1724	<b>Integral output of Isd ctrl.</b>
r1725	<b>Integral limit of Isd ctrl.</b>
r1728	<b>Decoupling voltage</b>
r1770	<b>Prop. output of n-adaption</b>
r1771	<b>Int. output of n-adaption</b>

### 6.10.3.3 Controlador de velocidade

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1300, P1400 ... P1780 SLVC: P1470, P1472, P1452 VC: P1460, P1462, P1442
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP7500, FP7510

#### Descrição

As duas técnicas de controle (SLVC e VC) contam com a mesma estrutura de controlador de velocidade, que inclui os seguintes componentes:

- Controlador PI
- Controle prévio do controlador de velocidade
- Queda

A soma das quantidades das saídas forma o ponto de ajuste de velocidade, que é reduzido até o nível permissível usando uma função de limitação do ponto de ajuste de torque.

#### Controlador de velocidade (SLVC: P1470, P1472, P1452 VC: P1460, P1462, P1442)

O controlador de velocidade (veja a figura a seguir) recebe o ponto de ajuste r0062 do canal de ponto de ajuste, o valor real r0063 diretamente do codificador do valor real da velocidade para VC ou pelo modelo do motor para SLVC. O erro do sistema é amplificado pelo controlador PI e, juntamente com o controle prévio, forma o ponto de ajuste do torque.

Para torques com cargas maiores, quando a função de queda está ativa, o ponto de ajuste de velocidade é proporcionalmente reduzido para que a carga num motor individual dentro do grupo (no qual dois ou mais motores são acoplados) é reduzida em caso de torque excessivo.

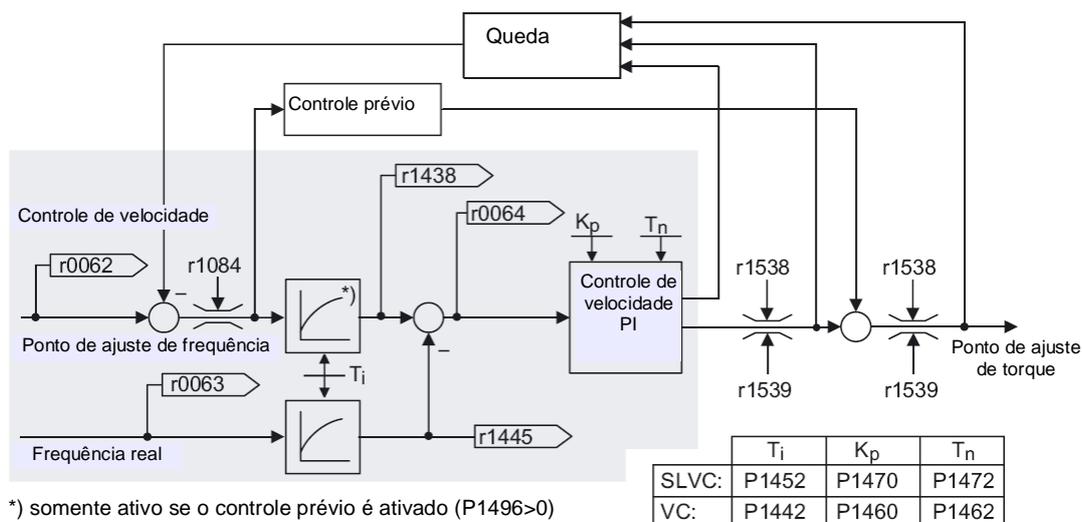


Figura 6-43 Controlador de velocidade

Se o momento de inércia foi inserido, o controlador de velocidade ( $K_p, T_n$ ) pode ser calculado usando a parametrização automática ( $P0340 = 4$ ). Os parâmetros do controlador são definidos conforme a simetria ideal, da seguinte maneira:

$$T_n = 4 * T_\sigma$$

$$K_p = \lambda * r0345 / T_\sigma = 2 * r0345 / T_n$$

$T_\sigma$  = soma dos tempos de atraso baixos

Se ocorrer oscilações com esta configuração em particular, o ganho  $K_p$  do controlador de velocidade deve ser reduzido manualmente. Também é possível aumentar a suavização do valor real da velocidade (este é o procedimento normal para folga da caixa de engrenagens ou oscilações de torção de alta frequência) e em seguida solicitar um novo cálculo do controlador, pois o valor é incorporado no cálculo do  $K_p$  e  $T_n$ .

As seguintes inter-relações são válidas para a rotina de otimização:

- Se o  $K_p$  for aumentado, o controlador fica mais rápido e o disparo excessivo é reduzido. Entretanto, a ondulação e oscilação do sinal no controlador de velocidade aumentam.
- Se o  $T_n$  for reduzido, o controlador também fica mais rápido. Entretanto, o disparo excessivo aumenta.

Para ajustar o controle de velocidade manualmente, o procedimento consiste inicialmente em definir a possível resposta dinâmica usando  $K_p$  (e a suavização do valor real da velocidade) para então reduzir ao máximo o tempo de ação integral. Neste caso, é importante garantir que o controle do circuito fechado também deva permanecer na faixa de enfraquecimento de campo.

Geralmente, quando ocorre oscilação no circuito fechado de controle de velocidade, ela é suficiente para aumentar o tempo de suavização em P1452 para SLVC ou P1442 para VC (ou para reduzir o ganho do controlador) para amortecer as oscilações.

A saída integral do controlador de velocidade pode ser monitorada usando r1482, e a saída ilimitada do controlador pode ser monitorada usando r1508 (ponto de ajuste de torque).

### Observação

Quando comparado ao circuito fechado de controle com codificador, a resposta dinâmica para motores sem sensor é significativamente reduzida. Isso ocorre porque a velocidade só pode ser derivada das quantidades de corrente e tensão da saída do inversor que contam com o nível de ruído adequado.

### Controle prévio do controlador de velocidade (P1496, P0341, P0342)

O comportamento do circuito de controle de velocidade pode ser melhorado se o controlador de velocidade do inversor também gerar valores de ponto de ajuste de corrente (corresponde ao ponto de ajuste de torque) a partir do ponto de ajuste de velocidade. O ponto de ajuste de torque  $m_v$  é calculado da seguinte maneira:

$$m_v = P1496 * \Theta * \frac{d\omega_{set}}{dt} = P1496 * P0341 * P0342 * \frac{d\omega_{set}}{dt}$$

O valor é inserido no controlador de corrente por meio de um elemento adaptador diretamente como controle adicional (isso é possível usando P1496).

O momento de inércia P0341 do motor é calculado diretamente durante o comissionamento rápido ou a parametrização completa (P0340 = 1). O fator P0342 entre o momento de inércia total e o momento de inércia do motor deve ser determinado manualmente.

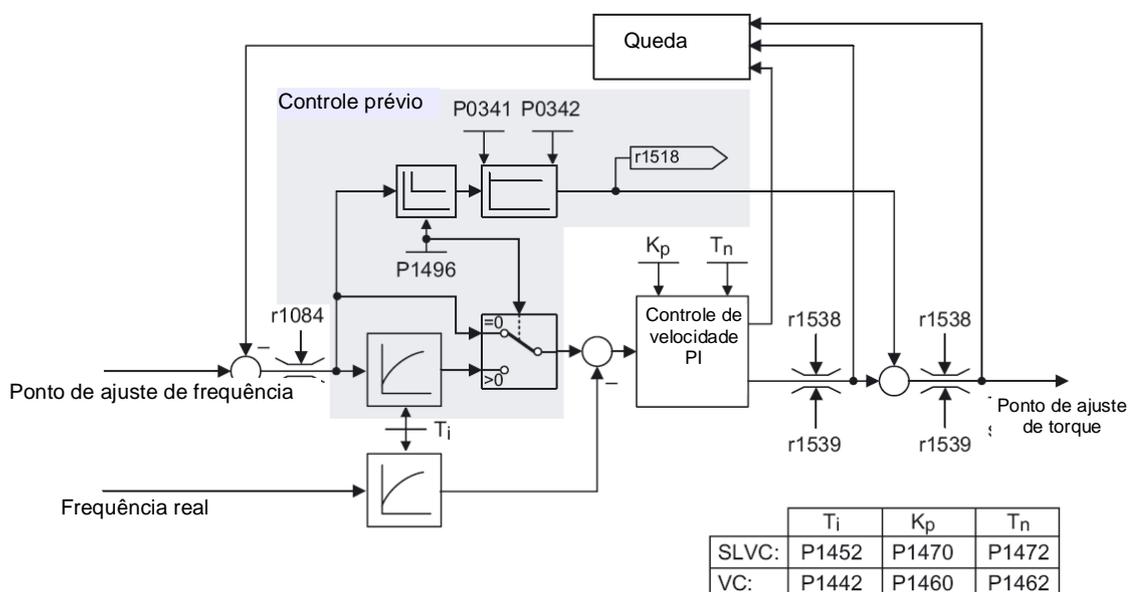


Figura 6-44 Controlador de velocidade com controle prévio

Quando adaptado corretamente, o controlador de velocidade só precisa corrigir o nível de ruído/perturbações de seu circuito de controle, e isso é realizado com relativa baixa manipulação de quantidades. Por outro lado, alterações no ponto de ajuste de velocidade contornam o controlador de velocidade e são executados mais rapidamente.

A quantidade de efeito do controle prévio pode ser ajustada, dependendo do aplicativo em particular, usando o fator de controle prévio P1496. Usando P1496 = 100 %, o controle prévio é calculado conforme o momento de inércia do motor e da carga (P0341, P0342). Para que o controlador de velocidade não opere em sentido oposto ao ponto de ajuste de torque inserido, um filtro de balanceamento é usado automaticamente. A constante de tempo do filtro de balanceamento corresponde ao atraso de tempo equivalente do circuito de controle de velocidade. O controle prévio do controlador de velocidade estará ajustado corretamente (P1496 = 100 %, calibrado usando P0342) se o componente I do controlador de velocidade (r1482) não se alterar durante aumento ou diminuição na faixa de  $n > 20 \% * P0310$ . Isso significa que, usando o controle prévio, é possível aproximar o novo ponto de ajuste de velocidade sem disparo excessivo (pré-requisito: o limite de torque não interfere e o momento de inércia permanece constante).

Se o controlador de velocidade tiver controle prévio, então o ponto de ajuste de velocidade (r0062) é atrasado com a mesma suavização (P1442 ou P1452) do que o valor real (r1445). Isso garante que durante a aceleração não haja diferença entre o valor real e o do ponto de ajuste (r0064) na entrada do controlador, que seria causada exclusivamente por causa do tempo de propagação do sinal.

Quando o controle prévio de velocidade estiver ativado, é importante garantir que o ponto de ajuste de velocidade seja inserido continuamente e sem nível de ruído significativo (evitar surtos de torque). Um sinal adequado pode ser gerado suavizando-se o sinal analógico P0753 ou ativando a função de arredondamento do gerador da função de rampa P1130 a P1133.

**Observação**

Os tempos de subida e descida (P1120, P1121) do gerador da função de rampa do canal do ponto de ajuste só devem ser configurados muito rápidos para que a velocidade do motor possa seguir o ponto de ajuste durante a aceleração e frenagem. Isso garante o funcionamento ideal do controle prévio do controlador de velocidade.

O tempo inicial r0345 é uma medida para o momento de inércia geral da máquina, e descreve o momento em que o motor sem carga pode ser acelerado até a velocidade do motor P0311 com o torque nominal do motor r0333, quando estiver parado.

$$r0345 = T_{starting} = \Theta \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot M_{Mot, rated}} = P0341 \cdot P0342 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot P0311}{60 \cdot r0333}$$

Se estas condições secundárias forem compatíveis com a aplicação em particular, o tempo de inicialização pode ser usado como o menor valor para os tempos de subida e descida.

**Queda (P1488 ... P1492)**

A queda (ativada usando P1488) significa que, para torques com cargas maiores, o ponto de ajuste de velocidade é proporcionalmente reduzido.

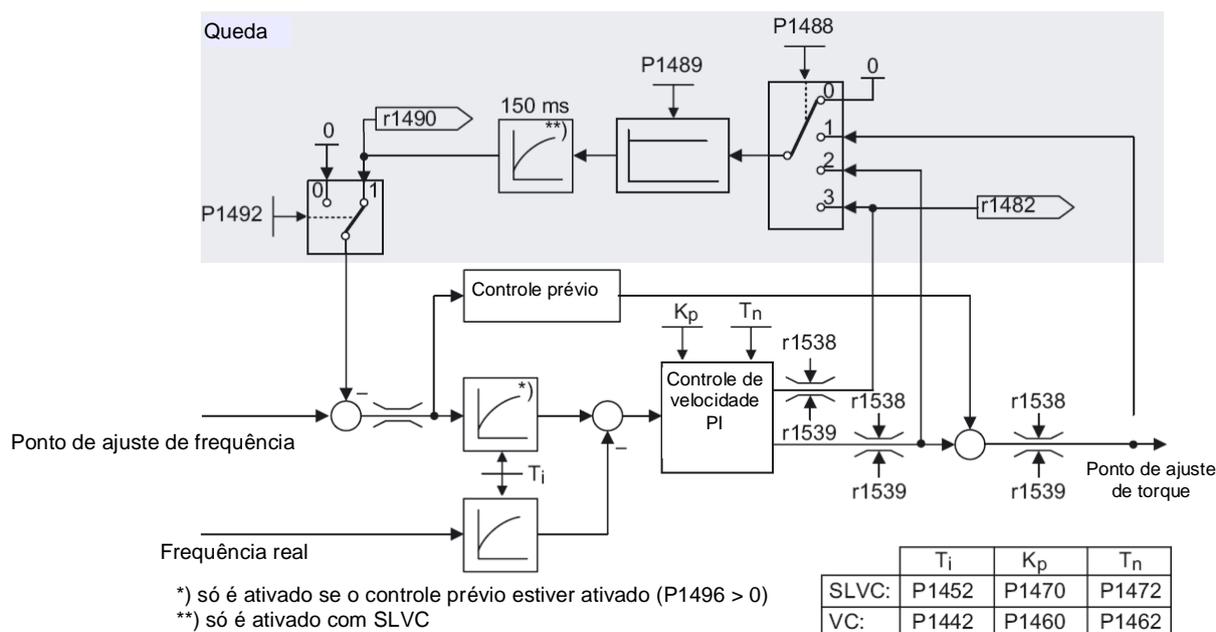


Figura 6-45 Controlador de velocidade com queda

A queda é o método mais simples de implementar controle de compartilhamento de carga. Entretanto, o controle de compartilhamento de carga só pode ser usado se os motores forem operados sob condições mais ou menos estáveis (ex: a velocidade constante). Para motores que são acelerados e freados frequentemente com grandes mudanças de velocidade, esta técnica só é adequada condicionalmente.

Por exemplo, o controle de compartilhamento de carga mais simples é usado em aplicações em que dois ou mais motores são acoplados mecanicamente ou operam num eixo comum e têm que atender as exigências anteriores. Nesse caso, a queda controla a tensão de torção associada com o acoplamento mecânico mudando a velocidade dos motores individuais (o excesso de torque de um motor individual é reduzido).

## Pré-requisito

- Todos os motores devem ser operados com controle de velocidade de vetor de circuito fechado (com ou sem codificador do valor real da velocidade).
- Os tempos de subida e descida do gerador da função de rampa devem ser idênticos para todos os motores.

### 6.10.3.4 Controle de torque de circuito fechado

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1300, P1500 ... P1511 P1400 ... P1780
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP7200, FP7210, FP7700, FP7710

#### Descrição

Para circuito fechado SLVC de controle de velocidade sem sensor (P1300 = 20) ou para circuito fechado VC de controle de velocidade com sensor (P1300 = 21), é possível mudar para circuito fechado de controle de torque (motor escravo) usando o parâmetro BICO P1501. Não é possível mudar entre circuitos fechados de controle de velocidade e torque se o circuito fechado de controle de torque estiver selecionado diretamente usando P1300 – 22 ou 23. O ponto de ajuste de torque pode ser selecionado usando os parâmetros P1500 e BICO P1503 (CI: ponto de ajuste de torque) ou P1511 (CI: ponto de ajuste complementar e de torque). O torque complementar age tanto no circuito fechado de controle de torque como no circuito fechado de controle de velocidade (veja a figura a seguir). Como resultado desta característica, o controle prévio de torque do controle de velocidade pode ser implementado usando o ponto de ajuste do torque complementar.

---

#### Observação

Por motivos de segurança, atualmente não é possível designar pontos de ajuste de torque fixos.

---

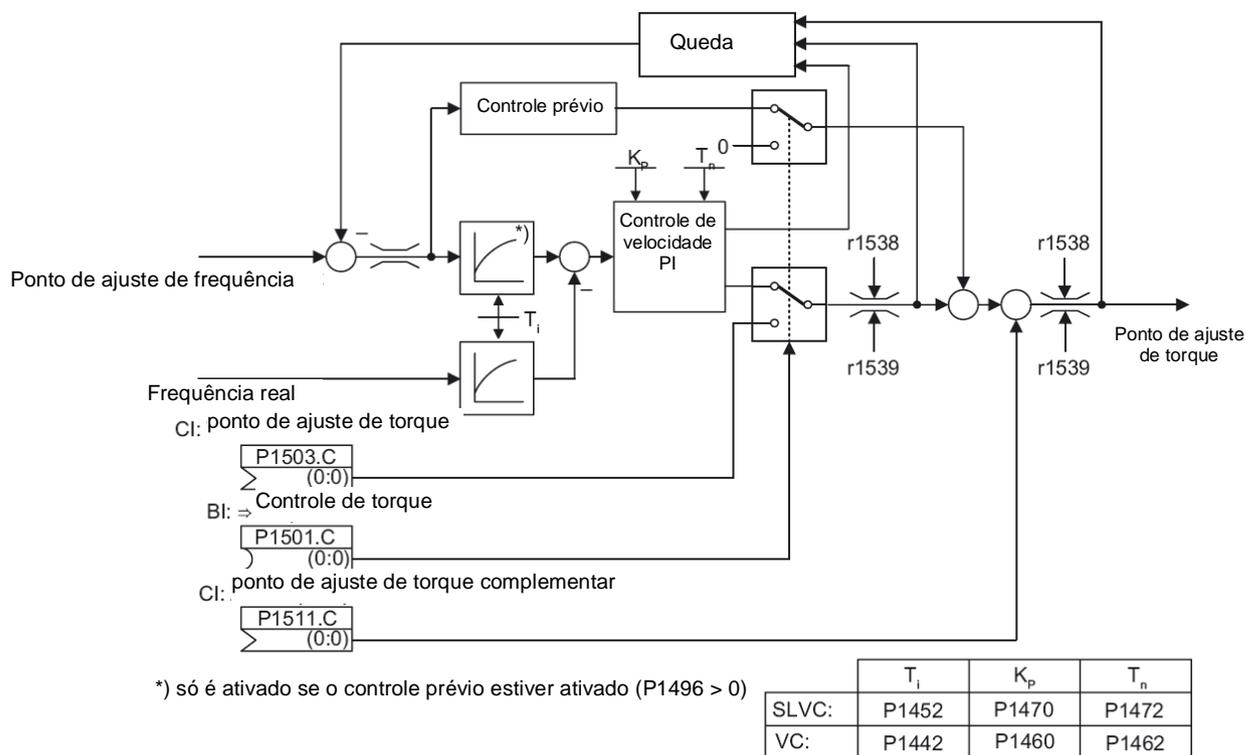


Figura 6-46 Circuito fechado de controle de torque e velocidade

A soma dos dois pontos de ajuste de torque é limitada da mesma maneira que o ponto de ajuste de torque do controle de velocidade. Acima da velocidade máxima (mais 3%), o controlador de limite de velocidade reduz os limites de torque para evitar que o motor acelere mais.

Um circuito fechado de controle de torque “real” (com velocidade ajustada automaticamente) só é possível na faixa controlada pelo circuito fechado, e não na faixa controlada pelo circuito aberto. Na faixa controlada pelo circuito aberto, o ponto de ajuste de torque muda o ponto de ajuste de velocidade por meio de um integrador de subida (tempo de integração ~ P1499 \* P0341 \* P0342). Por esse motivo, o circuito fechado de controle de torque sem sensor na região próxima da parada (velocidade 0) só é adequado para aplicações que exigem torque de aceleração e não torque de carga (ex: motores transversais). Essa restrição não se aplica a circuitos fechados de controle de torque com sensor.

Se o circuito fechado de controle de torque estiver ativo, e um comando de parada rápida (OFF3) for emitido, o sistema inicia automaticamente o circuito fechado de controle de velocidade e frenagem do motor. Se um comando de parada normal (OFF1) for emitido, não há mudança. Em vez disso, o sistema aguarda até que um controle de nível mais alto pare o motor para inibir os pulsos. Isso é necessário para permitir que os motores mestre e escravo desliguem juntos. Para P1300 = 22 ou 23, para OFF1, o motor é desligado diretamente (assim como para OFF2).

### 6.10.3.5 Circuito fechado de controle de torque (SLVC)

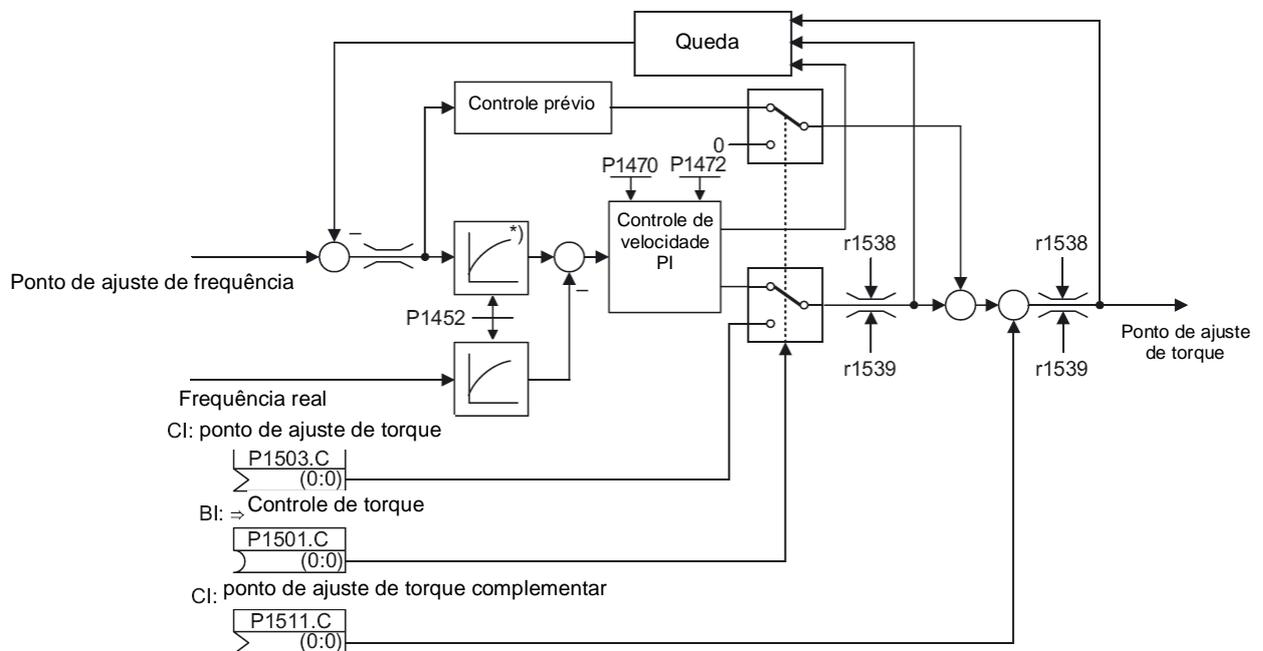
#### Descrição

Faixa dos parâmetros:	P1300, P1500 ... P1511 P1400 ... P1780
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP7200, FP7700

Para circuitos fechados de controle de velocidade sem sensor (P1300 = 20), é possível mudar para o circuito fechado de controle de torque (motor escravo) usando o parâmetro BICO P1501. Não é possível mudar entre o circuito fechado de controle de velocidade e torque se o circuito fechado de controle de torque estiver selecionado diretamente usando P1300 = 22. Os pontos de ajuste de torque e de torque complementar podem ser selecionados usando os parâmetros P1500 e BICO P1503 (CI: ponto de ajuste de torque) ou P1511 (CI: ponto de ajuste de torque complementar). O torque complementar age tanto no circuito fechado de controle de torque como no circuito fechado de controle de velocidade (veja a figura a seguir). Como resultado desta característica, o controle prévio de torque do controle de velocidade pode ser implementado usando o ponto de ajuste de torque complementar.

#### Observação

Por motivos de segurança, atualmente não é possível designar pontos de ajuste de torque fixos.



\*) só é ativado se o controle prévio estiver ativado (P1496 > 0)

Figura 6-47 Circuito fechado de controle de torque e velocidade

A soma dos dois pontos de ajuste de torque é limitada da mesma maneira que o ponto de ajuste de torque do controle de velocidade. Acima da velocidade máxima (mais 3%), o controlador de limite de velocidade reduz os limites de torque para evitar que o motor acelere mais.

Um circuito fechado de controle de torque “real” (com velocidade ajustada automaticamente) só é possível na faixa controlada pelo circuito fechado, e não na faixa controlada pelo circuito aberto. Na faixa controlada pelo circuito aberto, o ponto de ajuste de torque muda o ponto de ajuste de velocidade por meio de um integrador de subida (tempo de integração ~ P1499 \* P0341 \* P0342). Por este motivo o circuito fechado de controle de torque sem sensor na região próxima da parada (velocidade 0) só é adequado para aplicações que exigem torque de aceleração e não torque de carga (ex: motores transversais).

Se o circuito fechado de controle de torque estiver ativo, e um comando de parada rápida (OFF3) for emitido, o sistema inicia automaticamente o circuito fechado de controle de velocidade e frenagem do motor. Se um comando de parada normal (OFF1) for emitido, não há mudança. Em vez disso, o sistema aguarda até que um controle de nível mais alto pare o motor para inibir os pulsos. Isso é necessário para permitir que os motores mestre e escravo sejam desligados juntos. Para P1300 = 22, para OFF1, o motor é desligado diretamente (assim como para OFF2).

 <b>CUIDADO</b>
Se, por exemplo, o inversor perder a orientação devido à sobrecarga do motor. Não será possível desligar usando os comandos OFF1 ou OFF3. Nesse caso, é necessário iniciar um comando OFF2 ou desativar os pulsos usando P0054.3.

### 6.10.3.6 Comutação entre controle de frequência e controle de torque

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1300, P1501
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

 <b>CUIDADO</b>
<p><b>Não use SS1 ou SLS em conjunto com o controle de torque</b></p> <p>O controle de torque não deve ser usado em conjunto com as funções à prova de falhas SS1 e SLS porque as funções de rampa de velocidade, necessárias para SS1 e SLS, não estão disponíveis junto com o controle de torque. Portanto, se SS1 ou SLS forem ativadas em caso de controle de torque, um STO passivo será gerado imediatamente (depois que o tempo, calculado na seção “valores limite para SS1 e SLS”, tiver passado) se a frequência de saída exceder o invólucro de segurança.</p> <p>O STO pode ser usado com controle de torque sem restrições.</p>

O controle de torque é acionado por meio do parâmetro P1501 durante o funcionamento ou selecionado com o parâmetro P1300 = 22, 23.

Tabela 6-48 Controle de Torque

Modo de controle		P1501 = ON
Circuito fechado de controle de torque	P1300 = 20, 21	Comando OFF1 não é reconhecido
	+ funções a prova de falhas SLS, SS1	Uma falha de segurança é gerada quando a frequência de saída deixa o envelope de segurança.
Controle de Torque	P1300 = 22, 23	Comando OFF1 é reconhecido como OFF2.
	+ funções a prova de falhas SLS, SS1	Uma falha de segurança é gerada quando a frequência de saída deixa o envelope de segurança.

## Valores de entrada

Tabela 6-49 Parâmetros da função principal

Parâmetro	Descrição (nome e configuração de fábrica (se não for variável) do parâmetro em negrito)	Configuração
P1300 = ...	<b>Modo de controle</b> 0: V/f com característica linear (padrão) 1: V/f com FCC 2: V/f com característica quadrática 3: V/f com característica programável 4: reservado 5: V/f para aplicações têxteis 6: V/f com FCC para aplicações têxteis 19: Controle V/f com ponto de ajuste de tensão independente 20: Controle de vetor sem sensor 21: Controle de vetor com sensor 22: Controle de torque de vetor sem sensor 23: Controle de torque de vetor com sensor	
P1501 = ...	<b>Mudança para controle de torque</b> Selecione a fonte de comando a partir da qual é possível alterar entre controle de velocidade e torque.	

### 6.10.3.7 Limitação do ponto de ajuste de torque

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1520 ... P1531 P0640, r0067 r1407 bit 08, r1407 bit 09
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP7700, FP7710 (CU240S)

#### Descrição

Todos os limites a seguir agem no ponto de ajuste de torque, que pode ser inserido tanto na saída do controlador de velocidade para circuitos fechados de controle de velocidade ou como entrada de torque para circuitos fechados de controle de torque. O valor mínimo é usado a partir dos vários limites. Este valor mínimo é ciclicamente computado no inversor, e exibido nos parâmetros r1538 e r1539.

- r1538 Limite superior de torque
- r1539 Limite inferior de torque

Isso significa que estes valores cíclicos limitam o ponto de ajuste de torque na saída do controlador de velocidade/entrada de torque, e indicam o torque instantâneo máximo possível. Se o ponto de ajuste de torque for limitado no inversor, então ele é exibido usando os seguintes parâmetros de diagnóstico.

- r1407 bit 08 Limite superior de torque ativo
- r1407 bit 09 Limite inferior de torque ativo

#### Limite de torque

O valor especifica o torque máximo permissível por meio do qual é possível parametrizar diferentes limites de operação regenerativa e de motorização.

- P1520 CO: Valor do limite superior de torque
- P1521 CO: Valor do limite inferior de torque
- P1522 CI: Valor do limite superior de torque
- P1523 CI: Valor do limite inferior de torque
- P1525 Ascendente, valor do limite inferior de torque

Os valores de limite de torque atualmente ativos são exibidos nos seguintes parâmetros:

- r1526 CO: Valor do limite superior de torque
- r1527 CO: Valor do limite inferior de torque

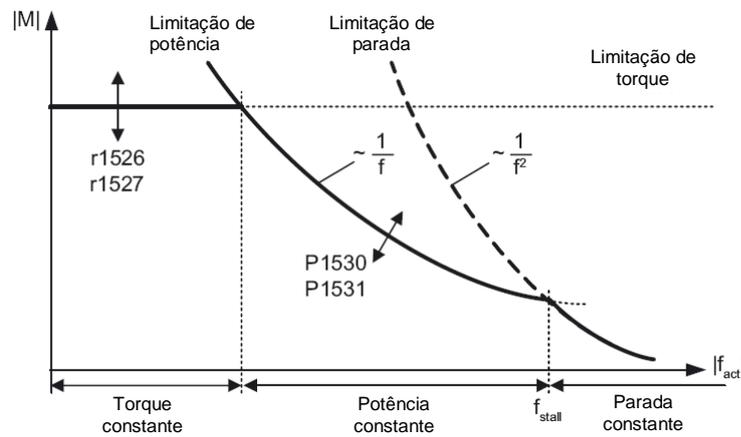


Figura 6-48 Limites de torque

### Limites de potência

Este valor especifica a potência máxima permissível por meio do qual é possível parametrizar diferentes limites de operação regenerativa e de motorização.

- P1530 Limite de potência do motor
- P1531 Limite de potência regenerativa

### Limitação de parada

A limitação de parada (limitação de rotor travado) é calculada internamente para o acionamento a partir dos dados do motor.

### Limitação de corrente

Adicionalmente, a limitação de corrente limita o torque máximo que pode ser fornecido pelo motor. Se o limite de torque for aumentado, só haverá mais torque disponível se for possível aumentar o fluxo de corrente. Também pode ser necessário adaptar o limite de corrente. A limitação de corrente é influenciada por:

- P0640
- Proteção térmica do motor
- Proteção térmica do inversor

Depois da limitação, a corrente instantânea máxima possível do inversor é exibida no parâmetro r0067 (corrente de saída limitada).

### Valores de entrada

Tabela 6-50 Parâmetros da função principal

Parâmetro	Descrição	Configuração
P0640 = ...	<b>Fator de sobrecarga do motor [%]</b> 10 ... 400 %, padrão 200%: Define o limite de corrente de sobrecarga do motor relativo à corrente nominal do motor. (P0305)	
P1530 = ...	<b>Limitação de potência de motorização</b> 0 ... 8000 N, padrão 0,75 N: Define o valor fixo para a potência ativa de motorização máxima permissível (limitação de potência de motorização)	
P1531 = ...	<b>Limitação de potência regenerativa</b> -8000 ... 0 N, padrão -0,75 N: Define o valor fixo para a potência regenerativa ativa máxima permissível (limitação de potência regenerativa).	

Tabela 6-51 Parâmetros adicionais de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1520 = ...	<b>Limite superior de torque</b> -99999 ... 99999 Nm, padrão 5,13 Nm	
P1521 = ...	<b>Limite inferior de torque</b> -99999 ... 99999 Nm, padrão -5,13 Nm	
P1522 = ...	<b>Limite superior de torque</b> Seleciona a fonte do limite superior de torque: padrão 1520	
P1523 = ...	<b>Limite inferior de torque</b> Seleciona a fonte do limite inferior de torque: padrão 1521	
P1525 = ...	<b>Limite inferior de torque ascendente</b> -400 ... 400 %, padrão 100 %	

### Valor de saída

r0067	<b>Limite ativo de corrente de saída</b>
r1407 bit 8	<b>Condição 2 de controle do motor – limite superior de torque ativo</b>
r1407 bit 9	<b>Condição 2 de controle do motor – limite inferior de torque ativo</b>

# Funções disponíveis somente para inversores G120 7

## 7.1 Controle de 2/3 fios

### Dados

Faixa dos parâmetros:	P0727 P0701 ... P0713 P0840, P0842, P1113
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

### Descrição

O controle de 2/3 fios permite iniciar, parar e inverter o sentido do inversor de uma das seguintes maneiras:

1. Controle de 2 fios com controle padrão Siemens usando ON/OFF e ver como sinais permanentes
2. Controle de 2 fios com controle padrão Siemens usando ON/OFF1 e ON\_VER/OFF1 como sinais permanentes
3. Controle de 2 fios usando ON\_FWD e ON\_REV como sinais permanentes
4. Controle de 3 fios usando STOP como sinal permanentes, FWD e REVP como pulsos
5. Controle de 3 fios usando OFF1/HOLD e REV como sinais permanentes e ON como sinal de pulso

Os diferentes tipos de controle de 2 e 3 fios devem ser estabelecidos via P0727. A descrição detalhada é fornecida na próxima seção. A fonte do sinal pode ser configurada por meio dos parâmetros P0840, P0842 e P1113.

---

### Observação

#### Função de reinicialização automática

Quando os métodos de controle de 2 ou 3 fios forem selecionados via P0727, a função de reinicialização automática é desativada. Se a função de reinicialização automática for necessária, o usuário deve especificamente ativar esta função. Para mais detalhes, veja o manual de parâmetros.

---

7.1 Controle de 2/3 fios

Quando qualquer uma das funções de controle for selecionada usando P0727, os valores 1, 2 e 12 das entradas digitais (P0701 ... e P0712, P0713 para AI usado como DI) são redefinidas conforme mostrado na tabela a seguir.

Tabela 7-1 Valores redefinidos das entradas digitais

	<b>P0727 = 0 Padrão Siemens</b>	<b>P0727 = 1 Controle de 2 fios</b>	<b>P0727 = 2 Controle de 3 fios</b>	<b>P0727 = 3 Controle de 3 fios</b>
Valor 1 da entrada digital, significado de P0840	ON/OFF1	ON_FWD	STOP	ON_PULSE
Valor 2 da entrada digital, significado de P0842	ON_REV/OFF1	ON_REV	FWDP	OFF1/HOLD
Valor 3 da entrada digital, significado de P1113	REV	REV	REVP	REV
"P" denota "pulso", "FWD" denota "forward" (para frente) e "REV" denota "reverse" (inverso).				

**Fontes de comando para controle de 2/3 fios**

Para usar o controle de 2/3 fios, as fontes de ON/OFF1 (P0840), ON\_REV/OFF1 (P0842) e REV (P1113) respectivamente, os valores redefinidos devem ser configurados adequadamente.

**Valores de entrada**

Tabela 7-2 Parâmetros da função principal

<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição</b>	<b>Configuração</b>
P0727 = ...	<b>Seleção do método de 2/3 fios</b> 0: Siemens (start/dir) – (Método 1 e método 2) 1: 2 fios (fwd/rev) – (Método 3) 2: 3 fios (fwd/rev) – (Método 4) 3: 3 fios (start/dir) – (Método 5)	
P0840 = ...	<b>Fonte de comando ON/OFF1</b> possíveis fontes: 722.0 (DI0) padrão, ou qualquer parâmetro binário de saída (BO).	
P0842 = ...	<b>Fonte de comando ON reverse/OFF1</b> possíveis fontes: 722 (DIx), ou qualquer parâmetro binário de saída (BO).	
P1113 = ...	<b>Fonte de comando REV</b> possíveis fontes: 722,1 (DI1) padrão, ou qualquer parâmetro binário de saída (BO).	

## 7.1 Controle de 2/3 fios

## 7.1.1 Controle padrão Siemens (P0727 = 0)

## Descrição

Com a configuração padrão (P0727 = 0), as seguintes variações do controle de 2 fios estão disponíveis:

1. ON/OFF1 e REV.
2. ON/OFF1 e ON\_REV/OFF1.

## ON/OFF1 e REV

Este método permite iniciar a parar o inversor usando o comando ON/OFF1 e mudar a direção do inversor usando o comando REV. Estes comandos podem ser designados para qualquer entrada digital por meio dos parâmetros P0701 ... P0709 (e P0712, P0713 para AI usado como DI) ou conexões BICO.

Os comandos REV podem ser emitidos a qualquer momento, independente da frequência de saída do inversor.

## Função

Ao receber o comando ON/OFF1, o inversor roda o motor na direção de avanço e aumenta o ponto de ajuste de frequência do motor.

Quando um comando REV é emitido, o inversor reduz a frequência até 0 Hz e roda o motor na direção inversa. Quando o comando REV é removido, o inversor aumenta a frequência de 0 Hz e roda na direção de avanço até atingir o ponto de ajuste de frequência. Quando o comando ON/OFF1 é removido, o inversor para o motor por meio de um OFF1.

Somente o comando REV iniciado sozinho não é capaz de iniciar o motor.

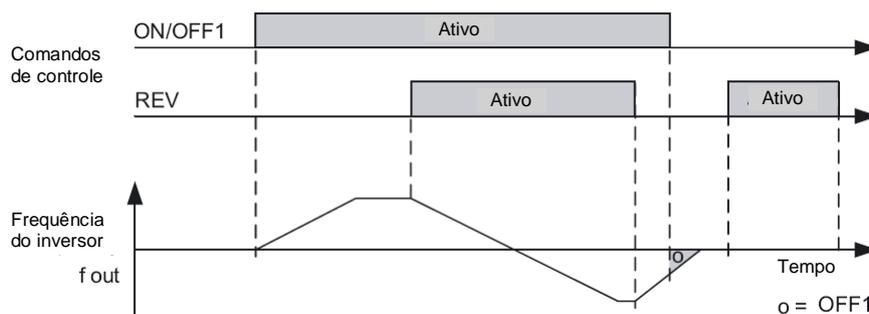


Figura 7-1 Controle padrão Siemens usando ON/OFF1 e REV

## ON/OFF1 e ON\_REV/OFF1

Este método permite que o inversor rode o motor na direção de avanço (direita) usando o comando ON/OFF1, e na direção oposta (esquerda) usando o comando ON\_REV/OFF1.

Entretanto, para a direção inversa, o acionamento deve primeiro desacelerar com OFF1 até atingir 0 Hz, e então o sinal inverso pode ser aplicado.

**Função**

A fase de descida pode ser interrompida por um comando de partida na mesma direção: se o acionamento estava operando na direção de avanço e o OFF1 foi aplicado, um ON/OFF1 funcionará corretamente e o acionamento será acelerado novamente até o ponto de ajuste de velocidade. O mesmo é válido para direção inversa e ON\_REV/OFF1

Se um comando de partida for emitido na direção oposta da subida da saída de frequência do inversor, o acionamento ignora a nova configuração e diminui para 0Hz e permanece parado.

Sem nenhum sinal de controle ativado, o acionamento diminuirá e permanecerá parado.

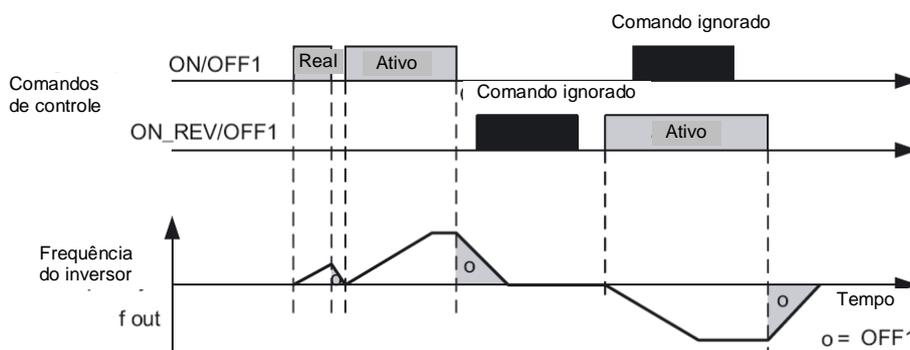


Figura 7-2 Controle padrão Siemens usando ON/OFF1 e ON\_REV/OFF1

**Controle de 2 fios usando ON/OFF1 e REV como sinais permanentes (P0727 = 0, padrão Siemens)**

ON/OFF1	REV	Função
0	0	Inversor diminui até a parada com OFF1 a partir de qualquer frequência
0	1	Inversor diminui até a parada com OFF1 a partir de qualquer frequência
1	0	Inversor acelera até o ponto de ajuste
1	1	Inversor acelera até o ponto de ajuste inverso

**Controle de 2 fios usando ON/OFF1 e ON\_REV/OFF1 como sinais permanentes (P0727 = 0, padrão Siemens)**

ON/OFF1	ON_REV/OFF1	Função
0	0	Inversor diminui até a parada com OFF1 a partir de qualquer frequência (um sinal configurado enquanto o inversor diminui será ignorado).
0	1	Inversor acelera até o ponto de ajuste inverso
1	0	Inversor acelera até o ponto de ajuste
1	1	Primeiro sinal ativo tem prioridade, segundo sinal é ignorado

## 7.1.2 Controle de 2 fios (P0727 = 1)

### Descrição

Este método usa dois sinais permanentes, ON\_FWD e ON\_REV, que iniciam/param o inversor e determinam a direção do motor.

A vantagem deste método de controle é que ON\_FWD e ON\_REV podem ser ligados a qualquer momento, independente do ponto de ajuste, saída de frequência ou direção de rotação, e o motor não precisa diminuir até 0 Hz antes de executar o comando.

#### Função

Com um sinal ON\_FWD permanente, o acionamento está ligado (ON) e na direção de avanço. Com um sinal ON\_REV permanente, o acionamento está ligado (ON) e na direção inversa.

Se os dois sinais estiverem ativos simultaneamente, o acionamento executa um OFF1 e diminui até a parada.

Se os dois sinais estiverem desativados, o acionamento fica no estado OFF1.

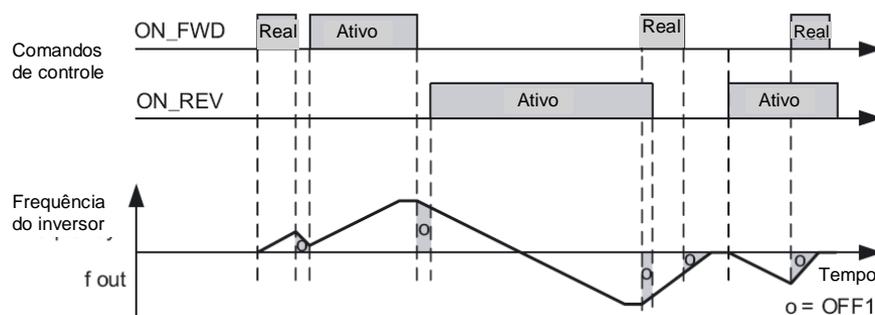


Figura 7-3 Controle de 2 fios usando ON\_FWD e ON\_REV

### Controle de 2 fios usando ON\_FWD e ON\_REV como sinais permanentes (P0727 = 1)

ON_FWD	ON_REV	Função
0	0	Inversor diminui até a parada com OFF1 a partir de qualquer frequência
0	1	Inversor acelera até o ponto de ajuste inverso
1	0	Inversor acelera até o ponto de ajuste
1	1	Inversor diminui até a parada com OFF1 a partir de qualquer frequência

### 7.1.3 Controle de 3 fios (P0727 = 2)

#### Descrição

Este método usa três comandos para controlar o funcionamento do motor:

1. STOP: Este sinal é necessário permanentemente para dar a partida no motor via FWDP ou REVP.
2. FWDP: Faz com que o motor rode na direção de avanço (direita).
3. REVP: Faz com que o motor rode na direção inversa (esquerda).

#### Função

O sinal STOP usa lógica negativa: Quando o contato é aberto ou mantido aberto, a condição OFF1 para o acionamento. O contato STOP deve ser mantido fechado para dar a partida e rodar o inversor.

Em seguida, o pólo positivo do contato FWDP ou REVP se fecha e dá a partida no inversor. O pólo positivo do contato FWDP configura a direção de avanço.

O pólo negativo do contato FWDP muda para a direção inversa. Quando FWDP e REVP são fechados simultaneamente ocorre um comando OFF1.

A diminuição pode ser interrompida por um pulso novo FWDP ou REVP simples.

Enquanto o acionamento estiver funcionando nas respectivas direções, os pólos positivos dos contatos FWDP ou REVP não executam nenhuma mudança.

O acionamento só será desligado regularmente se o contato STOP for aberto, não considerando o caso especial no qual os dois sinais FWDP e REVP estão presentes.

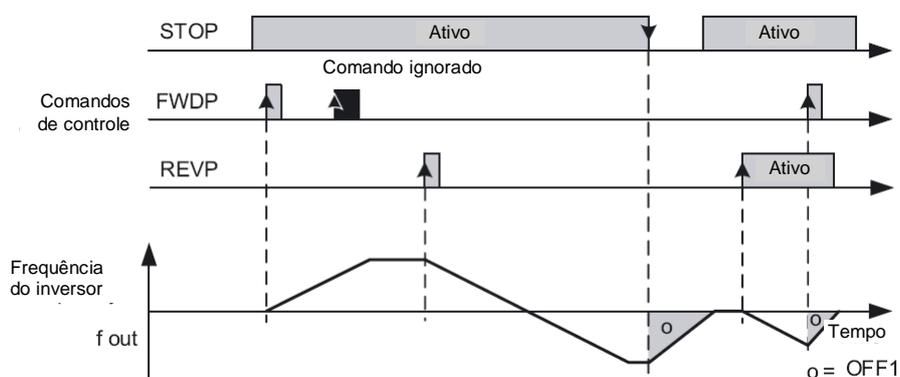


Figura 7-4 Controle de 3 fios usando FWDP, REVP e STOP

**Controle de 3 fios usando STOP como sinal permanente, FWD e REVP como pulsos  
(P0727 = 2)**

STOP	FWDP	REVP	Função
0	0/1	0/1	Inversor diminui até a parada com OFF1 a partir de qualquer frequência
1	0	0	Inversor opera conforme o pulso configurado anteriormente (FWDP/REVP)
1	0	1	Inversor acelera até o ponto de ajuste inverso
1	1	0	Inversor acelera até o ponto de ajuste
1	1	1	Inversor diminui até a parada com OFF1 a partir de qualquer frequência

### 7.1.4 Controle de 3 fios (P0727 = 3)

#### Descrição

Existem três sinais associados a esta função:

- ON\_PULSE: Aciona o motor na direção de avanço se OFF1/HOLD estiver ativo.
- OFF1/HOLD: Este sinal precisa ficar permanentemente ativo para dar a partida no motor por meio de ON\_PULSE.
- ON\_PULSE: A abertura do contato com OFF1 interrompe o motor.
- REV: Este sinal muda a direção do motor se OFF1/HOLD e ON\_PULSE estiverem ativos.

#### Função

O interruptor OFF1/HOLD usa lógica negativa: o contato deve ser mantido fechado para ligar o inversor ou mantê-lo funcionando.

O polo positivo do interruptor ON\_PULSE trava e dá a partida no inversor, caso esteja desligado anteriormente. A direção pode ser determinada e mudada a qualquer momento usando o sinal REV. O sinal REV deve ficar permanentemente ativo.

Nada acontece se o interruptor ON\_PULSE for aberto ou fechado enquanto o acionamento estiver funcionando.

Somente se OFF1/HOLD for ativado (ex: aberto), o inversor será destravado e parado.

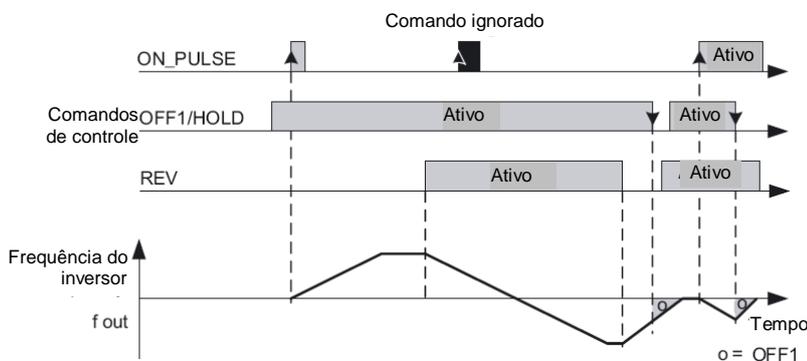


Figura 7-5 Controle de 3 fios usando ON\_PULSE, OFF1/HOLD e REV

#### Controle de 3 fios usando STOP como sinal permanente, FWD e REVP como pulsos (P0727 = 3)

OFF1/HOLD	ON_PULSE	REV	Função
0	0/1	0/1	Inversor diminui até a parada com OFF1 a partir de qualquer frequência
1	0	0	Inversor diminui até a parada com OFF1 a partir de qualquer frequência
1	0	1	Inversor diminui até a parada com OFF1 a partir de qualquer frequência
1	1	0	Inversor acelera até o ponto de ajuste
1	1	1	Inversor acelera até o ponto de ajuste inverso

## 7.2 Ponto de ajuste por meio de frequências fixas

### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1001 - r1025
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP3200, FP3210

### Descrição

A funcionalidade de frequência fixa permite a inserção de um ponto de ajuste de frequência no acionamento. Este ponto pode ser selecionado usando as frequências fixas (P1001 ... P1101) ou usando as frequências fixas PID (P2201 ... P2223). Consulte a seção "Ponto de ajuste por meio de frequências fixas PID".

Trata-se de um método alternativo de inserção de um ponto de ajuste em vez de usar entradas analógicas, as interfaces de comunicação serial, a função JOG ou um potenciômetro motorizado.

Há dois modos de selecionar frequências fixas, configuradas por meio do parâmetro P1016:

- Seleção direta (P1016 = 1)
- Seleção binária (P1016 = 2)

### Comando ON combinado com frequência fixa

O bit de status de frequência fixa r1025 (saída binector) permite combinar a seleção de frequência fixa com um comando ON. Para isso, P0840 deve ser configurado para r1025.



#### **CUIDADO**

Observe que o significado de P0840 pode mudar usando a funcionalidade de controle de 2 ou 3 fios.

Quando as entradas digitais são usadas, a fonte do sinal pode ser selecionada usando um dos seguintes métodos:

- Método padrão (default)
- Método BICO

---

#### **Observação**

O método padrão tem prioridade sobre o método BICO. Isso significa que as entradas digitais DI3 ... DI6 devem ser configuradas com valores diferentes de 15, 16, 17 e 18 antes de realizar a conexão BICO.

---

### Seleção direta (P1016 = 1)

Com as configurações padrão, neste modo, a frequência fixa pode ser selecionada usando sinais permanentes para as fontes da frequência fixa, selecionada usando P1020 ... P1023 (padrão DI3 ... DI6). Se várias frequências fixas estiverem ativas simultaneamente, elas são adicionadas. Isso significa que se DI3, DI4 e DI6 estiverem ativas, a frequência resultante é FF1+FF2+FF4. Isso permite até 15 combinações para seleção de frequências fixas.

Os valores de FF1 ... FF4 são dados por P1001 ... P1004.

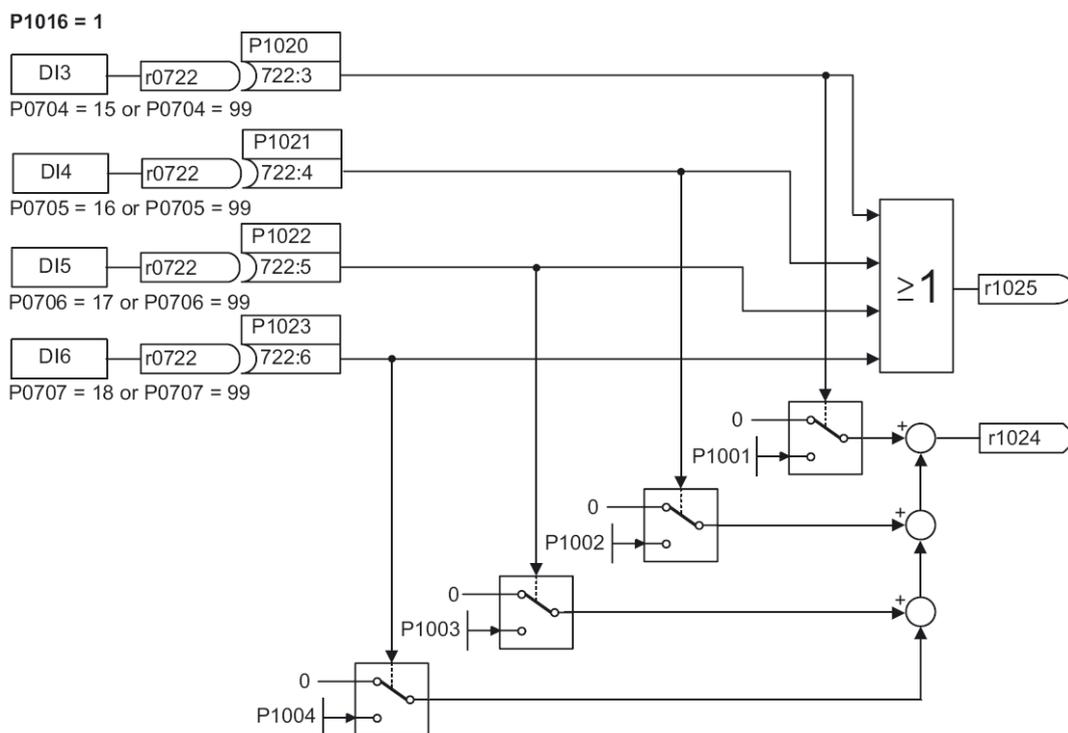


Figura 7-6 Seleção direta de frequências fixas – visão geral funcional

### Seleção com código binário (P1016 = 2)

Esta técnica permite combinar até 15 frequências fixas diferentes usando sinais permanentes para as fontes das frequências fixas, selecionadas usando P1020 ... P1023. As frequências são selecionadas indiretamente usando a codificação binária da condição das fontes das frequências fixas conforme mostrado na tabela a seguir.

Tabela 7-3 Exemplo de seleção binária de frequências fixas

Número FF	Frequência	P1023	P1022	P1021	P1020
FF1	P1001	0	0	0	1
FF2	P1002	0	0	1	0
FF3	P1003	0	0	1	1
FF4	P1004	0	1	0	0
...	...	...	...	...	...
FF14	P1014	1	1	1	0
FF15	P1015	1	1	1	1

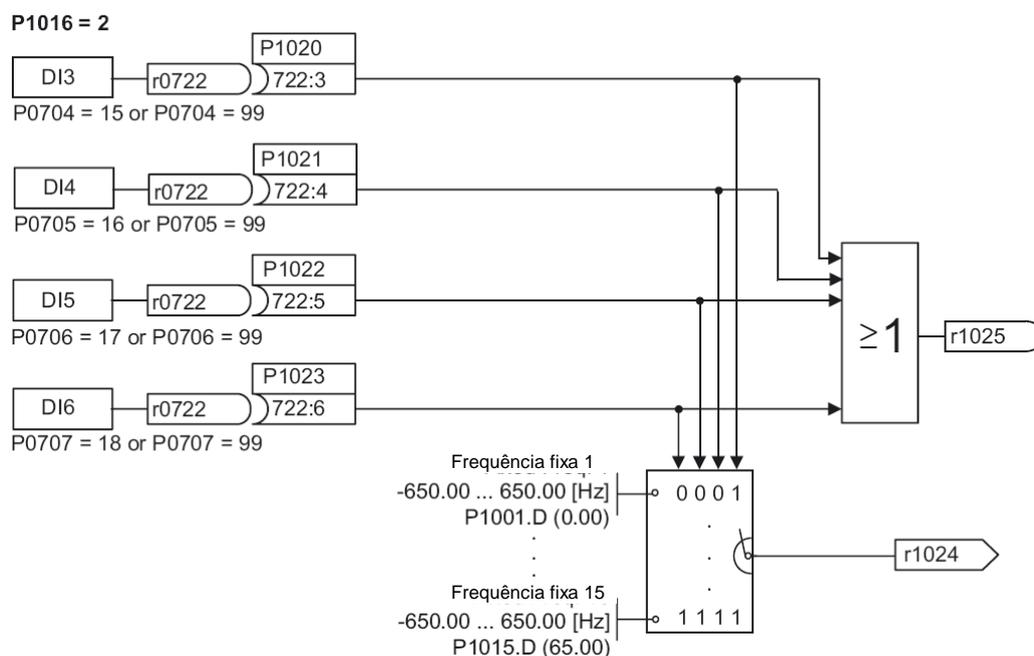


Figura 7-7 Seleção binária de frequências fixas – visão geral funcional

### Valores de entrada

Parâmetro	Descrição	Configuração
	Seleção da fonte da frequência fixa, por exemplo, entradas digitais (P0722.x) ou qualquer parâmetro	
P1001 - P1015 = ...	<b>Fixed frequency 1 - 15</b> valores possíveis: - 650 Hz ... 650 Hz, configuração padrão 0 Hz ... 65 Hz em passos de 5 Hz	
P1016 = ...	<b>Fixed frequency mode</b> 1 seleção direta (padrão), 2 seleção com código binário	
P1020 = ...	<b>Fixed freq. Selection Bit 0</b> ex: 722.x (entradas digitais)/r2091.00 (interface serial)	
P1021 = ...	<b>Fixed freq. Selection Bit 1</b> ex: 722.x (entradas digitais)/r2091.01 (interface serial)	
P1022 = ...	<b>Fixed freq. Selection Bit 2</b> ex: 722.x (entradas digitais)/r2091.02 (interface serial)	
P1023 = ...	<b>Fixed freq. Selection Bit 3</b> ex: 722.x (entradas digitais)/r2091.03 (interface serial)	

### Valores de saída

Parâmetro	Descrição	Configuração
r1024	<b>Actual fixed frequency</b> P1016 = 0: Soma das frequências fixas selecionadas P1016 = 1: Frequência fixa com valor de código binário	
r1025	<b>Fixed frequency status</b> 0 = nenhuma frequência fixa selecionada 1 = pelo menos uma frequência fixa selecionada	

### Exemplos via entradas digitais ou interface serial

Tabela 7-4 Seleção de frequências fixas com seleção direta (P1016 = 0)

Método	Configurações de entrada
Método padrão – usando entradas digitais	P0704 = 15: DI3 como fonte para bit de seleção FF 0 (P1020) P0705 = 16: DI4 como fonte para bit de seleção FF 1 (P1021) P0706 = 17: DI5 como fonte para bit de seleção FF 2 (P1022) P0707 = 18: DI5 como fonte para bit de seleção FF 3 (P1023) P1020 = 722.3: bit de seleção FF 0 (DI3)//P1021 = 722.4: Bit de seleção FF 1 (DI4) P1022 = 722.5: Bit de seleção FF 2 (DI5)//P1021 = 722.4: Bit de seleção FF 3 (DI6)
Método BICO – usando interface serial	P0704 - P0707 ≠ 15, 16, 17, 18, parametrização BICO ativada, P1020 = 2091.0: Bit de seleção FF 0 -> palavra de controle de interface serial 2, bit 0, P1021 = 2091.1: Bit de seleção FF 1 -> palavra de controle de interface serial 2, bit 1 P1022 = 2091.2: Bit de seleção FF 2 -> palavra de controle de interface serial 2, bit 2 P1023 = 2091.3: Bit de seleção FF 3 -> palavra de controle de interface serial 2, bit 3

## 7.3 Controlador PID

### Dados

Faixa dos parâmetros:	P2200, P2201 ... P2355
Advertências:	A0936
Falhas:	F0221, F0222
Número do gráfico da função:	FP3300, FP3310, FP3400, FP5000, FP5100
Recursos:	Tempo de ciclo: 8 ms

### Descrição

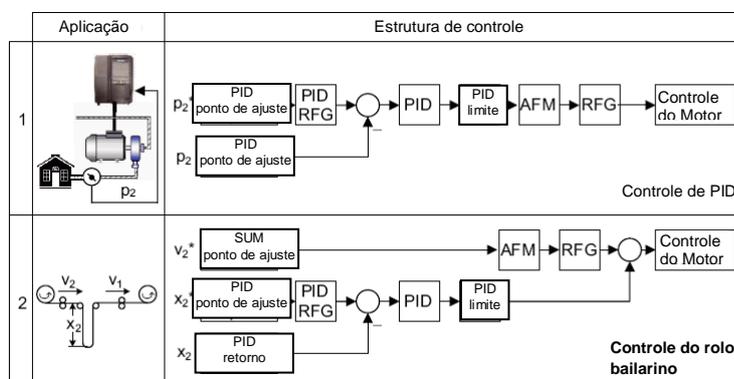
O controlador PID integrado (controlador de tecnologia) calcula o ponto de ajuste de frequência que pode ser usado para controlar quantidades de processo tais como pressão ou nível. O ponto de ajuste pode ser usado como ponto de ajuste principal ou ponto de ajuste adicional.

Como ponto de ajuste principal, ele pode ser usado para as seguintes aplicações:

- Circuito fechado de controle de pressão para estrusoras
- Circuito fechado de controle de água para motores de bombas
- Circuito fechado de controle de temperatura para motores de ventiladores.

Como ponto de ajuste adicional, as seguintes aplicações são possíveis:

- Circuito fechado de controle de posição de rolo bailarino para aplicações de bobinadoras e tarefas de controle semelhantes.



		Ponto de ajuste via		RFG	PID-RFG
		SUM	Controlador		
1	1) P2200 = 1:0 P2251 = 0	-	controle PID	Ligado (ON): - OFF1/3: ativo	Ligado (ON): ativo OFF1/3: -
2	2) P2200 = 1:0 P2251 = 1		Controle do rolo bailarino	Ligado (ON): ativo OFF1/3: ativo	Ligado (ON): ativo OFF1/3: ativo

1) mudança só ocorre com o acionamento parado  
2) mudança ocorre com acionamento funcionando

Figura 7-8 Exemplos de aplicação PID

Os pontos de ajuste do controlador de tecnologia e os valores reais podem ser inseridos usando o potenciômetro motorizado PID (PID-MOP), ponto de ajuste fixo PID (PID-FF), entradas analógicas (AI), ou por meio das interfaces seriais mostradas na figura a seguir. A parametrização adequada dos parâmetros BICO define que pontos de ajuste ou valores reais devem ser usados.

7.3 Controlador PID

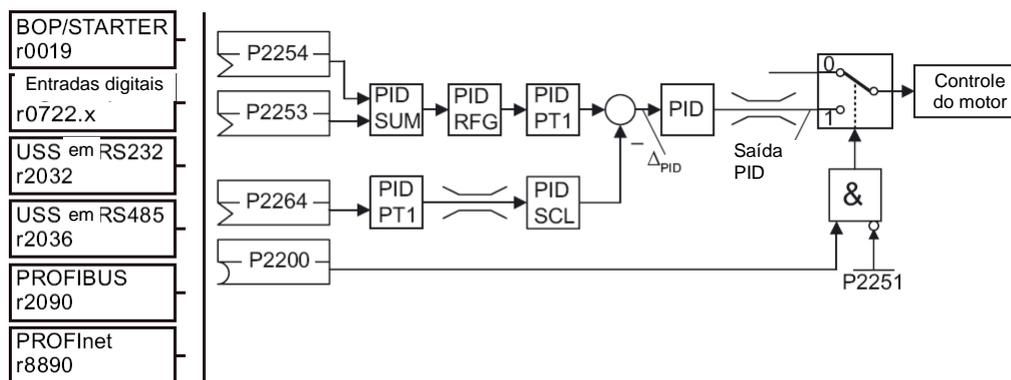


Figura 7-9 Estrutura do controlador de tecnologia

Valores de entrada

Tabela 7-5 Parâmetros da função principal

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2200 = ...	<b>Enable PID controller</b> 0: desativado (padrão) 1: ativado	
P2235 = ...	<b>Enable PID-MOP (UP-cmd)</b> possíveis fontes: 19.13 (BOP), 722.x (entrada digital), 2032.13 (USS em RS232), 2036.13 (USS)	
P2236 = ...	<b>Enable PID-MOP (DOWN-cmd)</b> possíveis fontes: 19.14 (BOP), 722.x (entrada digital), 2032.14 (USS em RS232), 2036.14 (USS)	

Tabela 7-6 Parâmetros adicionais de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2251 = ...	<b>PID mode</b> 0: PID como ponto de ajuste (padrão) 1: PID como fonte de compensação	
P2253 = ...	<b>PID setpoint</b> possíveis fontes: 755.0 (entrada analógica 0), 2224 (ponto de ajuste PID fixo real), 2250 (ponto de ajuste de saída PID-MOP)	
P2254 = ...	<b>PID trim source</b> possíveis fontes: 755.0 (entrada analógica 0), 2224 (ponto de ajuste PID fixo real), 2250 (ponto de ajuste de saída PID-MOP)	
P2255 = ...	<b>PID setpoint gain factor</b> 0 ... 100, padrão 100	
P2256 = ...	<b>PID trim gain factor</b> 0 ... 100, padrão 100	
P2257 = ...	<b>Ramp-up time for PID setpoint</b> 0 ... 650 s, padrão 1 s	
P2258 = ...	<b>Ramp-down time for PID setpoint</b> 0 ... 650 s, padrão 1 s	

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2263 = ...	<b>PID controller type</b> 0: Componente D do sinal de retorno (padrão) 1: Componente D do sinal de erro	
P2264 = ...	<b>PID feedback</b> possíveis fontes: 755.1 (entrada analógica 1), 2224 (ponto de ajuste PID fixo real), 2250 (ponto de ajuste de saída PID-MOP)	
P2265 = ...	<b>PID feedback filter timeconstant</b> 0 ... 60 s , padrão 0 s	
P2267 = ...	<b>Max. value for PID feedback</b> -200 ... 200 %, padrão 100 %	
P2268 = ...	<b>Min. value for PID feedback</b> -200 ... 200 %, padrão 100 %	
P2269 = ...	<b>Gain applied to PID feedback</b> 0 ... 500 %, padrão 100 %	
P2270 = ...	<b>PID feedback function selector</b> 0: Desativado (padrão) 1: Raiz quadrada 2: Quadrado 3: Cubo	
P2271 = ...	<b>PID transducer type</b> 0: Desativado (padrão) 1: Inversão do sinal de retorno PID	
P2274 = ...	<b>PID derivative time</b> 0 ... 60 s , padrão 0 s	
P2280 = ...	<b>PID proportional gain</b> 0 ... 65, padrão 3	
P2285 = ...	<b>PID integral time</b> 0 ... 60 s , padrão 0 s	
P2291 = ...	<b>PID output upper limit</b> -200 ... 200 %, padrão 100 %	
P2292 = ...	<b>PID output lower limit</b> -200 ... 200 %, padrão 0 %	
P2293 = ...	<b>Ramp-up/-down time of PID limit</b> 0 ... 100 s, padrão 1 s	
P2295 = ...	<b>Gain applied to PID output</b> -100 ... 100 %, padrão 100 %	
P2350 = ...	<b>PID autotune enable</b> 0: Sintonização automática PID desativada (padrão) 1: Sintonização automática PID via padrão Ziegler Nichols (ZN) 2: Sintonização automática PID como 1 além do disparo excessivo (O/S) 3: Sintonização automática PID como muito pouco ou nenhum disparo excessivo (O/S) 4: Somente sintonização automática PID PI, resposta lenta	
P2354 = ...	<b>PID tuning timeout length</b> 60 ... 65000 s , padrão 240 s	
P2355 = ...	<b>PID tuning offset</b> 0 ... 20 s , padrão 5 s	

### Valor de saída

r2224	Act. fixed PID setpoint
r2225	PID Fixed frequency status
r2250	Output setpoint of PID-MOP
r2260	PID setpoint after PID-RFG
P2261	PID setpoint filter timeconstant
r2262	Filtered PID setp. after RFG
r2266	PID filtered feedback
r2272	PID scaled feedback
r2273	PID error
r2294	Act. PID output

### Exemplo

O controlador PID permanente deve cumprir as seguintes condições secundárias:

- Controlador PID ativado e
- Ponto de ajuste PID via frequências fixas PID e
- Valor real PID via entrada analógica.

Tabela 7-7 Parametrização

Controlador PID permanente ativado	P2200 = 1.0
Ponto de ajuste via PID-FF	P2253 = 2224
Entrada do valor real via entrada analogia AI	P2264 = 755
Ponto de ajuste via PID	P2251 = 0

O ponto de ajuste adicional é adicionado ao ponto de ajuste principal (PID-SUM) e a soma é fornecida ao ponto de soma do ponto de ajuste e do valor real por meio do gerador de função de rampa PID (PID-RFG). A fonte do ponto de ajuste complementar (parâmetro BICO P2254), os tempos de subida e descida do gerador da função de rampa PID (P2257, P2258) e o tempo do filtro (P2261) podem ser adaptados para aplicações em particular por meio de parametrização adequada dos parâmetros correspondentes.

De forma semelhante à derivação do ponto de ajuste PID, a derivação do valor real do controlador de tecnologia tem um filtro (PID-PT1), que pode ser configurado usando o parâmetro P2265. Além da suavização, o valor real pode ser modificado usando uma unidade de escala (PID-SCL).

O controlador de tecnologia pode ser parametrizado tanto como controlador P, I, PI ou PID, usando os parâmetros P2280, P2285 ou P2274.

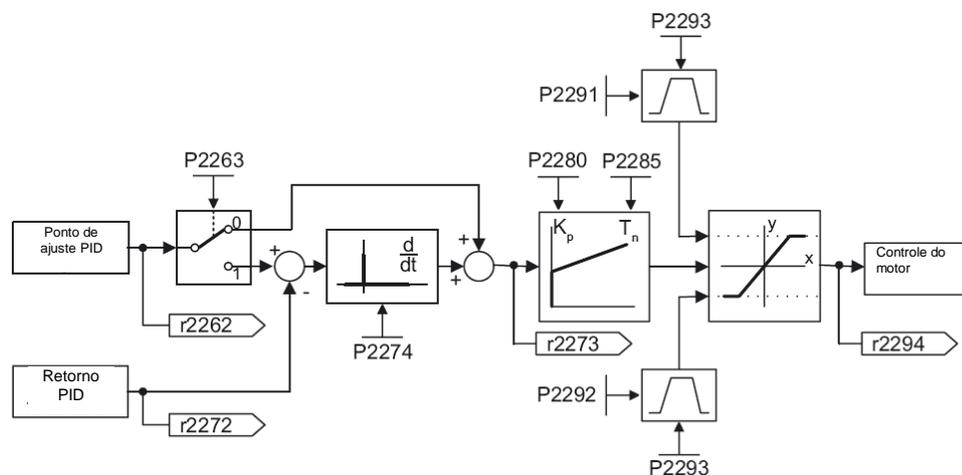


Figura 7-10 Controlador PID

Para aplicações específicas, a saída do PID pode ser limitada com valores definidos. Isso pode ser realizado usando os limites fixos P2291 e P2292. Para evitar que a saída do controlador PID realize passos grandes durante a inicialização, estes limites das saídas PID são elevados com tempo P2293 a partir de 0 até os valores P2291 correspondentes (limite superior da saída PID) e P2292 (limite inferior da saída PID). Assim que esses limites forem atingidos, a resposta dinâmica do controlador PID não é mais limitada pelo tempo de subida/descida (P2293).

### 7.3.1 Controle PID do rolo bailarino

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1070, P1075, P1120, P1121, P2200, P2251 ... P2285
Advertências:	-
Falha:	-
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

Para vários processos de produção contínuos, por exemplo, no setor de papel e polpa ou na fabricação de cabos, é necessário controlar (circuito fechado) a velocidade das estações ao longo do processo de produção para garantir que a teia contínua de material não fique sujeita a níveis de tensão indesejáveis. É importante que não haja formação de dobras ou vincos. Para aplicações como essas, é prático fornecer um buffer de material no forma de um circuito com tensão definida. Isso desacopla os locais dos inversores individuais. Este circuito representa a diferença entre a alimentação e a saída de material e, portanto, indica a qualidade do processo.

Quando o controle PID do rolo bailarino é usado, o inversor permite garantir que teias contínuas de material tenham tensão constante.

7.3 Controlador PID

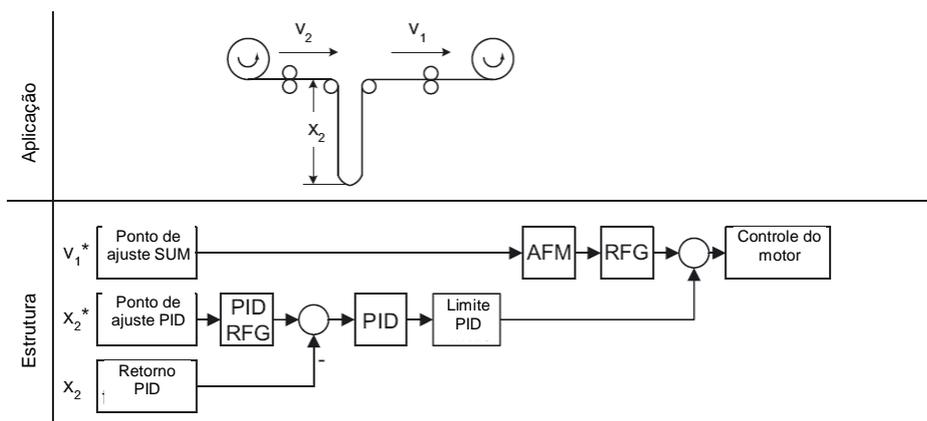


Figura 7-11 Controle PID do rolo bailarino

A velocidade  $v_1$  é considerada como perturbação independente. A velocidade de entrada  $v_2$  deve ser controlada usando os rolos do motor A2 de forma que o comprimento  $x_2$  do circuito corresponde o máximo possível ao ponto de ajuste.

**Observação**

Quando o circuito fechado de controle do rolo bailarino é selecionado, é importante observar que nem o PID-MOP e nem o PID-FF devem ser usados – em vez disso o MOP (potenciômetro motorizado) ou o FF (frequências fixas) devem ser usados.

A estrutura e os parâmetros importantes do controle PID do rolo bailarino são mostrados a seguir.

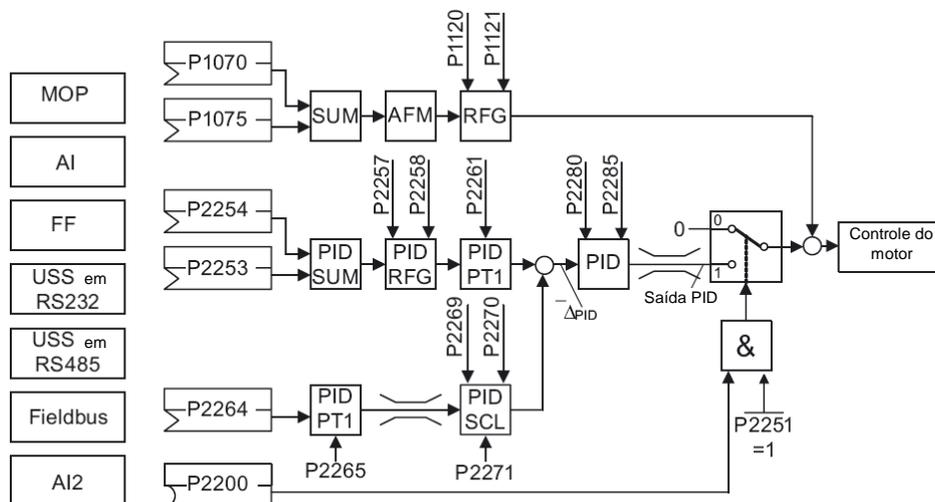


Figura 7-12 Estrutura do circuito fechado de controle PID do rolo bailarino

## Valores de entrada

Tabela 7-8 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P1070 = ...	<b>Main setpoint</b> 1024: Ponto de ajuste fixo (FF) 1050: MOP 755.0: entrada analógica 0 2015.1: USS em RS232 2018.1: USS em RS485 2050.1: Fieldbus (padrão)	
P1074 = ...	<b>Disable additional setpoint</b> possíveis fontes: P755.x (entrada digital)	
P1120 = ...	<b>Ramp-up time</b> 0 ... 650 s, padrão 10 s	
P1121 = ...	<b>Ramp-down time</b> 0 ... 650 s, padrão 10 s	
P2200 = ...	<b>Enable PID controller</b> 1: Controlador PID sempre ativo 722.x: Entrada digital x	
P2251 = ...	<b>PID mode</b> 0: PID como ponto de ajuste (padrão) 1: PID como compensação	
P2253 = ...	<b>PID setpoint</b> possíveis fontes: P755.0 (entrada analógica 0) / r2224 (ponto de ajuste fixo) / r2250 (ponto	
P2254 = ...	<b>PID trim source</b> possíveis fontes: P755.0 (entrada analógica 0) / r2224 (ponto de ajuste fixo) / r2250 (ponto	
P2264 = ...	<b>PID feedback</b> possíveis fontes: P755.1 (entrada analógica 1) / r2224 (ponto de ajuste fixo) / r2250 (ponto	

Tabela 7-9 Outros parâmetros de comissionamento

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2255 = ...	<b>PID setpoint gain factor</b> 0 ... 100, padrão 100	
P2256 = ...	<b>PID trim gain factor</b> 0 ... 100, padrão 100	
P2265 = ...	<b>PID feedback filter timeconstant</b> 0 ... 60 s, padrão 0 s	
P2271 = ...	<b>PID transducer type</b> 0: Desativado (padrão) 1: Inversão do sinal de retorno PID	
P2280 = ...	<b>PID proportional gain</b> 0 ... 65, padrão 3	
P2285 = ...	<b>PID integral time</b> 0 ... 60 s, padrão 0 s	

### Valor de saída

Parâmetro	Descrição	Configuração
r2260	<b>CO: PID setpoint after PID-RFG</b>	
P2261	<b>PID setpoint filter timeconstant</b>	
r2262	<b>CO: Filtered PID setp. after RFG</b>	
r2266	<b>CO: PID filtered feedback</b>	
r2272	<b>CO: PID scaled feedback</b>	
r2273	<b>CO: PID error</b>	

### Parâmetros adicionais relacionados à função do controlador PID

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2257 = ...	<b>Ramp-up time for PID setpoint</b> 0 ... 650 s, padrão 1 s	
P2258 = ...	<b>Ramp-down time for PID setpoint</b> 0 ... 650 s, padrão 1 s	
P2263 = ...	<b>PID controller type</b> 0: Componente D do sinal de retorno (padrão) 1: Componente D do sinal de erro	
P2267 = ...	<b>Max. value for PID feedback</b> -200 ... 200 %, padrão 100 %	
P2268 = ...	<b>Min. value for PID feedback</b> -200 ... 200 %, padrão 100 %	
P2269 = ...	<b>Gain applied to PID feedback</b> 0 ... 500 %, padrão 100 %	
P2270 = ...	<b>PID feedback function selector</b> 0: Desativado (padrão) 1: Raiz quadrada 2: Quadrado 3: Cubo	
P2274 = ...	<b>PID derivative time</b> 0 ... 60 s, padrão 0 s	

## 7.3.2 Potenciômetro motorizado PID

### Dados

Faixa dos parâmetros:	P2231 ... r2250
Advertências:	- Falhas: -
Número do gráfico da função:	FP3400

### Descrição

O controlador PID conta com um potenciômetro motorizado PID (PID-MOP) que pode ser ajustado separadamente. Sua funcionalidade é idêntica com o potenciômetro motorizado, por meio do qual os parâmetros PID são configurados na faixa de P2231 ... r2250.

Tabela 7-10 Correspondência entre os parâmetros

Potenciômetro motorizado PID		Potenciômetro motorizado	
P2231	PID-MOP mode	P1031	MOP mode
P2232	Inhibit rev. direct. of PID-MOP	P1032	Inhibit reverse direction of MOP
P2235	Enable PID-MOP (UP-cmd)	P1035	Enable MOP (UP-command)
P2236	Enable PID-MOP (DOWN-cmd)	P1036	Enable MOP (DOWN-command)
P2240	Setpoint of PID-MOP	P1040	Setpoint of the MOP
P2241	PID-MOP select set point automatically/manually	P1041	MOP select set point automatically/manually
P2242	PID-MOP auto setpoint	P1042	MOP auto setpoint
P2243	BI: PID-MOP accept ramp generator setpoint	P1043	MOP accept ramp generator setpoint
P2244	PID-MOP ramp generator setpoint	P1044	MOP ramp generator setpoint
P2247	PID-MOP ramp up time (acceleration time) of the rfg	P1047	MOP ramp up time (acceleration time) of the rfg
P2248	PID-MOP ramp down time (acceleration time) of the rfg	P1048	MOP ramp down time (acceleration time) of the rfg
r2245	PID-MOP input frequency of the ramp generator	r1045	MOP input frequency of the ramp generator
r2250	Output setpoint of PID-MOP	r1050	Act. Output freq. of the MOP

### Observação

Diferenças entre MOP e PID-MOP:

O ponto de ajuste MOP é dado como um valor de frequência (padrão 5 Hz), e o ponto de ajuste PID-MOP como percentual dos parâmetros de referência P2000 ... P2004 (padrão 10 %).

A fonte do comando MOP pode ser alterada via P0700. O PID-MOP só pode ser alterado via sinais BICO.

## Exemplos

Tabela 7-11 Fontes de ponto de ajuste PID-MOP

Função	Fonte		
	Porta escolhida, ex: BOP	PROFIBUS	Entradas digitais
P2235 ativa PID-MOP para cima	= 19.13	= r2090.13	= 722.4 (DI4)
P2236 ativa PID-MOP para baixo	= 19.14	= r2090.14	= 722.5 (DI5)

## Veja também

Potenciômetro motorizado (MOP) (página 36)

### 7.3.3 Ponto de ajuste por meio de frequências fixas PID

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P2201 ... r2225
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	FP3300, FP3310

#### Descrição

A funcionalidade das frequências fixas PID é idêntica à da função “ponto de ajuste via frequências fixas”.

Não é possível usar as frequências fixas e as frequências fixas PID ao mesmo tempo.

Tabela 7-12 Correspondência entre os parâmetros

Frequências fixas PID		Frequências fixas	
P2201 - P2215	Fixed PID setpoint 1 - 15	P1001 - P1015	Fixed frequency 1 - 15
P2216	Fixed PID setpoint mode	P1016	Fixed frequency mode
P2220	Fixed PID setp. select Bit 0	P1020	Fixed freq. Selection Bit 0
P2221	Fixed PID setp. select Bit 1	P1021	Fixed freq. Selection Bit 1
P2222	Fixed PID setp. select Bit 2	P1022	Fixed freq. Selection Bit 2
P2223	Fixed PID setp. select Bit 3	P1023	Fixed freq. Selection Bit 3
r2224	Act. fixed PID setpoint	r1024	Actual fixed frequency
r2225	PID Fixed frequency status	r1025	Fixed frequency status

## Valores de entrada

Tabela 7-13 Parâmetros de funções principais

Parâmetro	Descrição	Configuração
P2201 - P2215 = ...	<b>Fixed PID setpoint 1 - 15</b> -200 ... 200 Hz: Define pontos de ajuste PID fixos 1 – 15 (0% = padrão)	
P2216 = ...	<b>Fixed PID setpoint mode</b> 1 seleção direta (padrão), 2 seleção binária	
P2220 = ...	<b>Fixed PID setp. select Bit 0</b> possíveis fontes: 722.x (entradas digitais) / 2033.00 (porta escolhida) / r2091.00 (interface serial) (722.3 = padrão)	
P2221 = ...	<b>Fixed PID setp. select Bit 1</b> possíveis fontes: 722.x (entradas digitais) / 2033.01 (porta escolhida) / r2091.01 (interface serial) (722.4 = padrão)	
P2222 = ...	<b>Fixed PID setp. select Bit 2</b> possíveis fontes: 722.x (entradas digitais) / 2033.02 (porta escolhida) / r2091.02 (interface serial) (722.5 = padrão)	
P2223 = ...	<b>Fixed PID setp. select Bit 3</b> possíveis fontes: 722.x (entradas digitais) / 2033.03 (porta escolhida) / r2091.03 (interface serial) (722.6 = padrão)	

## Valor de saída

Parâmetro	Descrição	Configuração
r2224	<b>Act. fixed PID setpoint</b> P1016 = 0: Soma das frequências fixas selecionadas P1016 = 1: Frequência fixa com valor de código binário	
r2225	<b>PID Fixed frequency status</b> 0 = nenhuma frequência fixa selecionada 1 = pelo menos uma frequência fixa selecionada	

## Exemplo de seleção direta

Tabela 7-14 Seleção direta (P2216 = 1) usando entradas digitais

Número FF	Frequência	P2223	P2222	P2221	P2220
PID-FF0	0 Hz	0	0	0	0
PID-FF1	P2201	0	0	0	1
PID-FF2	P2202	0	0	1	0
PID-FF3	P2203	0	1	0	0
PID-FF4	P2204	1	0	0	0
PID-(FF1+FF2)		0	0	1	1
PID-(FF1+FF2+FF3)		0	1	1	1
PID-(FF1+FF2+FF3+FF4)		1	1	1	1

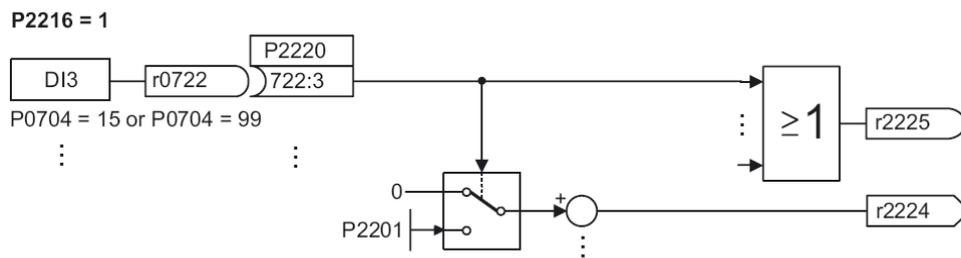


Figura 7-13 Seleção direta de ponto de ajuste PID fixo usando DI3

**Exemplo de seleção binária**

Tabela 7-15 Seleção binária (P2216 = 2) usando entradas digitais

Número FF	Frequência	P2223	P2222	P2221	P2220
PID-FF0	0 Hz	0	0	0	0
PID-FF1	P2201	0	0	0	1
PID-FF2	P2202	0	0	1	0
...	...	...	...	...	...
PID-FF14	P2214	1	1	1	0
PID-FF15	P2215	1	1	1	1

## 7.4 Entradas digitais (DI)

### Dados

Quantidade:	6 ... 9 + 2 (depende da variante CU)
Faixa dos parâmetros:	P0701 ... P0712, P0713 r0720 ... P0724
Número do gráfico da função:	FP2000, FP2200
Recursos:	
• tempo de ciclo:	2 ms
• limite de ativação:	≥ 15 V
• limite de desativação:	≤ 5 V
• características elétricas:	G120: isolado eletricamente, a prova de curtos-circuitos

### Descrição

Os sinais externos de controle são necessários para que um inversor seja capaz de operar de forma autônoma. Estes sinais podem ser enviados usando uma interface serial ou entradas digitais (veja a figura a seguir). Dependendo da variante CU, o SINAMICS G120 conta com até 9 entradas digitais que podem ser expandidas usando as 2 entradas analógicas. As entradas digitais podem ser programadas livremente para criar uma função. Com relação ao programa, é possível designar diretamente a função usando os parâmetros P0701 ... P0713, ou programar a função livremente usando tecnologia BICO.

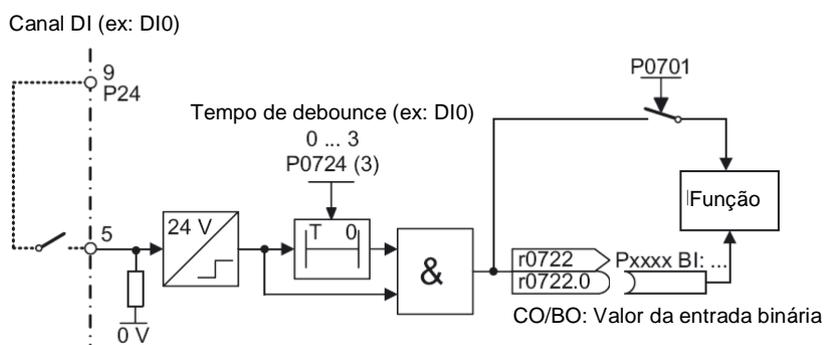


Figura 7-14 Entradas digitais

O número de entradas digitais disponíveis é exibido no parâmetro r0720. A lógica afirma que é possível realizar o debounce das entradas digitais usando P0724e a leitura usando o parâmetro r0722 (parâmetro de monitoramento BICO). Além disso, este parâmetro é usado para parametrização BICO das entradas digitais (consulte a parametrização BICO na seção a seguir).

### Entradas digitais e entradas analógicas usadas como entradas digitais

As seguintes entradas digitais estão disponíveis:

- CU240S e CU240S DP: DP P0701 ... P0709, P0712, P0713 entradas analógicas usadas como entradas digitais
- CU240S DP-F: DP P0701 ... P0706, P0712, P0713 entradas analógicas usadas como entradas digitais

Para usar P0712 ou P0713 como entrada digital, configure o valor do parâmetro = 0.  
Para usá-la como entrada digital, configure o parâmetro conforme os comandos relacionados na tabela a seguir:

Tabela 7-16 Configurações possíveis das entradas digitais e das entradas analógicas usadas como entradas digitais

Valor do parâmetro	Significado
0	Entrada digital desativada
1	ON/OFF1
2	ON_REV/OFF1
3	OFF2 – descendente até a parada
4	OFF3 – descida rápida
9	Reconhecimento de falha
10	JOG para a direita
11	JOG para a esquerda
12	Inverso
13	MOP para cima (aumentar frequência)
14	MOP para baixo (diminuir frequência)
15	Bit de seleção de frequência fixa 0
16	Bit de seleção de frequência fixa 1
17	Bit de seleção de frequência fixa 2
18	Bit de seleção de frequência fixa 3
25	Ativar frenagem DC
27	Ativar PID
29	Desarme externo
33	Desativar ponto de ajuste de frequência adicional
99	Ativar parametrização BICO

### Exemplo

Um comando ON/OFF1 deve ser realizado usando a entrada digital DI0.

- P0700 = 2 Controle ativado usando a régua de terminais (entradas digitais)
- P0701 = 1 ON/OFF1 usando entrada digital 0 (DI0).

### Observação

Se a entrada analógica tiver sido configurada como uma entrada digital, os seguintes valores de limite são aplicáveis:

- Tensão > 4 V = 1 lógico
- Tensão < 1,6 V = 0 lógico

## Parametrização BICO

Se a configuração 99 (BICO) for inserida nos parâmetros P0701 ... P07013, então a função BICO é ativada para a entrada digital adequada. O número do parâmetro de saída da função (parâmetro incluído no texto de parâmetro BO) deve ser inserido na fonte de comando (parâmetro que contém o código BI no texto do parâmetro).

## Exemplo

Um relé deve ser controlado diretamente usando DI0.

- P0700 = 2                      Controle ativado usando entradas digitais
- P0701 = 99                    Ativar parametrização BICO em DI0
- P0731[0] = 722.0          Relé 1 controlado diretamente.

Isso pode ser útil quando as funções normais do relé e as entradas digitais não forem necessárias, e o usuário pode usá-las para suas próprias finalidades.

---

### Observação

Somente usuários experientes devem usar parametrização BICO para aplicações nas quais as possibilidades fornecidas por P0701 ... P07013 não forem mais adequadas.

Se P0701 ... P07013 forem configurados como 99, a fonte de comando só pode ser alterada usando P0700. Por exemplo, alterar P0701 de 99 para 1 não muda a fonte de comando ou as configurações BICO existentes.

---

## 7.5 Saídas digitais (DO)

### Dados

Quantidade:	3
Faixa dos parâmetros:	r0730 ... P0748
Número do gráfico da função:	FP2100
Recursos:	
• tempo de ciclo: 10 ms	

### Descrição

Há três relés de saída disponíveis que podem ser programados para indicar os diferentes estados do inversor, tais como falhas, advertências, condições de limite de corrente, etc.

Algumas das configurações mais populares são pré-selecionadas (veja a tabela a seguir), mas outras podem ser alocadas usando o recurso de conexão interna BICO.

#### Relé:

tempo máximo de fechamento/abertura:	5/10 ms
tensão/corrente	30 V CC/0,5 A máximo

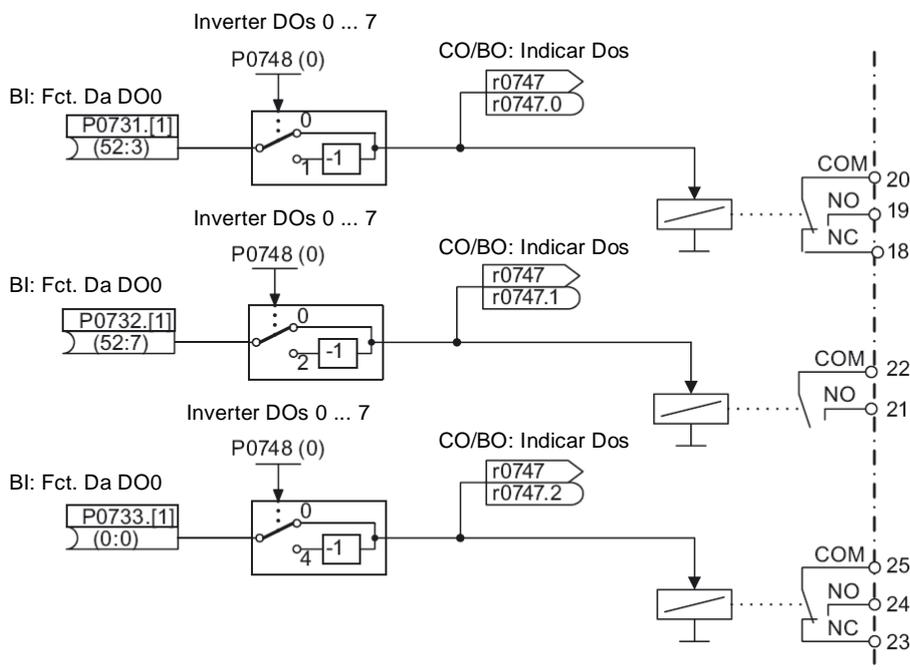


Figura 7-15 Saídas digitais

Os estados que devem ser informados são definidos usando os parâmetros “BI” P0731 (saída digital 0), P0732 (saída digital 1) e P0733 (saída digital 2). Para a definição, o número do parâmetro “BO” ou “CO/BO” e o número do bit do estado em particular devem ser inserido em P0731 ... P0733. Os estados usados frequentemente, incluindo o número do parâmetro e bit, são mostrados na tabela seguir.

Tabela 7-17 Parâmetros P0731 a P0733 (funções/estados frequentemente usados)

Valor do parâmetro	Significado
52.0	Acionamento pronto
52.1	Acionamento pronto para funcionar
52.2	Acionamento funcionando
52.3	Falha do acionamento ativa
52.4	OFF2 ativo
52.5	OFF3 ativo
52.6	Inibição ON ativa
52.7	Advertência do acionamento ativa
52.8	Desvio, ponto de ajuste/valor real
52.9	Controle PZD
52.10	$f_{act} \geq P1082 (f_{max})$
52.11	Advertência: limite de corrente do motor
52.12	Freio ativo
52.13	Sobrecarga do motor
52.14	Motor operando para a direita
52.15	Sobrecarga do inversor
53.0	Freio DC ativo
53.1	$f_{act} < P2167 (f_{off})$
53.2	$f_{act} > P1080 (f_{min})$
53.3	Corrente real r0027 $\geq P2170$
53.6	$f_{act} \geq$ ponto de ajuste ( $f_{set}$ )

### Observação

No OP, os números dos bits são exibidos no formato hex (0..9, A..F).

Para uma lista completa de todos os parâmetros das condições binárias, consulte os parâmetros “CO/BO” no manual de parâmetros.

## 7.6 Entradas analógicas (conversor A/D)

### Dados

Quantidade:	2
Faixa dos parâmetros:	P0750 ... P0762
Número do gráfico da função:	FP2200
Recursos:	
• tempo de ciclo:	4 ms
• resolução:	10 bits
• precisão:	1 % em relação a 10 V / 20 mA
• características elétricas:	proteção de polaridade incorreta, a prova de curtos-circuitos

### Descrição

Pontos de ajuste analógicos, valores reais e sinais de controle são lidos no inversor usando as entradas analógicas adequadas e convertidos em sinais ou valores digitais usando o conversor A/D.

A configuração de uma entrada analógica como entrada de tensão (10 V) ou entrada de corrente (20 mA) deve ser selecionada por meio do parâmetro P0756 e dos interruptores DIP na carcaça da unidade de controle. Para operação sem falhas, os interruptores DIP e o P0756 devem ser configurados. Para mais detalhes, consulte as instruções de operação do seu inversor.

### Observação

A entrada de tensão bipolar só é possível com a entrada analógica o (AI0).

Dependendo do tipo ou fonte da AI, a conexão adequada deve ser realizada. Como exemplo, usando a fonte interna de tensão de 10 V, a conexão é mostrada na figura a seguir.

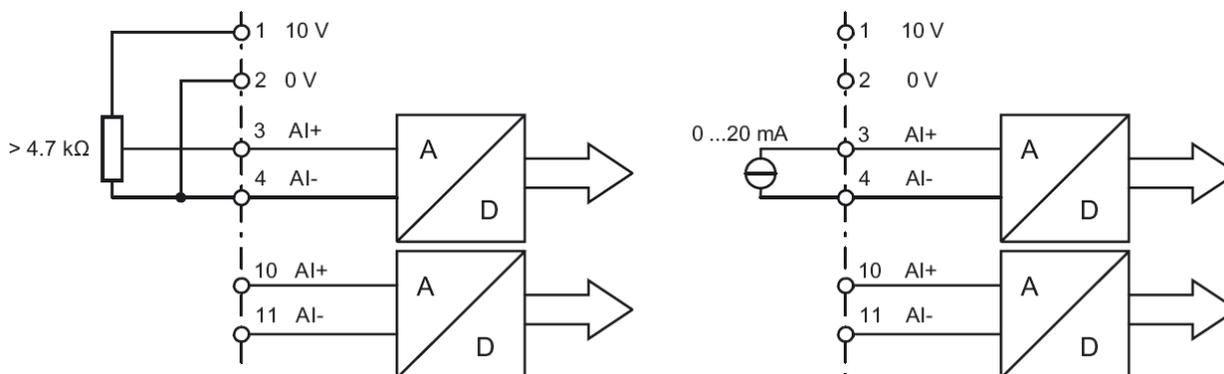


Figura 7-16 Exemplo de conexão para entrada de tensão e corrente AI

O canal AI conta com várias unidades funcionais (filtro, escala e zona morta – veja a figura a seguir).

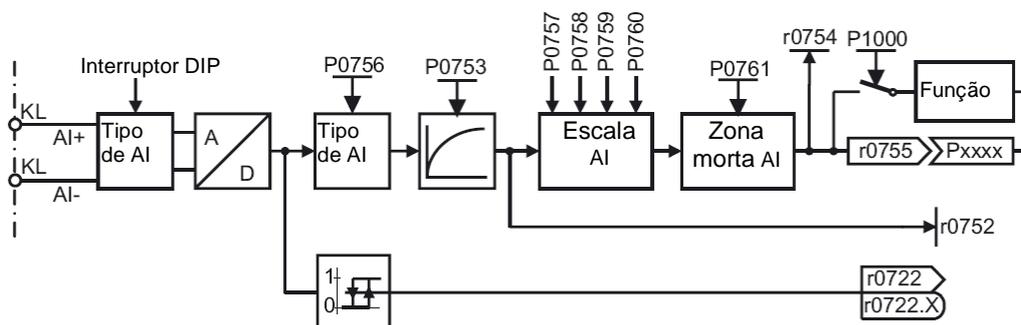


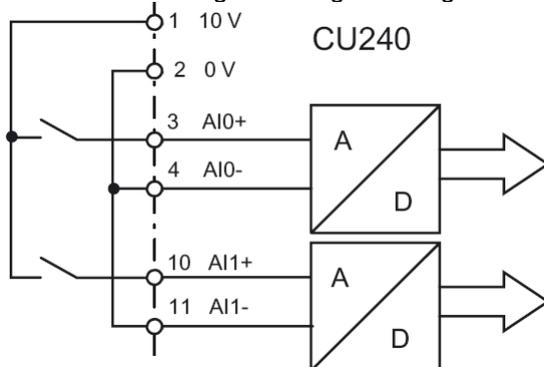
Figura 7-17 Canal AI

**Observação**

Quando a constante de tempo do filtro P0753 (AI-PT1) for aumentada, o sinal da entrada AI é suavizado e a ondulação (ripple) é reduzida. Quando esta função é usada dentro de um circuito de controle, esta suavização tem impacto negativo no comportamento de controle e na imunidade a ruído (o desempenho dinâmico é deteriorado).

**Observação**

As entradas analógicas podem ser usadas como entradas digitais com os seguintes limites de comutação: alto > 4 V, baixo < 1,6 V. Configure P0712 e P0713 > 0 para designar funções de entrada digital para as entradas analógicas. A figura a seguir mostra um exemplo de conexão:



## 7.7 Saídas analógicas (conversor D/A)

### Dados

Quantidade:	2
Faixa dos parâmetros:	r0770 ... P0785
Número do gráfico da função:	FP2300
Recursos:	
• tempo de ciclo:	4 ms
• resolução:	12 bit
• precisão:	1 % em relação a 20 mA

### Descrição

Existem duas saídas analógicas que podem ser programadas para indicar diversas variáveis. Algumas das configurações mais populares são pré-selecionadas (veja a tabela a seguir), mas outras (saídas BICO) podem ser alocadas usando o recurso de conexão interna BICO.

Tabela 7-18 Saídas analógicas pré-configuradas

Parâmetro	Descrição
r0020	CO: Frequency setpoint before RFG
r0021	CO: Actual filtered frequency
r0024	CO: Actual filtered output frequency
r0025	CO: Actual filtered output voltage
r0026	CO: Actual filtered DC-link voltage
r0027	CO: Actual filtered output current
...	...
r0052	CO/BO: Actual status word 1
r0053	CO/BO: Actual status word 2
r0054	CO/BO: Actual control word 1
...	...

Para adaptar o sinal, o canal do conversor D/A conta com várias unidades funcionais (filtro, escala, zona morta) que podem ser usadas para modificar o sinal digital antes da conversão (veja a figura a seguir).

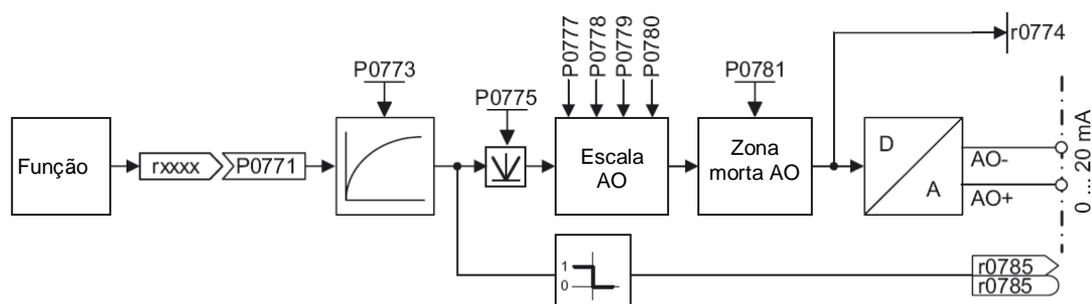


Figura 7-18 Canal do conversor D/A

**Observação**

A saída analógica 0 (AO0) pode ser alternada de saída de corrente (P0776 = 0) para saída de tensão (P0776 = 1).

A saída analógica 1 (AO1) só fornece saída de corrente (0 ... 20 mA). O sinal de tensão 0 ... 10 V pode ser gerado conectando-se um resistor de 500 Ω em todas as saídas. A queda de tensão pelo resistor pode ser lida usando o parâmetro r0774 se o parâmetro P0776 for alternado de saída de corrente (P0776 = 0) para saída de tensão (P0776 = 1). Os parâmetros de escala D/A P0778, P0780 e a zona morta do conversor D/A ainda devem ser inseridos em mA. (0 ... 20 mA).

Ao configurar o parâmetro P0775 = 1, é possível detectar valores negativos no lado da entrada do canal do conversor D/A. Se ativado, este parâmetro tomará o valor absoluto do valor a ser informado (a característica linear de Ao é espelhada no eixo y). Se o valor for originalmente negativo, o bit correspondente em r0785 é configurado.

## Funções à prova de falhas

### 8.1 Visão geral das funções à prova de falhas

#### Visão Geral

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
<p><b>Instalação e nível de proteção de inversores de frequência em sistemas à prova de falhas</b></p> <p>Todas as áreas de instalação para inversores de frequência com funções à prova de falhas, assim como componentes externos do respectivo sistema à prova de falhas, se instalados corretamente, devem cumprir com o nível de proteção mínimo IP54 [veja EN 60529 (IEC 60529)].</p> <p><b>Mudança de inversores de frequência com funções à prova de falhas</b></p> <p>Ao trocar de inversor de frequência, não é permitido substituir um inversor de frequência com função à prova de falhas por um inversor de frequência padrão. Se um inversor de frequência com função à prova de falhas for substituído por um inversor de frequência padrão, todas as funções à prova de falhas que foram implementadas serão desativadas, podendo levar a ferimentos pessoais e danos à máquina. A substituição de componentes à prova de falhas por componentes padrão deve ser considerada como uma aplicação totalmente nova, e comissionada novamente como tal.</p> <p><b>Dimensionamento do motor</b></p> <p>Se a aplicação tiver cargas regenerativas, o motor deve ser redimensionado de forma que o deslocamento em funcionamento super-síncrono seja sempre inferior ao deslocamento nominal.</p> <p><b>Dimensionamento do freio do motor</b></p> <p>O freio do motor deve ser dimensionado para que, em caso de falha, o acionamento inteiro possa ser freado completamente a partir de qualquer velocidade operacional possível. Se não houver freio presente, o fabricante da máquina deve adotar medidas de proteção adequadas contra movimento depois que a potência do motor tiver sido cortada (ex: para proteger contra cargas de flexão).</p> <p><b>Carga regenerativa com SLS</b></p> <p>Com as funções à prova de falhas “safely limited speed” (SLS – velocidade limitada com segurança) e “safe stop 1” (SS1 – parada com segurança 1), não é permitida a operação com cargas regenerativas.</p>

#### Observação

Para verificar os parâmetros das funções à prova de falhas, é necessário realizar um teste de aceitação sempre após comissionamento, rearme ou quando ao mudar o backup de um conjunto de dados dos parâmetros das funções à prova de falhas. Este teste de aceitação deve ser registrado e documentado adequadamente. Para mais detalhes, consulte a seção “teste e registro de aceitação” nas instruções operacionais.

Inversores de frequência com funções à prova de falhas contam com funções à prova de falhas integradas a seu sistema. São elas:

- Safe Torque Off (STO – desligamento seguro de torque)
- Safe Stop 1 (SS1 – parada segura 1)
- Safely limited Speed (SLS – velocidade limitada com segurança)
- Safe Brake Control (SBC – controle seguro de freios) (somente CU240S DP-F)

As funções à prova de falhas só estão disponíveis nos seguintes componentes:

- SINAMICS G120 com
  - CU240S DP-F
  - CU240S PN-F
- SINAMICS G120D com CU240D DP-F
- ET 200S FC com ICU24F
- ET 200pro FC com interruptor F

Inversores padrão não possuem características à prova de falhas.

Os parâmetros das funções à prova de falhas são mantidos em dois processadores separados dentro do inversor de frequência. Cada processador tem uma cópia exclusiva da função à prova de falhas parametrizada.

Estas cópias exclusivas dos parâmetros à prova de falhas consistem de parâmetros duplos. Parâmetros duplos têm um número exclusivo próprio, mas funcionalidade idêntica.

Cada processador controla um mecanismo de controle separado e isolado que é monitorado continuamente pelo sistema para garantir o funcionamento correto. Caso ocorra uma discrepância, o STO passivado é ativado.

---

#### **Observação**

PROFIsafe via PROFInet

Para usar as funções à prova de falhas com um CU240S PN-F ou um CU240D PN-F, veja também;

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/25412441>

---

#### **Veja também**

Ferramenta do Excel (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/21627074>)

## 8.1.1 Aplicações permissíveis para as funções à prova de falhas

### Restrições ao usar funções à prova de falhas

As funções à prova de falhas "Safe torque off" (STO – torque de segurança desativado) e "Safe brake control" (SBC – controle seguro de frenagem) podem ser usadas sem restrições em todas as aplicações.

As funções à prova de falhas "Safe stop 1" (SS1 – parada segura 1) e "Safely limited speed" (SLS – velocidade limitada com segurança) são permissíveis para todas as aplicações nas quais pode haver aceleração da carga depois que o inversor de frequência tiver sido desligado.

### Funções à prova de falhas do inversor com acionamento autônomo

Com as funções à prova de falhas integradas com acionamento autônomo, o inversor também é ideal para uso em aplicações com exigências de segurança mais severas correspondendo A SIL2 conforme a IEC 61508 e Cat. 3 conforme a EN 954-1.

- Velocidade limitada com segurança:  
O inversor de frequência verifica se o valor configurado para o limite da frequência é excedido sem componentes externos adicionais.
- Parada segura 1:  
O inversor de frequência reduz a frequência de saída usando uma rampa de frenagem até parar, e monitora continuamente este processo de frenagem sem componentes externos adicionais.
- Torque seguro desligado:  
O inversor de frequência comuta o motor para um estado sem torque.

### Pré-requisitos ao usar funções à prova de falhas

Para cada máquina, uma avaliação de risco deve ser realizada (ex: conforme a EN ISO 1050, "Segurança de maquinário – princípios de avaliação de riscos"). A avaliação de risco fornece as exigências funcionais de controles relacionados à segurança e classificação exigidas, por exemplo, conforme o SIL (nível de integridade de segurança).

Para usar as funções à prova de falhas do inversor, o circuito fechado de controle deve funcionar perfeitamente. O acionamento (acionamento = inversor + motor + freio + máquina acionada) deve ser configurado de forma que todas as operações da máquina acionada sejam controladas adequadamente e o inversor permaneça abaixo de seus valores de limite (para corrente, temperatura, tensão, etc.). A potência e os parâmetros de configuração do inversor devem ser adequados tanto ao motor conectado quanto à aplicação.

Quando o sistema tiver sido comissionado com sucesso, é necessário verificar as condições típicas de funcionamento e as relacionadas aos valores de limites, na forma de um teste de aceitação.

### Tipos de circuitos fechados de controle

Assumindo que os pré-requisitos anteriores foram atendidos, todas as funções à prova de falhas ("Safe torque off", "Safe stop 1" e "Safely limited speed") são permitidas e certificadas para controle V/f e controle de vetor.

## Aplicações com avaliação de segurança do retorno do inversor

Em aplicações nas quais funções de segurança das máquinas só podem ser realizadas se a frequência de saída estiver abaixo de um certo valor de limite, é essencial avaliar de forma precisa o retorno do inversor. Um exemplo deste tipo de aplicação seria a instalação de uma porta de proteção parafusada em acionamentos que ainda estão girando.

O inversor de frequência não tem nenhum sinal de saída de segurança. Entretanto, num PLC seguro, por exemplo, o retorno do inversor ainda pode ser avaliado com referência aos seguintes sinais do inversor:

- Avaliação do estado operacional do inversor conforme exigido pela função SS1. Quando solicitada, a função SS1 exige que o inversor retorne uma função STO no final do tempo de subida para SS1. Se isso não ocorrer, deve ser assumido que o acionamento não parou.
- Avaliação do estado operacional do inversor conforme exigido pela função SLS modo 1. Quando solicitada, a função SLS modo 1 exige que o inversor relate que a velocidade reduzida foi atingida no final do tempo de subida SS1. Se isso não ocorrer, deve ser assumido que o acionamento não atingiu a velocidade reduzida.
- Avaliação das mensagens de falha do inversor  
Adicionalmente, as falhas do inversor com função a prova de falhas e as falhas do inversor padrão (r0052, bit03/r9772, bit08) devem sempre ser avaliadas. Nenhuma falha deve ocorrer durante uma função segura, mas se uma falha for sinalizada, deve-se assumir que a função à prova de falhas está defeituosa.

## Tolerâncias e tempos de reação

A monitoração de frequências é realizada com tolerância de 15%, pois as funções à prova de falhas SS1 e SLS são executadas sem um codificador.

A frequência mínima para processamento confiável é 1 Hz.

O tempo de reação interno típico do dispositivo para a ativação das funções à prova de falhas pode ser considerado da seguinte maneira:

SINAMICS G120, CU240S DP-F:

- Tempo de reação típico para um sinal digital: 20 ms + P9650 (tempo de debounce) + P9651 (tempo de filtro)
- Tempo de reação típico depois de receber um telegrama PROFIsafe: 20 ms

SIMATIC ET 200pro FC

- Tempo de reação típico para um sinal de desligamento: 20 ms

SIMATIC ET 200S FC

- Tempo de reação típico para um sinal de grupo de desligamento: 20 ms

Para o tempo de reação total dentro do sistema ou máquina, além dos fatores anteriores, o seguinte deve ser levado em conta:

- Tempo que leva para detectar um sinal (dependendo do sensor usado)
- Tempo que leva para processar o sinal (dependendo do CPU usado, caso necessário, e o escopo de seu programa)
- Caso necessário, o tempo que leva para transferir o sinal via PROFIsafe (dependendo do sistema de barramento usado, número e tipo de nós e taxa de transmissão do barramento)

Uma ferramenta Excel pode ser usada para auxiliar na estimativa deste tempo de reação.

Os tempos de reação à falha da monitoração interna das funções SS1 e SLS dependem da frequência de saída aplicável atual do inversor. Para detalhes, consulte o manual de operação.

Estes tempos mínimos de tolerância e reação devem ser levados em conta ao configurar o sistema, por exemplo, no layout das distâncias de segurança dos componentes.

### Conexão do freio mecânico

Recomenda-se conectar um freio mecânico em caso de aplicações com funções SS1 e SLS modos 0 e 1, nas quais estados perigosos podem ocorrer como resultado de eventos externos como falta de energia. Em caso de falha, o inversor controla seu freio diretamente, reduzindo assim o risco de estados indefinidos da máquina.

## 8.1.2 Exemplos de aplicação para funções à prova de falhas

### Aplicações permitidas

Característica de velocidade permitida após a parada do inversor

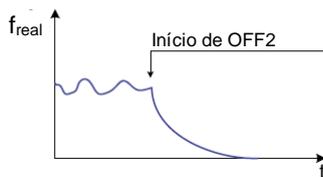


Figura 8-1 Aplicação de todas as funções de segurança permitidas

### Aplicações proibidas

Este item é particularmente pertinente para aplicações com cargas estabilizadoras. Com cargas estabilizadoras, o torque de fricção dos componentes mecânicos (motor, caixa de engrenagens, etc.) não é suficiente para evitar que o sistema mecânico acelere quando o acionamento é desligado (veja as figuras a seguir).

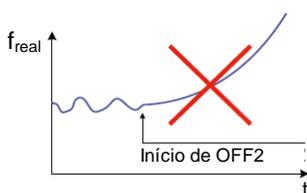


Figura 8-2 Carga estabilizadora – nem todas as funções de segurança são permitidas

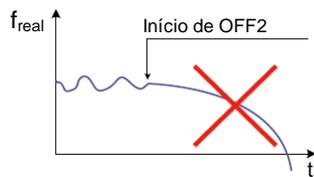


Figura 8-3 Carga estabilizadora – nem todas as funções de segurança são permitidas

### Exemplos de cargas estabilizadoras

São elas:

- dispositivos de içamento (devido à gravitação) e
- enroladores (devido ao segundo acionamento).



#### ADVERTÊNCIA

As funções à prova de falhas SS1 e SLS não devem ser usadas:

- com cargas estabilizadoras
- em conjunto com controle de torque.

As falhas das funções de segurança do inversor F0396 ... F0399 podem ser mascaradas se houver falha das funções padrão do inversor. Neste caso, deve ser realizado um teste de aceitação com carga total.

A operação regenerativa dos motores (que pode ocorrer, por exemplo, em caso de frenagem com a função SS1) é permitida se não houver carga estabilizadora.

Não há restrições para as funções STO e SBC. Naturalmente, para objetivos de avaliação de risco e projeto da máquina, é importante lembrar que uma carga estabilizadora só pode ser parada por meio de um freio adequado quando o motor foi comutado para um estado sem torque.

### 8.1.3 Dependência dos comandos à prova de falhas e OFF

#### Visão Geral

Uma função de segurança pode ser interceptada pelo comando OFF ou por outro comando à prova de falhas. A tabela a seguir fornece uma visão geral da priorização dos comandos.

		Primeiro comando à prova de falhas ou OFF ativo										
		STO passivado	STO	SS1	SLS modo 0	SLS modo 0, rampa (5,1/5,2)	SLS modo 1	SLS modo 2	SLS modo 3	OFF1	OFF2	OFF3
Interrompível pelos seguintes comandos à prova de falhas ou OFF	STO passivado		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	STO	-		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	SS1	-	-		X	X	X	X	X	X	X	X
	SLS modo 0	-	-	-						M	M	M
	SLS modo 1	-	-	-						M	M	M
	SLS modo 2	-	-	-						M	M	M
	SLS modo 3	-	-	-						M	M	M
	OFF1	-	-	-	M	pSTO	M	M	M		-	-
	OFF2	-	-	M	M	pSTO	M	M	M	X		X
	OFF3	-	-	-	M	pSTO	M	M	M	X	-	

Figura 8-4 Comandos à prova de falhas, interrompidos por um comando OFF ou outro comando à prova de falhas

Explicação da tabela:

**M** / **M** significa que a monitoração de segurança ainda permanece ativa, mesmo se um comando OFF for emitido. Isso significa que, se a velocidade aumentar por qualquer um dos motivos anteriores, o SLS que estiver monitorando um STO passivado será ativado.

## 8.2 Monitoração das funções à prova de falhas

### Visão Geral

Há três procedimentos de monitoração:

- Solicitação com tempo controlado para dinamização forçada
- Dinamização forçada
- Dinamização de processo

O processo de dinamização é projetado para detectar falhas escondidas de software e hardware nos dois caminhos de desligamento. A dinamização forçada é um teste automático dos dois processadores dentro do inversor (processador padrão e processador à prova de falhas) e um teste de hardware. O teste de hardware inclui um teste para garantir que, se parametrizado, o controle seguro do freio está funcionando corretamente.

### Solicitação com tempo controlado para dinamização forçada

Em aplicações a prova de falhas, é necessário iniciar o desligamento com torque seguro com dinamização forçada em intervalos regulares. O intervalo deve ser configurado por meio do parâmetro P9659 pelo menos uma vez por ano.

Quando o tempo, configurado em P9659 (horas ou frações de horas), tiver terminado, uma advertência A1699 é emitida pelo sistema. Esta advertência só pode ser liberada realizando uma dinamização forçada. Se a dinamização forçada for realizada com sucesso, o timer é reiniciado com o valor de P9659 e o inversor fica pronto para funcionar. Se houver falha na dinamização forçada, o timer permanece em 0 e o inversor fica desativado.

O tempo restante até a próxima dinamização forçada se tornar necessária é exibido em r9660.

A cada dinamização forçada bem sucedida, o r9660 é reiniciado com o valor de P9659.

### Dinamização forçada

O processo de dinamização forçada atrasa o processo de inicialização, mas garante que todas as características à prova de falhas do inversor estão funcionando corretamente. O processo é acionado como padrão e pode ser alterado por meio de P9601.1 / P9801.1 (1 = ativado, 0 = desativado).

O processo de dinamização forçada é iniciado automaticamente nos seguintes eventos, independente das configurações de P9601 e P9801:

- Na ativação do inversor.
- Quando a função de torque seguro desligado (STO passivado) está desativada.
- Quando o comissionamento das funções à prova de falhas é mantido.

Caso o atraso seja inaceitável para a aplicação do usuário, ele pode ser exibido por meio de P9601/P9801 para os seguintes eventos:

- Quando o torque seguro desligado (STO) é mantido.
- Quando a parada segura 1 (SS1) é mantida depois que STO foi atingido.

 <b>CUIDADO</b>
Quando a dinamização forçada é realizada, os caminhos de parada do freio do motor também são testados. Isso resulta em um breve comando de abertura (2 ms a 28 ms) do freio do motor. A parte mecânica do freio EM normalmente requer mais de 30 ms para abrir. Isso significa que esta operação dinâmica geralmente tem influência no eixo do motor propriamente dito.

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
O cliente é responsável pelo uso dos reios EM com tempos de abertura maiores que 30 ms.

## Dinamização de processo

A dinamização do processo sempre é realizada em inicializações STO ou no final do SS1. O teste inclui os dois caminhos de parada e o circuito de comutação do freio EM, mas não realiza um teste automático do processador ou um teste completo do controle seguro do freio.

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
<b>Dinamização dos caminhos de parada</b> Por motivos de segurança, é necessário iniciar um procedimento de dinamização forçada em intervalos de 8.760 horas (um ano) para verificar o funcionamento. Portanto, 8.760 horas depois da última ativação da dinamização forçada o inversor configura um bit de condição que especifica essa exigência. O controle do processo deve iniciar uma dinamização forçada na próxima oportunidade, por exemplo, quando houver uma fase curta em que o acionamento ficar com velocidade zero. A configuração e liberação deste bit de condição e da dinamização deve ser registrada como dado do processo pelo controle de nível mais alto.

## 8.3 Valores de limite para SS1 e SLS

### Tempo máximo de reação à falha

O tempo máximo de reação à falha durante a rampa ativa de frenagem segura (usada em SS1 e SLS) é dado como um atraso do cruzamento do envelope parametrizado até um STO passivado ser acionado.

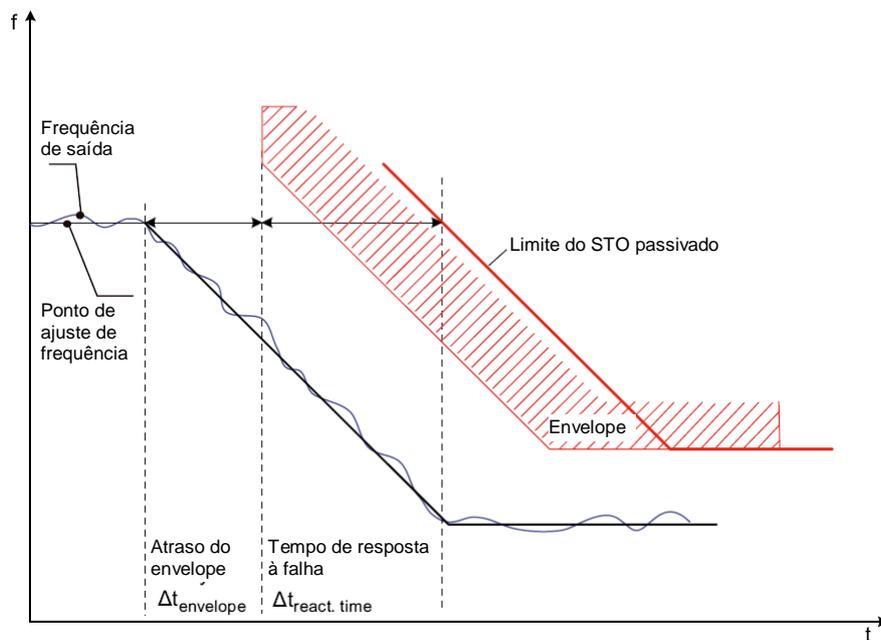


Figura 8-5 Tempo máximo de desligamento

## Descrição

Quando o envelope de limite de SLS e SS1 é parametrizado com P9680/P9880 e P9691/P9891, as seguintes tolerâncias mínimas devem ser consideradas para fornecer mais robustez ao acionamento:

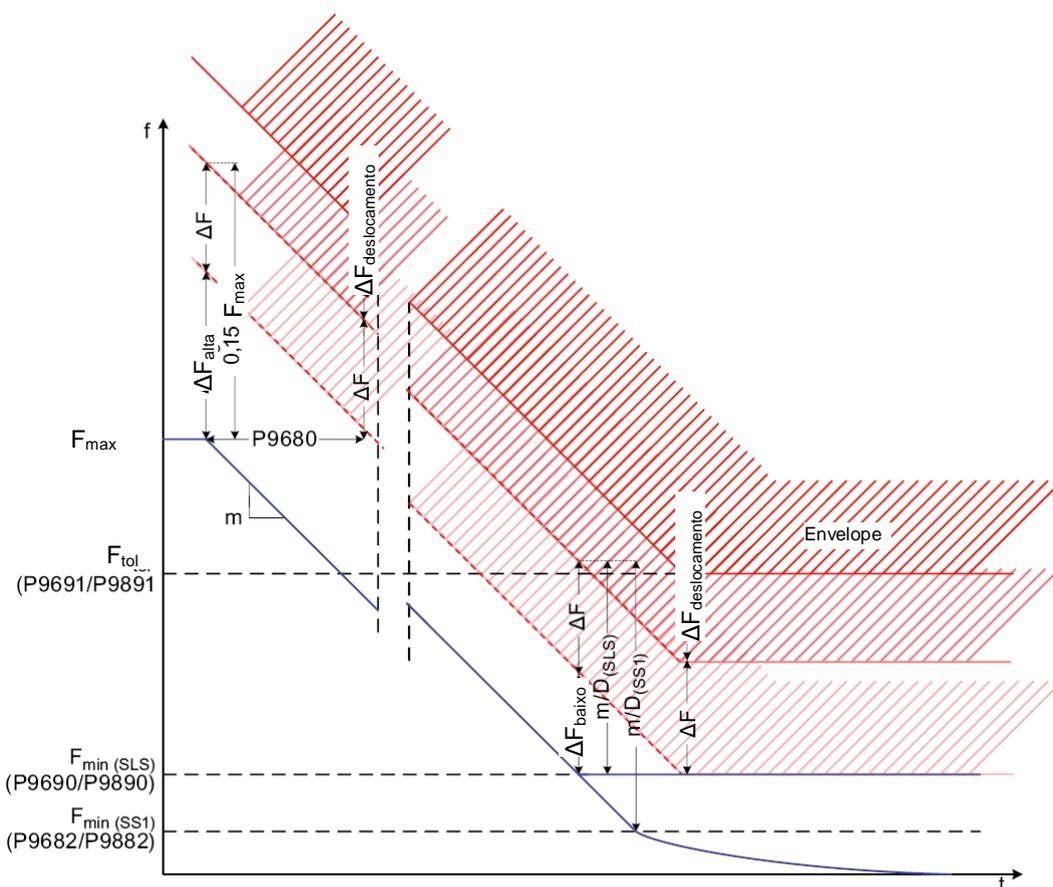


Figura 8-6 Limites de segurança para SLS e SS1

1. A tolerância mínima de monitoração de velocidade P9691 deve ser configurada para  $P9691 \geq 1.15 \cdot P9690 + \Delta F_{\text{deslocamento}}$  definindo assim a tolerância mínima de frequência como  $\Delta F = P9691 - P9690 - \Delta F_{\text{deslocamento}}$  onde  $\Delta F_{\text{deslocamento}}$  é dado como  $\Delta F_{\text{deslocamento}} = r0330 \cdot P0310/100\%$   
Isso evita desarmes esporádicos causados por imprecisões de medição e compensação adicional de deslocamento. Observe que, conforme a fórmula anterior, o P9691 deve ser configurado mesmo que o SLS não esteja parametrizado.
2. A tolerância de frequência resultante  $\Delta F_{\text{alto}}$  por causa da tolerância mínima de frequência em frequências altas é dada como  $\Delta F_{\text{alta}} \geq 0.15 \cdot F_{\text{máx}} - \Delta F$  onde  $F_{\text{máx}}$  define a frequência máxima de processo na inicialização de SLS ou SS1.
3. A tolerância de frequência resultante  $\Delta F_{\text{baixo}}$  por causa da tolerância mínima de frequência em frequências baixas é dada como

onde o gradiente  $m$  é definido como

$$m = \frac{200}{P9681}$$

O denominador  $D$  da fórmula anterior é calculado da seguinte maneira:

SLS parametrizado	$D = 2 \cdot P9690$
SS1 parametrizado	$D = 2 \cdot P9682$
SLS e SS1 parametrizados	$D = 2 \cdot \text{mín} [P9682, P9690]$

- O atraso válido  $\Delta F_{\text{atraso}}$  é dado como o máximo de  $\Delta F_{\text{atraso}} = \text{máx} [\Delta F_{\text{baixa}}, \Delta F_{\text{alta}}]$
- Finalmente, o atraso mínimo da rampa de frenagem pode ser calculado como

O invólucro de frequência segura é o resultado do atraso de tempo (P9680) na direção  $t$  e uma tolerância adicional de frequência  $\Delta F$  (causada por imprecisões de medição) e  $F_{\text{deslocamento}}$  (causado pela compensação de deslocamento) na direção  $F$ .

### Exemplo de cálculo dos valores de limite de SS1 e SLS

O exemplo a seguir ilustra como as fórmulas à prova de falhas são calculadas para o motor 1LA7060-4AB10-Z e para as configurações de fábrica do parâmetro à prova de falhas. Os dados técnicos e valores do motor para calcular os parâmetros à prova de falhas são dados nas tabelas a seguir:

Tabela 8-1 Dados técnicos

Parâmetro	Texto do parâmetro	Valor
P0300	Selecionar tipo de motor	1 (motor de indução)
P0304	Tensão nominal do motor	230/400 V $\Delta/Y$
P0305	Corrente nominal do motor	0,73/0,42 A
P0307	Potência nominal do motor	0,12 kW
P0308	CosPhi nominal do motor	0.75
P0310	Frequência nominal do motor	50 Hz
P0311	Velocidade nominal do motor	1350 1/minuto
r0313	Pares de pólos do motor	2

Tabela 8-2 Configurações de fábrica dos parâmetros à prova de falhas

Parâmetro	Texto do parâmetro	Valor
P9681	Rampa de frenagem SI;	10 s
P9682	Velocidade mínima SI para detecção de parada	5,0 Hz
P9690	Ponto de ajuste SI para SLS	10,0 Hz

- Faixa superior de tolerância para SLS P9691

A frequência de deslocamento é calculada da seguinte maneira:

$$F_{\text{deslocamento}} = r0330 \cdot P0310$$

onde o deslocamento nominal do motor r0330 é

$$- r0330 = (P0310 - P0311 \cdot r0313/60)/P0310 \cdot 100\% \rightarrow$$

$$- F_{\text{deslocamento}} = (50 \text{ [Hz]} - 1350 \text{ [rpm]} \cdot 2/60)/50 \text{ [Hz]} \cdot 100\% \cdot 50 \text{ [Hz]} \rightarrow$$
$$F_{\text{deslocamento}} = 5 \text{ [Hz]} \text{ ou } 10 \text{ [\%]} \text{ de } 50 \text{ [Hz]} \text{ (P2000 = } 50 \text{ [Hz])}$$

Portanto, a faixa superior de tolerância para SLS P9691 é:

$$P9691 \geq 1,15 \cdot P9690 + F_{\text{deslocamento}}$$

ou

$$P9691 \geq 1,15 \cdot 10 \text{ [Hz]} + 5 \text{ [Hz]}$$

$$P9691 \geq 16,5 \text{ [Hz]}$$

Neste ponto, o parâmetro P9691 deve ser selecionado, por exemplo,  $P9691 = 16,5 \text{ [Hz]}$  (ou  $17 \text{ [Hz]}$ ).

A tolerância mínima da frequência é calculada da seguinte maneira:

$$\Delta F = P9691 - P9690 - F_{\text{deslocamento}}$$

ou

$$\Delta F = 16,5 \text{ [Hz]} - 10 \text{ [Hz]} - 5 \text{ [Hz]} = 1,5 \text{ [Hz]}$$

- Tolerância de frequência resultante  $\Delta F_{\text{alta}}$

A fórmula a seguir é usada para determinar a tolerância superior de frequência  $\Delta F_{\text{alta}}$ :

$$\Delta F_{\text{alto}} \geq 0,15 \cdot F_{\text{máx}} - \Delta F$$

Se, por exemplo,  $F_{\text{máx}} = 50 \text{ [Hz]}$ , então:

$$\Delta F_{\text{alta}} \geq 0,15 \cdot 50 \text{ [Hz]} - 1,5 \text{ [Hz]}$$

$$\Delta F_{\text{alta}} \geq 6 \text{ [Hz]}$$

- Tolerância de frequência resultante  $\Delta F_{\text{baixa}}$

A fórmula a seguir é usada para determinar a tolerância inferior de frequência  $\Delta F_{\text{baixa}}$ :

$$\Delta F_{\text{baixa}} \geq m/D - \Delta F$$

A elevação  $m$  é calculada da seguinte maneira:

$$m = 200/P9681 = 200 \text{ [Hz]}/10 \text{ [s]} = 20 \text{ [Hz/s]}$$

O valor  $D$  é calculado da seguinte maneira para cada um dos itens abaixo:

$$\text{SLS parametrizado} \quad D = 2 \cdot P9690 = 2 \cdot 10 \text{ [Hz]} = 20 \text{ [Hz]}$$

$$\text{SS1 parametrizado} \quad D = 2 \cdot P9682 = 2 \cdot 5 \text{ [Hz]} = 10 \text{ [Hz]}$$

$$\text{SLS e SS1 parametrizados} \quad D = 2 \cdot \text{mín} [P9682, P9690]$$

$$D = 2 \cdot \text{mín} [5 \text{ [Hz]}, 10 \text{ [Hz]}] = 10 \text{ [Hz]}$$

Vamos considerar uma situação na qual as duas funções SLS e SS1 são parametrizadas. Nesse caso, a fórmula para a tolerância de frequência  $\Delta F_{\text{baixa}}$  resultante é a seguinte:

$$\Delta F_{\text{baixa}} \geq m/D - \Delta F$$

$$\Delta F_{\text{baixa}} \geq 20 \text{ [Hz/s]}/10 \text{ [Hz]} - 1,5 \text{ [Hz]}$$

$$\Delta F_{\text{baixa}} \geq 0,5 \text{ [Hz]}$$

- Atraso  $\Delta F_{\text{atraso}}$

Observe que  $\Delta F_{\text{baixa}}$  e  $\Delta F_{\text{alta}}$  são capazes de assumir tanto valores negativos como o valor 0. Portanto, é importante comparar  $\Delta F_{\text{atraso}}$  com 0 para determinar o valor máximo.

A fórmula é a seguinte:

$$\Delta F_{\text{atraso}} = \text{máx} [\Delta F_{\text{baixa}}, \Delta F_{\text{alta}}, 0] = \text{máx} [0,5 \text{ [Hz]}, 6 \text{ [Hz]}, 0] = 6 \text{ [Hz]}$$

- Atraso mínimo da rampa de frenagem

O atraso mínimo da rampa de frenagem é calculado da seguinte maneira:

$$P9680 \geq \Delta F_{\text{atraso}}/m$$

$$P9680 \geq 6 \text{ [Hz]}/20 \text{ [Hz/s]}$$

$$P9680 \geq 0,3 \text{ [s]}$$

O parâmetro P9680 deve ser configurado como 300 [ms].

Portanto, o resultado dos nossos cálculos é o seguinte:

Faixa superior de tolerância  $P9691 = 16,5 \text{ [Hz]}$

Atraso mínimo da rampa de frenagem  $P9680 = 300 \text{ [ms]}$

### Tempo de reação à falha

Um STO passivado sempre é ativado imediatamente depois que a frequência de um envelope de segurança parametrizado for excedida. Entretanto, observe que a frequência de saída pode desviar (normalmente é mais alta) do ponto de ajuste de frequência devido aos estados normais de operação (compensação de deslocamento, PID, etc.) ou a falhas internas do acionamento.

Portanto, conforme a frequência inicial do envelope é relacionada à frequência de saída, o envelope parametrizado pode ser deslocado conforme mostrado na figura a seguir.

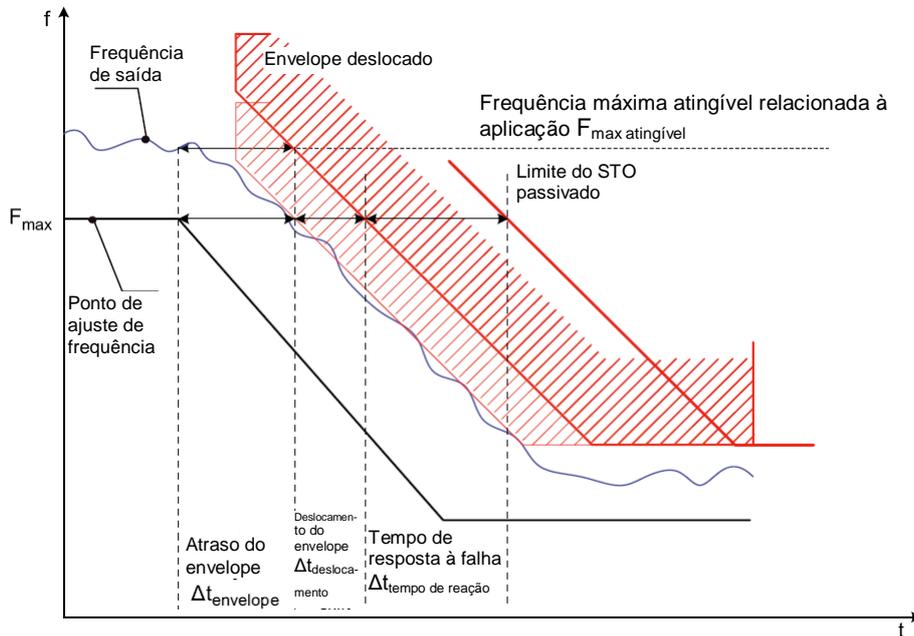


Figura 8-7 Tempo máximo de reação à falha

O deslocamento máximo do envelope corresponde ao tempo de reação à falha  $\Delta t_{\text{tempo de reação}}$  (limite máximo do STO passivado), que é dado como:

$$\Delta t_{\text{tempo de reação}} = \frac{F_{\text{alc máx}} - F_{\text{máx}}}{m}$$

## 8.4 Safe Torque Off

### Dados

Faixa dos parâmetros:	P0003, P0010 P9603/P9803, bit 04, bit 05 ou bit 07 (PROFIsafe) P9761, P9799/P9899, r9798/r9898, P3900
Advertências	A1691, A1692, A1696, A1699
Falhas	F1600, F1616

### Descrição

A função Safe Torque Off (STO – desligamento seguro de torque) é a função à prova de falhas mais simples, e seu objetivo é remover todo o torque do motor. Quando o motor está parado, o STO aciona uma trava que impede o inversor de reiniciar o motor. Se os pulsos de ativação do módulo de alimentação forem desligados, o motor efetivamente para. Se o freio mecânico estiver conectado, ele fecha imediatamente.

Se o controle seguro de freio estiver ativado, sua condição é indicada nas figuras a seguir por meio de r9772.14:

- r9772.14 = 0 -> freio aberto
- r9772.14 = 1 -> freio fechado

#### **Quando a função STO é iniciada, o inversor realiza as seguintes ações:**

1. Os pulsos de ativação do módulo de alimentação são desligados.
2. Se o freio mecânico estiver conectado, ele fecha imediatamente.
3. O LED de condição do STO começa a piscar.
4. O LED de condição ES é ligado, indicando que o final do estado foi atingido.

#### **Quando o sinal STO é removido, o inversor realiza as seguintes ações:**

---

#### **Observação**

A trava do pulso deve ser liberada com um sinal do polo positivo (OFF1/ON).

---

1. O processo deve ser sempre dinamizado.
2. O procedimento de dinamização forçada é executado (se parametrizado por P9601 e P9801).
3. O timer de dinamização forçada (P9660) é reiniciado com o valor de P9659 (se o procedimento de dinamização forçada tiver sido realizado com sucesso).
4. O controle seguro de freio abre o freio, se não tiver sido fechado pela função holding brake (P1215).
5. O LED de condição do STO é ligado e o ES é desligado.

Essas ações são mostradas na figura a seguir:

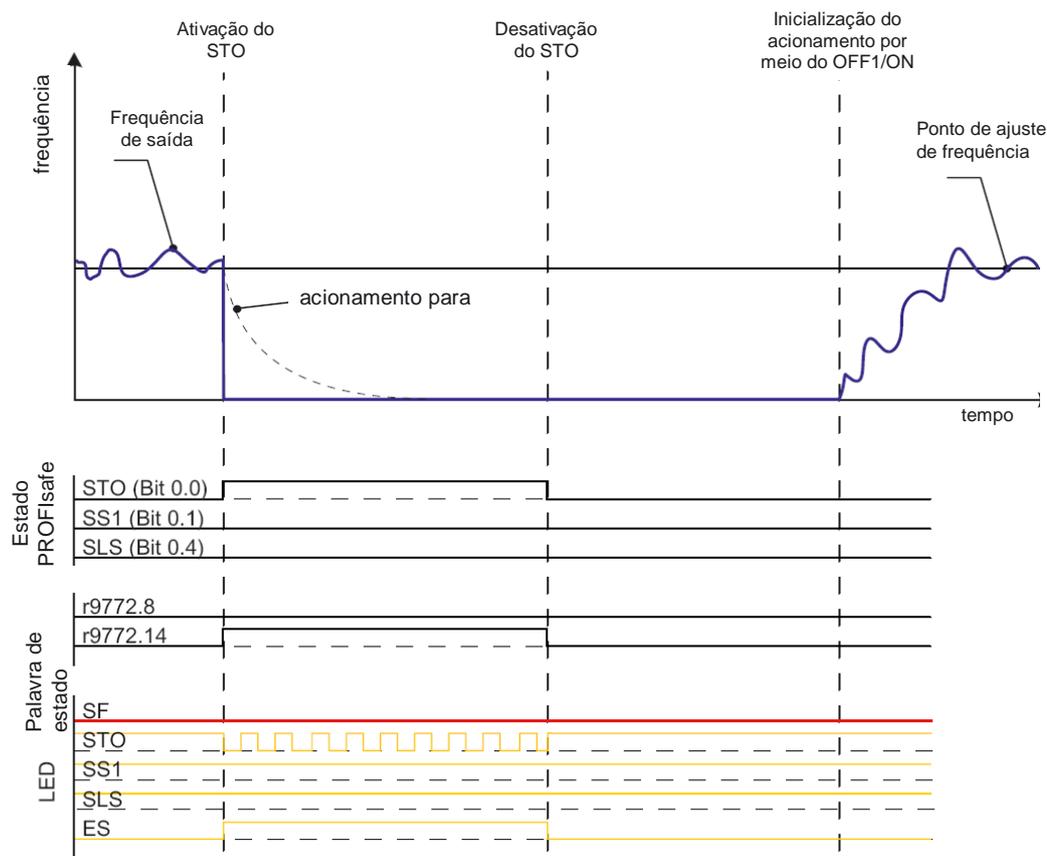


Figura 8-8 Função Safe Torque Off (STO)

**Observação**

O estado das funções à prova de falhas é anunciado por r9772.

 <b>CUIDADO</b>
<p><b>Tempo de reação</b> O tempo de reação para um STO é 20 ms.</p> <p><b>Tempo de reação à falha</b> Durante um STO, uma falha interna é detectada dentro de 20 ms e leva imediatamente a um STO passivado.</p>

**Passivated Safe Torque Off (STO passivado – desligamento seguro de torque passivado)**

O STO passivado sempre é iniciado quando uma falha detectada exigir que o acionamento seja parado. O acionamento só pode voltar a operar quando a falha tiver sido explicitamente reconhecida e o procedimento de dinamização forçada tiver sido realizado.

O estado de STO passivado é mantido pelo seguinte procedimento:

1. O acionamento é desligado por um sinal OFF1.
2. Todas as falhas ativas são reconhecidas.
3. Um sinal ON é enviado depois que o procedimento de dinamização tiver sido realizado com sucesso.

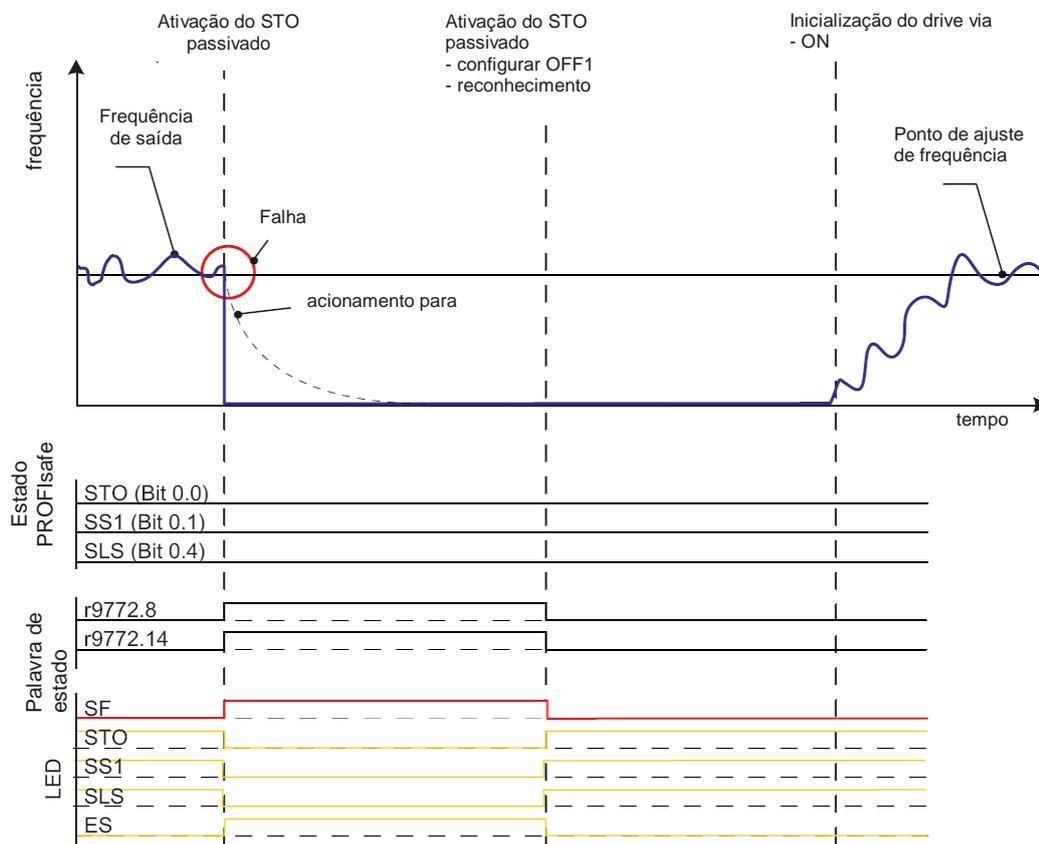


Figura 8-9 Função STO passivado

**! CUIDADO**

Depois de STO ou STO passivado, é possível (mas muito improvável) que haja falha nos componentes de geração do campo de forma que eles só gerarão um único polo positivo de um capo rotacional, fazendo com que o motor dê trancos para ângulos elétricos máximos de 60°.

O ângulo de rotação resultante no eixo do motor é menor que o ângulo elétrico máximo devido à inércia e ao número de pares de pólos.

**Observação**

Um STO passivado sempre é iniciado por uma condição de falha de segurança dentro do acionamento. Portanto, o acionamento sempre realiza um procedimento de dinamização forçada antes de poder reiniciar.

A função STO passivado tem a maior prioridade e não pode ser interceptada por nenhuma outra função.

## 8.5 Safe Stop 1

### Dados

Faixa dos parâmetros:	P0003, P0010 P9603/P9803, bit 02, bit 03 ou bit 07 (PROFIsafe) P9680/P9880 P9681/P9881 P9682/P9882 P9761, P9799/P9899, r9798/r9898, P3900
Advertências	A1691, A1692, A1696, A1699
Falhas	F1600, F1616

### Descrição

Ao contrário do STO, a frequência de saída do inversor não tem influência no comportamento da função SS1 (parada segura 1). Quando a SS1 é iniciada, a frequência do inversor é verificada, e se estiver abaixo do limite mínimo de frequência para detecção de parada em P9682/P9882, a função STO é iniciada imediatamente para interromper o motor. Se a frequência do inversor estiver acima da frequência mínima para detecção de parada, o motor é reduzido usando o tempo de rampa de frenagem segura configurado em P9681 e P9881. Veja a figura a seguir.

A função SS1 pode ser interceptada pelos seguintes comandos:

- STO passivado
- Safe Torque Off (STO – desligamento seguro de torque)
- OFF2 (monitoração SS1 ainda ativa)

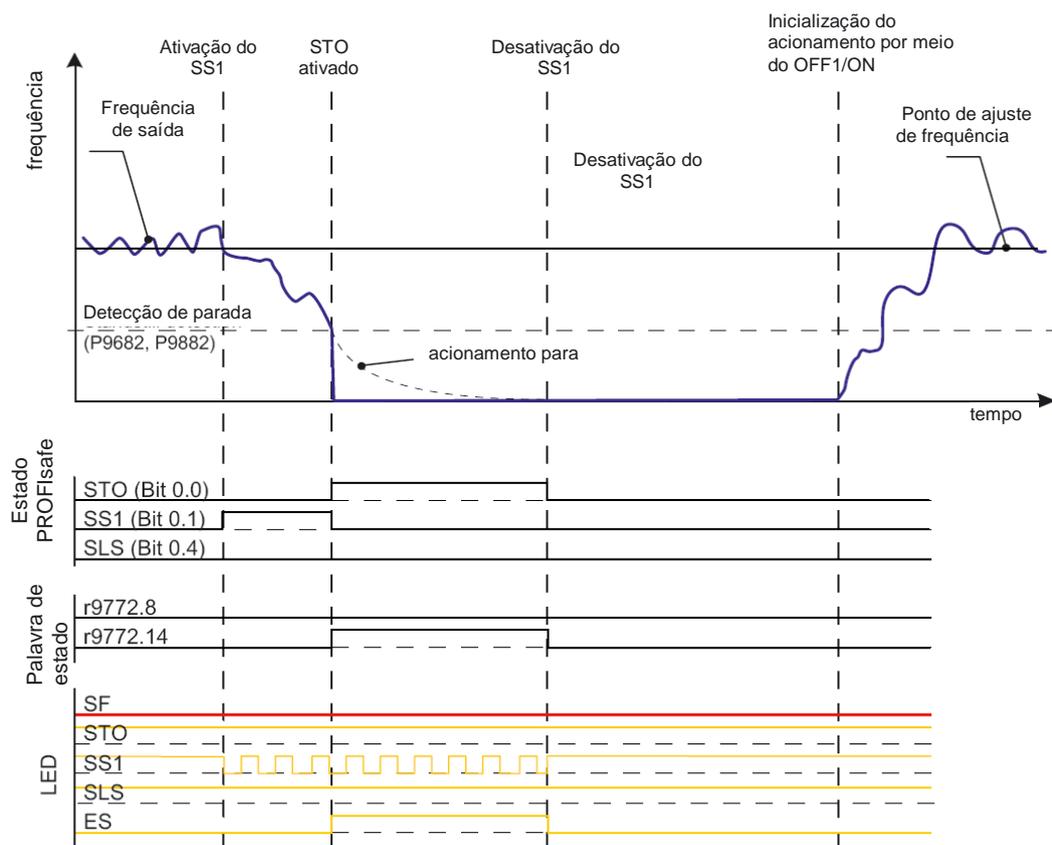


Figura 8-10 Função Safe Stop 1 (SS1)

**! CUIDADO**

O ponto de ajuste de frequência pode aumentar em relação às seguintes funções:

- Compensação de PID
- Controlador  $V_{cc \max}$

ativo somente em conjunto com o controle V/f

- Compensação de deslocamento
- Amortecimento de ressonância
- $I_{\max}$

Como a frequência é monitorada depois que estes valores são adicionados, o aumento deve ser levado em conta pelo usuário para parametrizar o invólucro de segurança de frequência.

**Quando SS1 é ativada, o inversor realiza as seguintes ações:**

1. Os dois caminhos de parada iniciam a função de frenagem monitorada à prova de falhas.
2. A velocidade do motor é reduzida pela função de rampa de frenagem.
3. O LED de condição do SS1 começa a piscar.
4. Quando a velocidade mínima para detecção de parada é atingida, a função STO é ativada.
5. Se o freio mecânico estiver conectado, ele fecha imediatamente.
6. O LED de condição ES é ligado.

A função SS1 pode ser interrompida por um comando OFF2 ou uma função STO.

**Quando SS1 é desativada antes da “velocidade mínima para detecção de parada” (P9682/P9882) ser atingida, o inversor realiza as seguintes ações:**

1. A monitoração da frequência de saída é desativada.
2. O acionamento acelera até o ponto de ajuste de frequência
3. O LED de condição SS1 para de piscar e fica ligado.

Quando SS1 é desativada depois da “velocidade mínima para detecção de parada” (P9682/P9882) ser atingida, o inversor realiza as seguintes ações:

**Observação**

A trava do pulso deve ser liberada com um sinal do polo positivo (OFF1/ON).

1. STO é desativada.
2. O procedimento de dinamização forçada é executado (se parametrizado por P9601/P9801).
3. O timer de dinamização forçada (P9660) é reiniciado com o valor de P9659 (se o procedimento de dinamização forçada tiver sido realizado com sucesso).
4. O freio é aberto, se não estiver mantido fechado por um estado de freio do motor.
5. O LED de condição SS1 para de piscar e fica ligado.
6. O LED de condição ES é desligado.

---

#### Observação

O estado das funções à prova de falhas é anunciado por r9772.

---

#### Observação

A função à prova de falhas SS1 não deve ser ativada quando os seguintes processos estiverem ativos:

- Processo de busca em reinício de vôo
- Identificação de dados do motor
- Otimização de controle de velocidade

Não é recomendado usar o controle de torque (P1300 = 22, 23 ou P1501 > 0) como modo de controle para a função à prova de falhas SS1.

---



#### CUIDADO

##### Tempo de reação

O tempo de reação para um SS1 é 20 ms.

##### Tempo de reação à falha

Os tempos de reação depois que uma falha tiver ocorrido até que o STO passivado seja acionado são fornecidos no manual do usuário.

- Tempo de reação à falha durante STO:  
Durante um STO, uma falha interna é detectada dentro de 20 ms pelo inversor, que imediatamente aciona um STO passivado.
- Tempo de reação à falha durante SS1 e SLS:  
Durante um SS1 e SLS, o tempo de detecção de falha interna está relacionado à frequência de saída do inversor. Uma falha sempre é detectada quando a frequência monitorada do estator na saída do inversor excede o invólucro de segurança de frequência. O valor da primeira medição de frequência que estiver fora da área de segurança acione um STO passivado. O tempo de reação máximo para um STO passivado durante SS1 e SLS é 8 ms, enquanto o inversor pode atingir uma velocidade máxima de 650 Hz antes de parar. Entretanto, essa velocidade só pode ser atingida por metade de um ciclo de frequência.

Por exemplo, o tempo máximo de reação a 650 Hz é  $8 \text{ ms} + 1/650 \text{ Hz}/2 = 8,7 \text{ ms}$ , e o tempo máximo de reação a 10 Hz é  $8 \text{ ms} + 1/10 \text{ Hz}/2 = 58 \text{ ms}$ .

## 8.6 Velocidade limitada com segurança

### Dados

Faixa dos parâmetros:	P0003, P0010 P9603/P9803, bit 00, bit 01 ou bit 07 (PROFIsafe) P9680/P9880 P9681/P9881 P9690/P9890 P9691/P9891 P9692/P9892 P9761, P9799/P9899, r9798/r9898, P3900
Advertências	A1691, A1692, A1696, A1699
Falhas	F1600, F1616

### Descrição

O objetivo da função Safely Limited Speed (SLS – velocidade limitada com segurança) é monitorar a frequência de saída para garantir que não exceda a monitoração SLS configurada pelos parâmetros P9691 e P9891.

Se a monitoração SLS for excedida, um processo de frenagem monitorado usando a função de rampa de frenagem segura é iniciado. Se um estado estacionário for detectado, o STO passivado é iniciado para parar o motor de forma segura. Se as funções de frenagem falharem, o que é detectado como uma falha, a função de STO passivado é iniciada e não pode ser liberada sem reconhecimento explícito da falha.

A função SLS pode ser interceptada pelos seguintes comandos:

- Safe Torque Off (STO – desligamento seguro de torque)
- Safe Stop 1 (SS1 – parada segura 1)
- OFF1
- OFF2
- OFF3

Para mais detalhes, veja a seção “Dependência de comandos à prova de falhas e OFF”

Se os comandos OFF padrão forem usados com funções à prova de falhas, o histórico da interação dos comandos no sistema é automaticamente monitorado pelo sistema à prova de falhas (ex: comandos que não são à prova de falhas não são capazes de acelerar o inversor de forma insegura, pois a função STO passivado é acionada automaticamente).

---

### Observação

A função à prova de falhas SLS não deve ser ativada quando os seguintes processos estiverem ativos:

- Processo de busca em reinício de voo
- Identificação de dados do motor
- Otimização de controle de velocidade

Não é recomendado usar o controle de torque (P1300 = 22, 23 ou P1501 > 0) como modo de controle para a função à prova de falhas SLS.

---

 CUIDADO

**Tempo de reação**

O tempo de reação para um SLS é 20 ms.

**Tempo de reação à falha**

Os tempos de reação depois que uma falha tiver ocorrido até que o STO passivado seja acionado são fornecidos no manual do usuário.

- Tempo de reação à falha durante STO:

Durante um STO, uma falha interna é detectada dentro de 20 ms pelo inversor, que imediatamente aciona um STO passivado.

- Tempo de reação à falha durante SS1 e SLS:

Durante um SS1 e SLS, o tempo de detecção de falha interna está relacionado à frequência de saída do inversor. Uma falha sempre é detectada quando a frequência do estator monitorado na saída do inversor excede o invólucro de segurança de frequência. A primeira mediação de frequência que estiver fora da área de segurança aciona um STO passivado. O tempo de reação máximo para um STO passivado durante SS1 e SLS é 8 ms, enquanto o inversor pode atingir uma velocidade máxima de 650 Hz antes de parar. Entretanto, essa velocidade só pode ser atingida por metade de um ciclo de frequência.

Por exemplo, o tempo máximo de reação a 650 Hz é  $8 \text{ ms} + 1/650 \text{ Hz}/2 = 8,7 \text{ ms}$ , e o tempo máximo de reação a 10 Hz é  $8 \text{ ms} + 1/10 \text{ Hz}/2 = 58 \text{ ms}$ .

## Modos de comportamento

A função SLS tem quatro modos de comportamento que oferecem ao usuário opções de funcionalidade para se adequar a sua aplicação específica. Estes modos de comportamento da função SLS são controlados pela configuração dos valores necessários nos parâmetros P9692 e P9892.

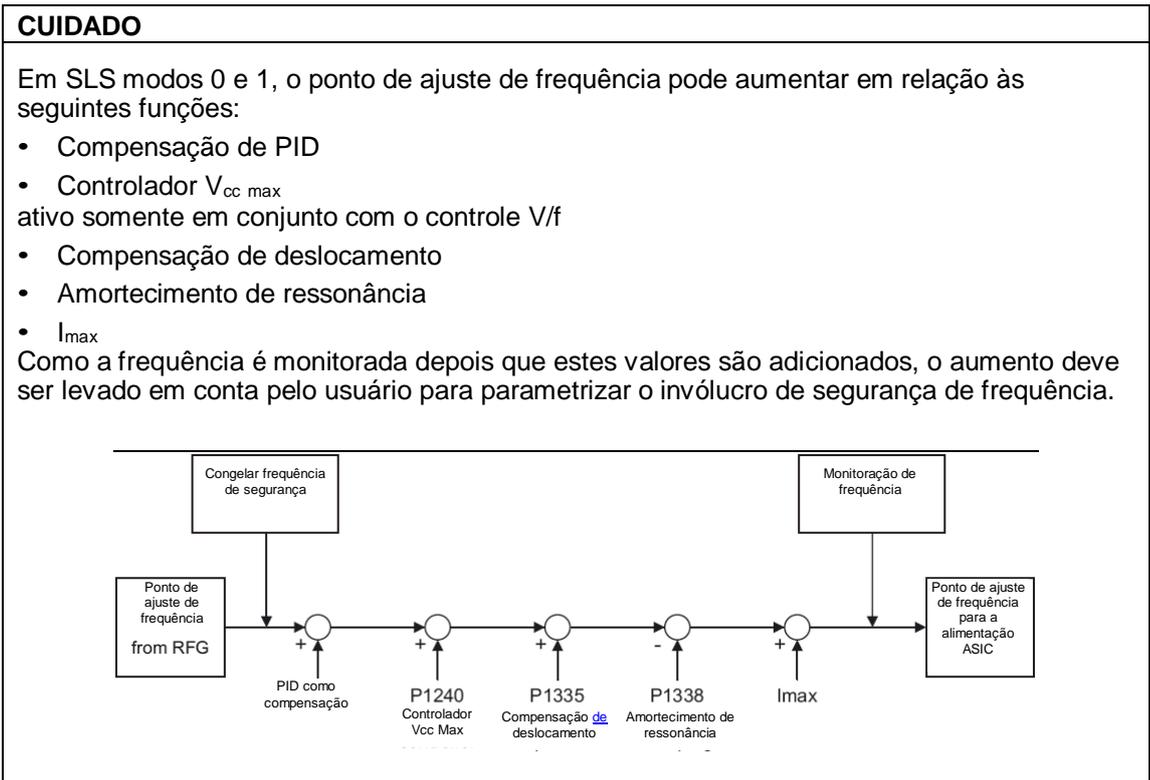
CUIDADO

Devido a motivos de monitoração, o chamado "limite de precisão de SLS" é configurado com valor de 1 Hz. Se – em SLS modo 0, 1 ou 2 – a frequência de saída for inferior a esse valor, um STO é acionado imediatamente. Em SLS modo 3, um timer de 3 s inicia e depois um STO é acionado se a frequência for inferior a 1 Hz.

 ADVERTÊNCIA

Se por causa das cargas dinâmicas a frequência ficar abaixo do limite SLS (P9691/P9891), um STO passivado é acionado. Se a frequência ficar abaixo do limite de precisão em caso de SLS 0, 1 ou 2, um STO é acionado imediatamente, e em caso de SLS modo 3, o STO é acionado se depois de 5 s a frequência ainda estiver abaixo de 1 Hz. Portanto, ao projetar a fábrica, as mudanças de carga dinâmica devem ser levadas em conta para evitar ativação indesejada das funções à prova de falhas.

Além disso, o teste de aceitação deve ser realizado sob as piores condições de carga.



### 8.6.1 Velocidade limitada com segurança, modo 0

#### SLS modo 0, P9692 = P9892 = 0

Se, após o início de um SLS, a frequência de saída exceder a monitoração SLS configurada pelos parâmetros P9691 e P9891, a função STO passivado é iniciada para parar o motor.

Se a frequência de saída for inferior à monitoração SLS, todos os sinais de controle que possam afetar a frequência de saída são bloqueados. A frequência de saída não pode ser controlada externamente de nenhuma maneira.

Se o motor novamente cair abaixo da frequência de saída que estiver travada com seu valor atual (por exemplo uma carga adicional no motor), isso não é interpretado como uma condição de falha e nenhuma ação é tomada. Veja a tabela a seguir:

Se o controle seguro de freio for ativado, sua condição é indicada nas figuras a seguir por meio de r9772.14:

- r9772.14 = 0 -> freio aberto
- r9772.14 = 1 -> freio fechado.

Enquanto o SLS modo 0 estiver ativo, o tempo de reação à falha para um STO passivado é dado conforme a fórmula:

$$\text{Tempo de reação} = 8 \text{ ms} + 0,5 \cdot 1/f_{\text{saída}}$$

$$\text{Frequência de saída} = f_{\text{saída}}$$

SSL modo 0, caso 1: monitoração SLS (p9691/p9891) > ponto de ajuste de frequência > ponto de ajuste SLS

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- LED ES ligado
- Ponto de ajuste de frequência desativado
- Descida monitorada até o ponto de ajuste SLS

Quando o ponto de ajuste SLS é atingido =>

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS ligada
- Monitoração SLS desligada
- Ponto de ajuste de frequência ativado
- Monitoração SLS desligada
- LEDs SLS e ES desligados

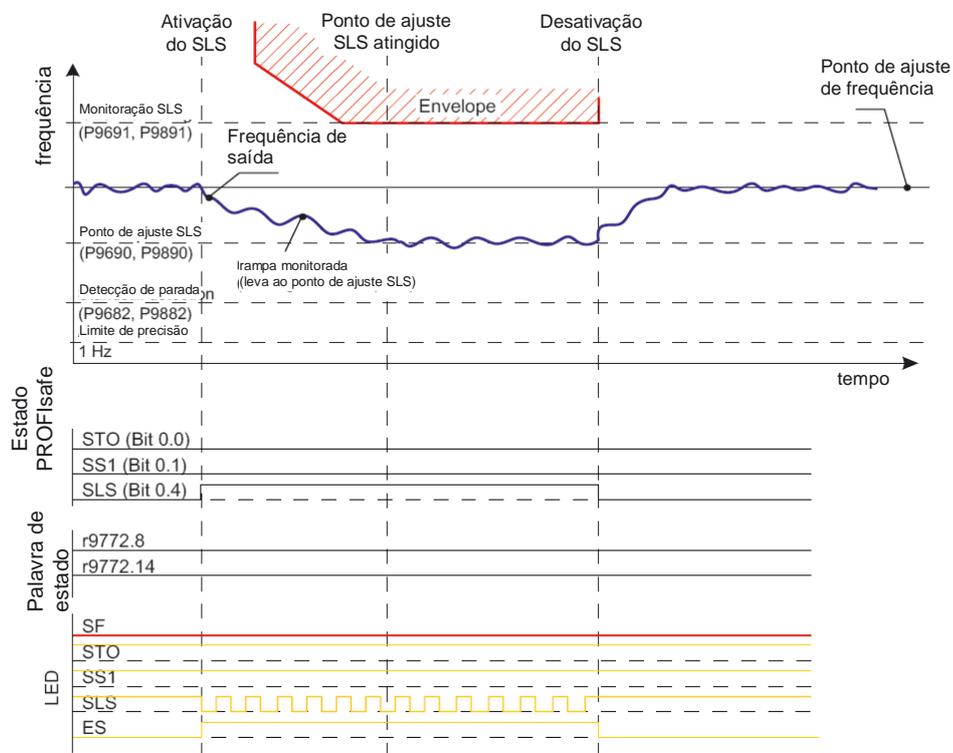


Figura 8-11 SSL modo 0, caso 1: monitoração SLS (p9691/p9891) > ponto de ajuste de frequência > ponto de ajuste SLS

SSL modo 0, caso 2: Ponto de ajuste SLS > ponto de ajuste de frequência > detecção de parada (p9682/p9882)

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- LED ES ligado
- Ponto de ajuste de frequência desativado

Quando o ponto de ajuste SLS é atingido =>

- Monitoração SLS ligada
- Monitoração SLS desligada
- Ponto de ajuste de frequência ativado
- Monitoração SLS desligada
- LEDs SLS e ES desligados

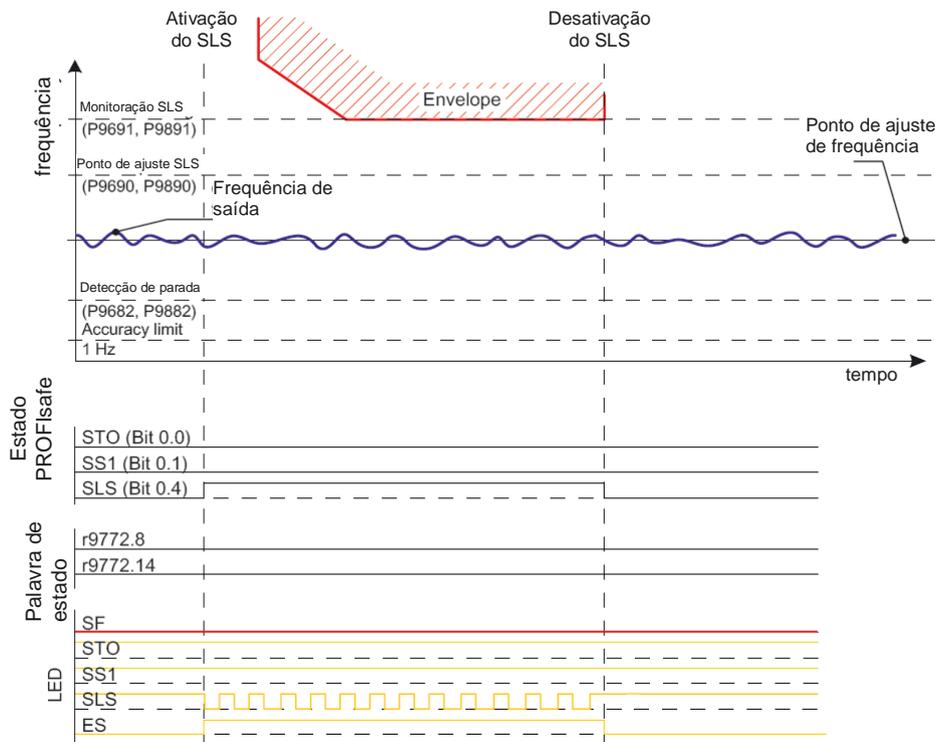


Figura 8-12 SSL modo 0, caso 2: Ponto de ajuste SLS > ponto de ajuste de frequência > detecção de parada (p9682/p9882)

SSL modo 0, caso 3: Detecção de parada (p9682/p9882) > ponto de ajuste de frequência > limite de precisão

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- LED ES ligado
- Ponto de ajuste de frequência desativado

Quando o ponto de ajuste SLS é atingido =>

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS ligada
- Monitoração SLS desligada
- Ponto de ajuste de frequência ativado
- LEDs SLS e ES desligados

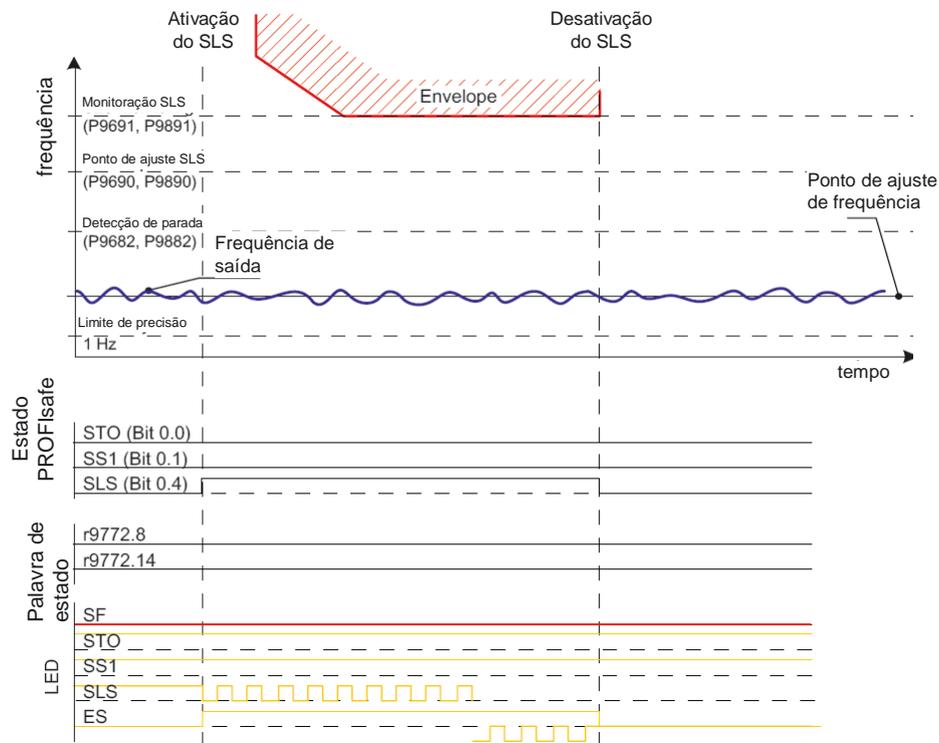


Figura 8-13 SSL modo 0, caso 3: Detecção de parada (p9682/p9882) > ponto de ajuste de frequência > limite de precisão

8.6 Velocidade limitada com segurança

SSL modo 0, casos 1 a 3:

Se a frequência de saída aumenta a tolerância SLS (ex: devido à compensação ou à compensação de deslocamento) =>

- STO passivado é acionado
- LED SF ligado
- LED STO desligado
- LED SS1 desligado
- LED SLS desligado

Desativação do SLS =>

- Nenhuma ação

Para iniciar novamente, o STO passivado deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

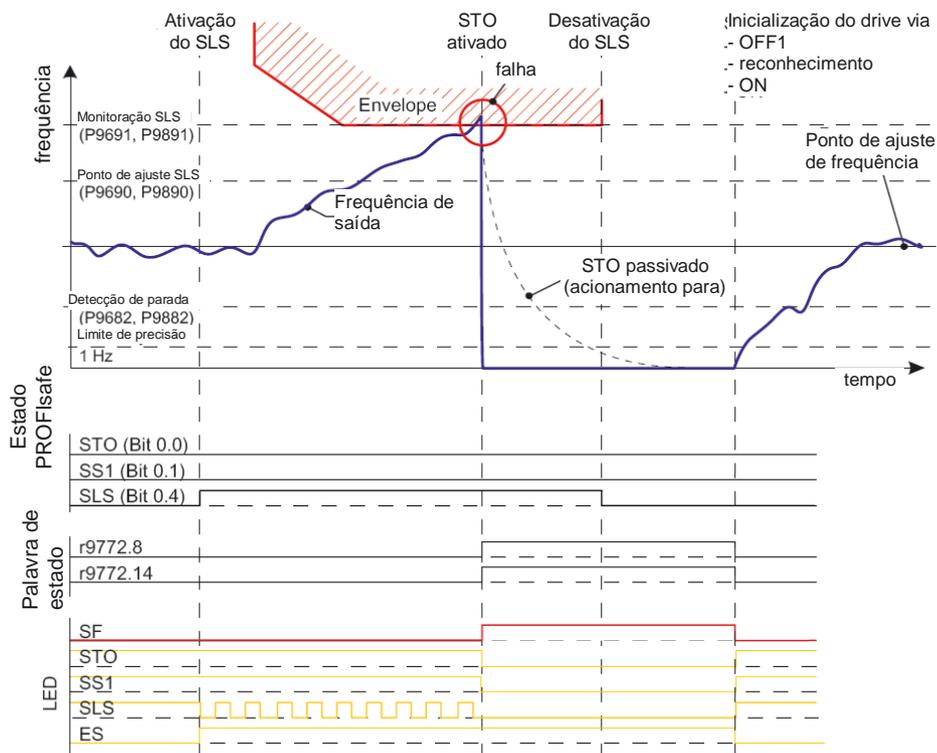


Figura 8-14 SSL modo 0, casos 1 a 3

SSL modo 0, caso 4: limite de precisão > ponto de ajuste de frequência

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- STO ativado
- LED SLS pisca
- LED ES ligado
- Ponto de ajuste de frequência desativado

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- Ponto de ajuste de frequência ativado
- LED SLS ligado
- LED ES desligado

Para iniciar novamente, o STO deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

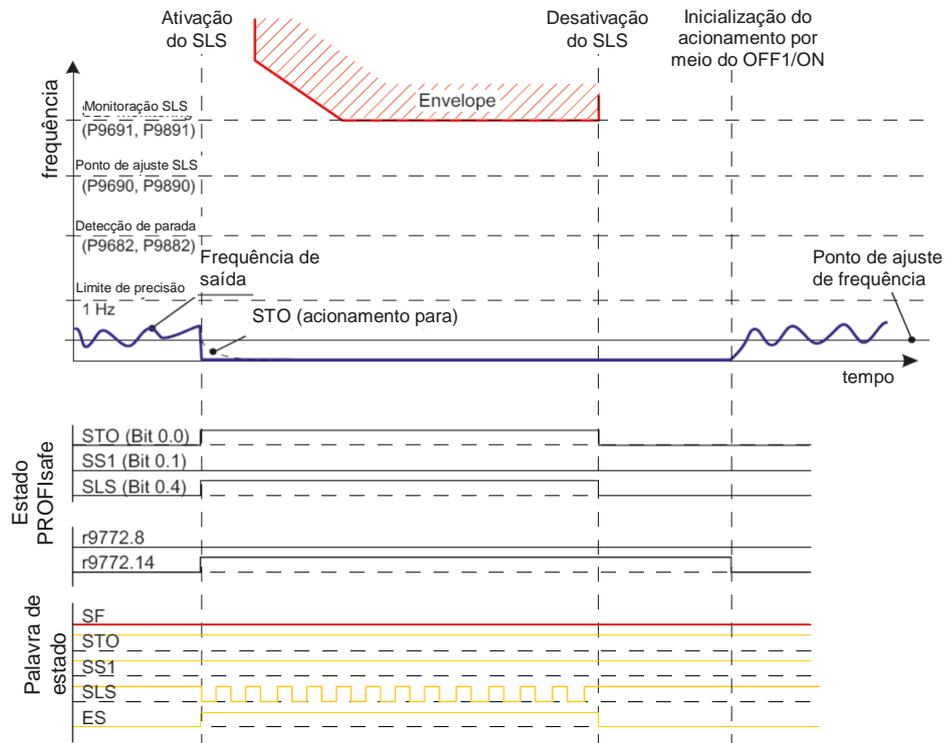


Figura 8-15 SSL modo 0, caso 4: limite de precisão > ponto de ajuste de frequência

SSL modo 0, caso 5,1: ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS (p9691/p9891), falha primária

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- Ponto de ajuste de frequência desativado
- Descida monitorada até a detecção de parada

Quando a detecção de parada é atingida =>

- STO passivado ativado
- Para iniciar novamente, o STO passivado deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

Desativação do SLS =>

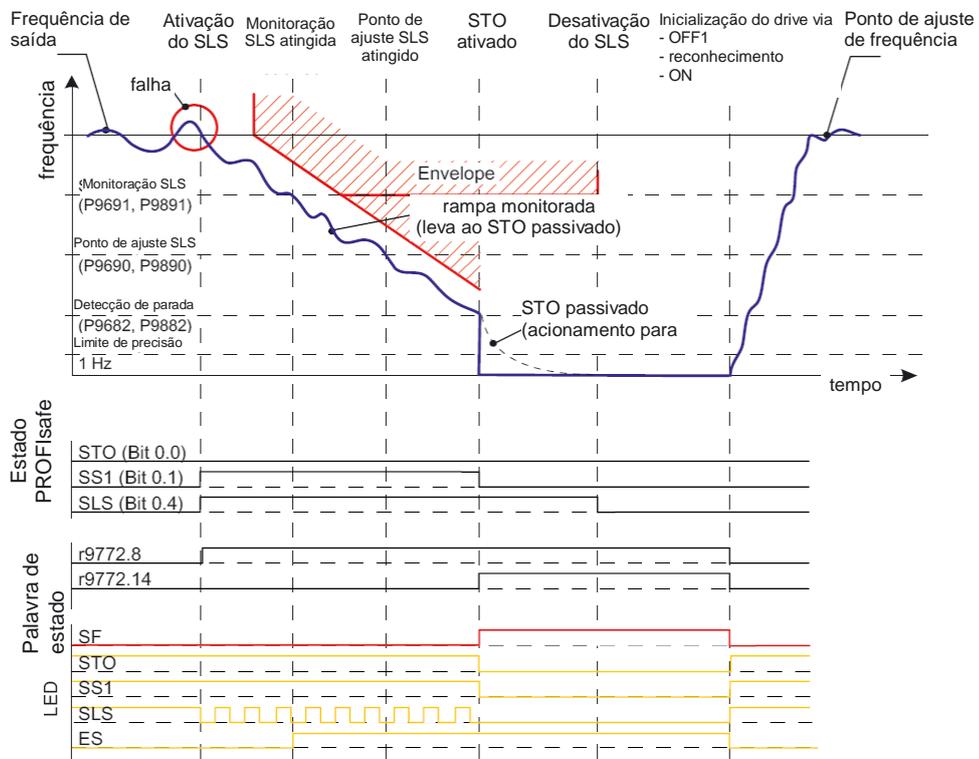


Figura 8-16 SSL modo 0, caso 5.1: ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS (p9691/p9891), falha primária

SSL modo 0, caso 5,2: ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS (p9691/p9891), falha secundária

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- Ponto de ajuste de frequência desativado
- Descida monitorada até a detecção de parada

Quando a frequência de saída ficar acima da monitoração de descida SS1 antes que a detecção de parada seja atingida

Desativação do SLS =>

- Ponto de ajuste de frequência inativo
- STO passivado ativado imediatamente
- Para iniciar novamente, o STO passivado deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

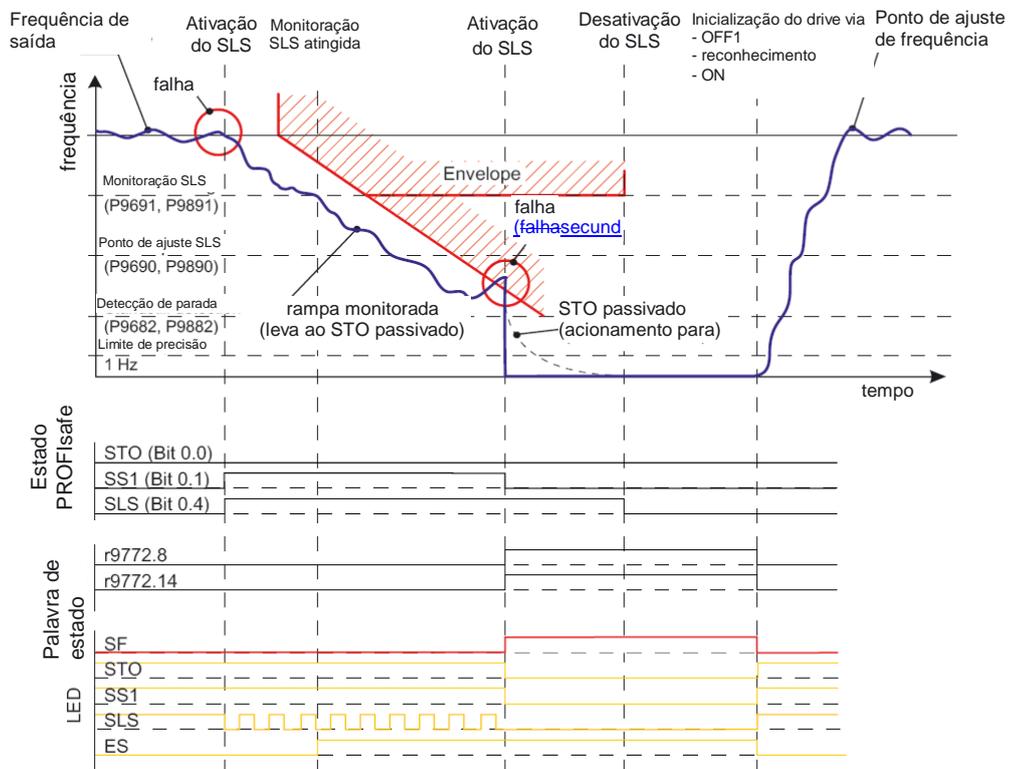


Figura 8-17 SSL modo 0, caso 5,2: ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS (p9691/p9891), falha secundária

---

**Observação**

Deve ser levado em conta que quando uma falha é detectada enquanto a função à prova de falhas SLS modo 0 estiver ativa, o sistema primeiro tenta parar o acionamento com a rampa de frenagem segura.

O tempo de frenagem é determinado pelos parâmetros P9681/P9881. Como neste momento o acionamento está em modo à prova de falhas, não é possível interromper a rampa de frenagem com outra função (ex: STO).

Recomenda-se parametrizar o tempo de rampa mais curto possível para a aplicação.

---

## 8.6.2 Velocidade limitada com segurança, modo 1

### SLS modo 1, P9692 = P9892 = 1

Além do limite de velocidade configurado pelos parâmetros P9691 e P9891, outro ponto de ajuste SSL pode ser configurado pelos parâmetros P9690 e P9890. Este ponto de ajuste SLS adicional é usado para configurar uma frequência de saída específica, em vez de parar o motor.

Se a frequência de saída do inversor cair abaixo do ponto de ajuste SLS configurado por P9690 e P9890, o motor pode rodar com aquela velocidade. Veja a tabela a seguir:

Se o controle seguro de freio estiver ativado, sua condição é indicada nas figuras a seguir por meio de r9772.14:

- r9772.14 = 0 -> freio aberto
- r9772.14 = 1 -> freio fechado.

SSL modo 1, caso 1: ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS  
(p9691/p9891) Ativação do SLS => • Monitoração SLS  
ativada

- LED SLS pisca
- Ponto de ajuste de frequência desativado
- Descida com SS1 até a detecção de parada

Quando o ponto de ajuste SLS é atingido =>

- Monitoração SLS ligada
- LED ES ligado

Desativação do SLS =>

- Para iniciar novamente, o STO passivado deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

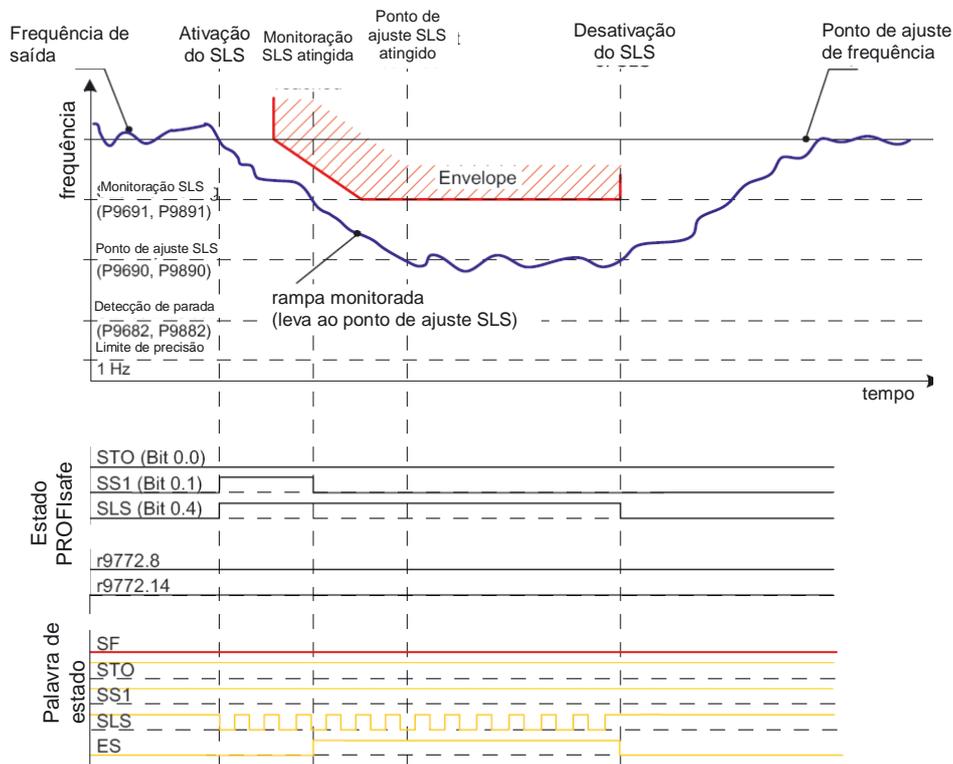


Figura 8-18 SSL modo 1, caso 1: ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS (p9691/p9891)

SSL modo 1, caso 2: monitoração SLS (p9691/p9891) > ponto de ajuste de frequência > ponto de ajuste SLS

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- Ponto de ajuste de frequência desativado
- Descida com SS1 até o ponto de ajuste SLS

Quando o ponto de ajuste SLS é atingido =>

- Monitoração SLS ligada
- LED ES ligado

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- LEDs SLS e ES desligados
- ativação e descida até o ponto de ajuste de frequência

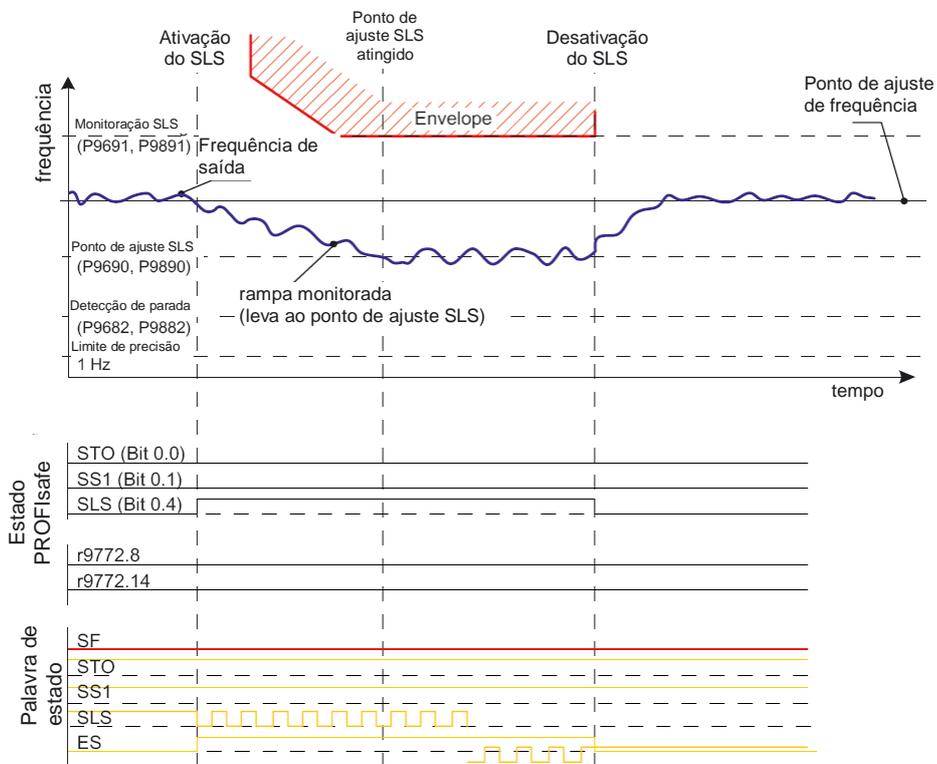


Figura 8-19 SSL modo 1, caso 2: monitoração SLS (p9691/p9891) > ponto de ajuste de frequência > ponto de ajuste SLS

SSL modo 1, caso 3: Ponto de ajuste SLS > ponto de ajuste de frequência > detecção de parada (p9682/p9882)

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- LED ES ligado
- Ponto de ajuste de frequência desativado

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- LEDs SLS e ES desligados
- ativação e descida até o ponto de ajuste de frequência

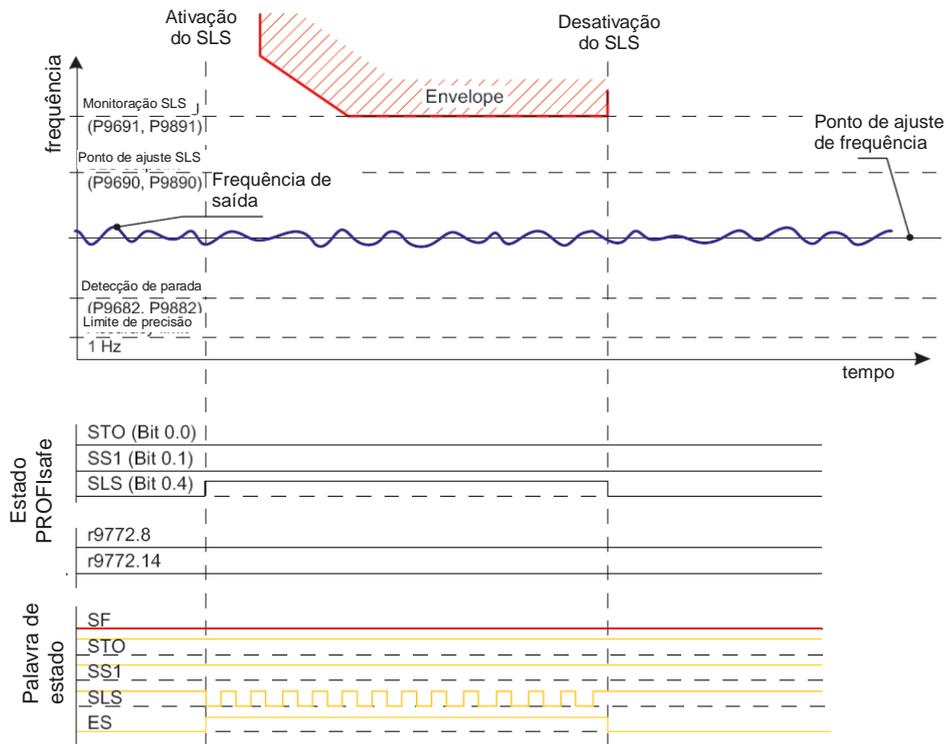


Figura 8-20

SSL modo 1, caso 3: Ponto de ajuste SLS > ponto de ajuste de frequência > detecção de parada (p9682/p9882)

SSL modo 1, caso 4: Detecção de parada (p9682/p9882) > ponto de ajuste de frequência > limite de precisão

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- LED ES ligado
- Ponto de ajuste de frequência desativado

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- LEDs SLS e ES desligados
- ativação e descida até o ponto de ajuste de frequência

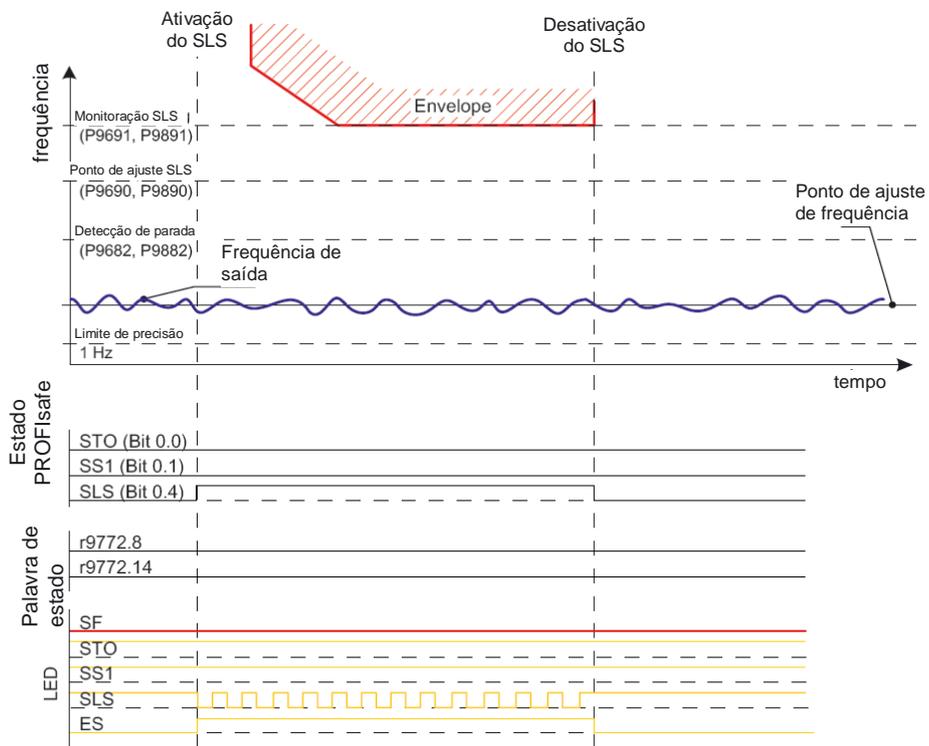


Figura 8-21 SSL modo 1, caso 4: Detecção de parada (p9682/p9882) > ponto de ajuste de frequência > limite de precisão

SSL modo 1, caso 5: limite de precisão > ponto de ajuste de frequência

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- LED ES ligado
- Ponto de ajuste de frequência desativado

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- LEDs SLS e ES desligados
- ativação e descida até o ponto de ajuste de frequência

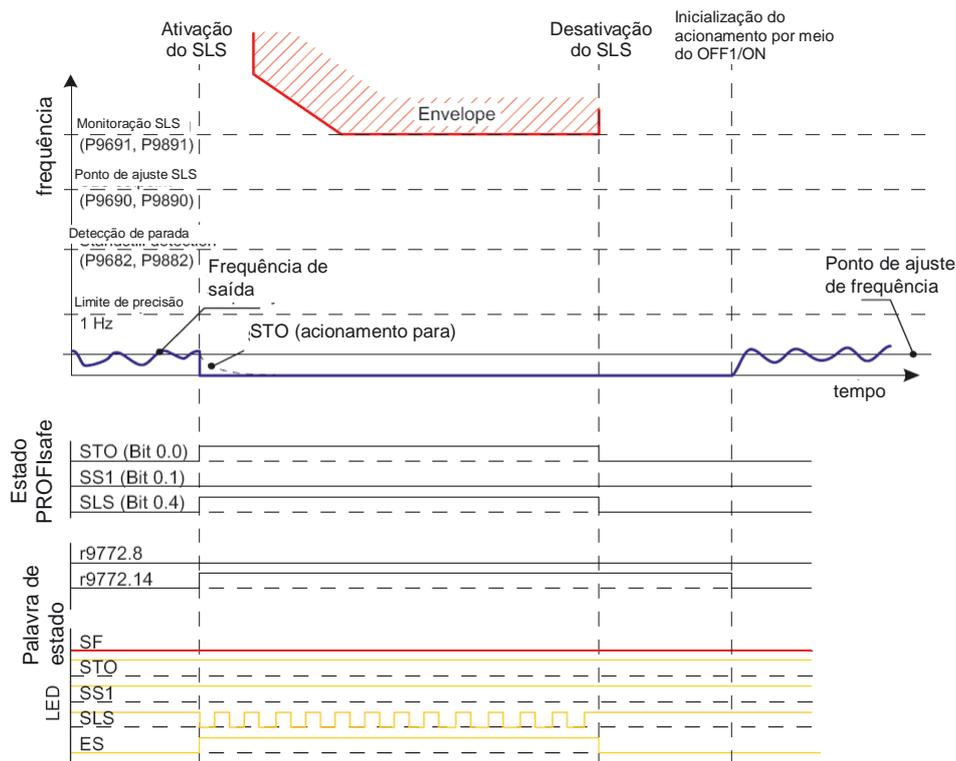


Figura 8-22 SSL modo 1, caso 5: limite de precisão > ponto de ajuste de frequência

SSL modo 1, caso 6: ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS (p9691/p9891), falha primária

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- STO ativado
- LED SLS pisca
- LED ES ligado
- Ponto de ajuste de frequência desativado

Desativação do SLS =>

- Para iniciar novamente, o STO passivado deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

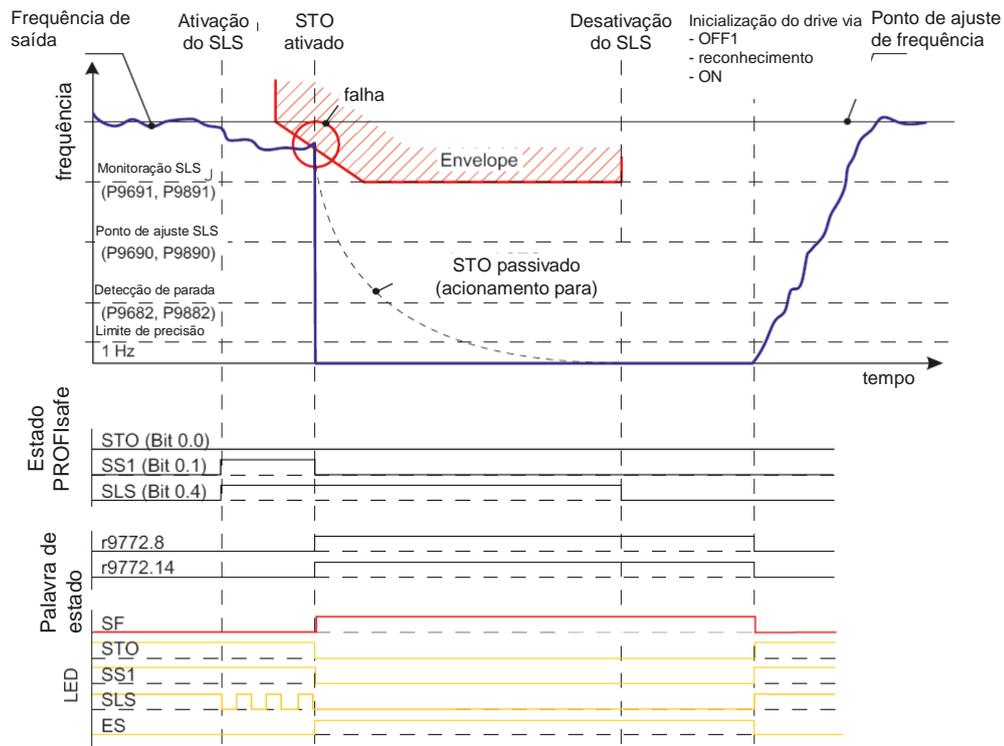


Figura 8-23 SSL modo 1, caso 6: ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS (p9691/p9891), falha primária

SSL modo 1, caso 7: Ponto de ajuste SLS > ponto de ajuste de frequência > detecção de parada (p9682/p9882), falha primária

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- Ponto de ajuste de frequência desativado

Quando a frequência de saída ficar acima da monitoração SLS

Desativação do SLS =>

- STO passivado ativado imediatamente
- Para iniciar novamente, o STO passivado deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

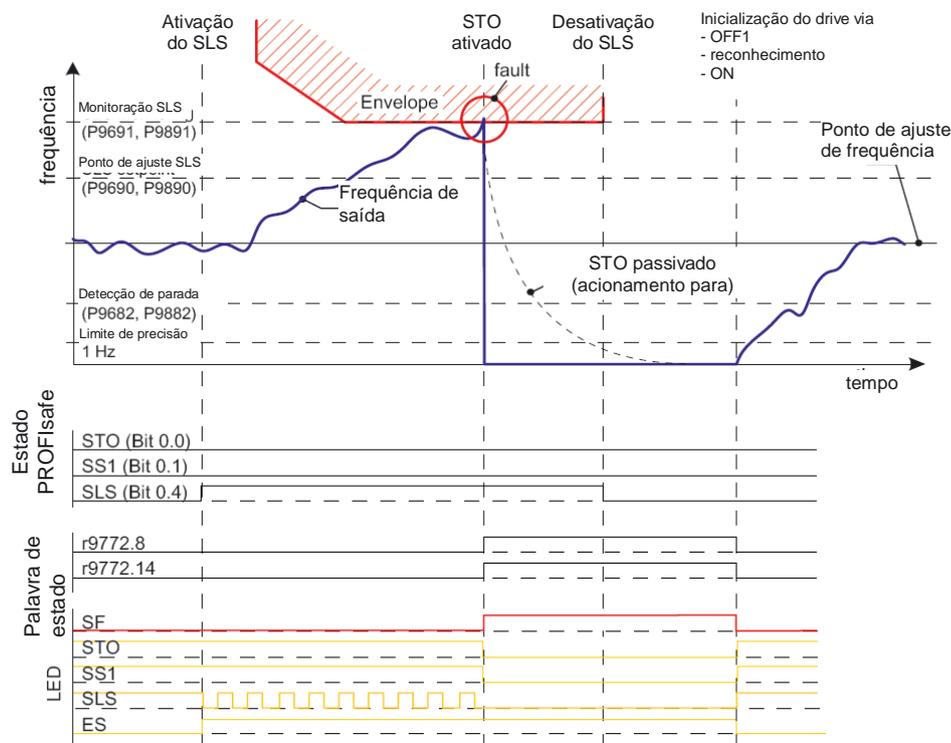


Figura 8-24 SSL modo 1, caso 7: Ponto de ajuste SLS > ponto de ajuste de frequência > detecção de parada (p9682/p9882), falha primária

### 8.6.3 Velocidade limitada com segurança, modo 2

#### SLS modo 2, P9692 = P9892 = 2

No SLS modo 2, somente a rampa de monitoração (invólucro) é ativada

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
A rampa de frenagem segura não é ativada
O SLS modo 2 significa que a rampa de frenagem segura não é ativada, e, portanto, o usuário é responsável por garantir que o motor seja reduzido até ou abaixo do ponto de ajuste SLS.

#### Observação

Se no SLS modo 2 uma das funções de controle prévio (P1496 > 0), VC ou SLVC (P1300 > 19) estiver ativa, saltos do ponto de ajuste dinâmico podem levar a um STO passivado.

Se a frequência de saída exceder a monitoração SLS configurada em P9691 e P9891, o motor deve ser reduzido usando um canal de controle externo (ex: um PLC, potenciômetro, USS, etc.)

Se o canal de controle tentar configurar a frequência de saída para exceder a monitoração SLS, isso será interpretado como uma condição de falha e o motor será parado e passivado. Para dar a partida no motor novamente, a condição de falha deve ser reconhecida explicitamente. Veja a tabela a seguir:

Se o controle seguro de freio for ativado, sua condição é indicada nas figuras a seguir por meio de r9772.14:

- r9772.14 = 0 -> freio aberto
- r9772.14 = 1 -> freio fechado.

SSL modo 2, caso 1: Ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LEDs SLS, STO e SS1 desligados

Desativação do SLS =>

- STO passivado é acionado
- Monitoração SLS desligada
- Para iniciar novamente, o STO passivado deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

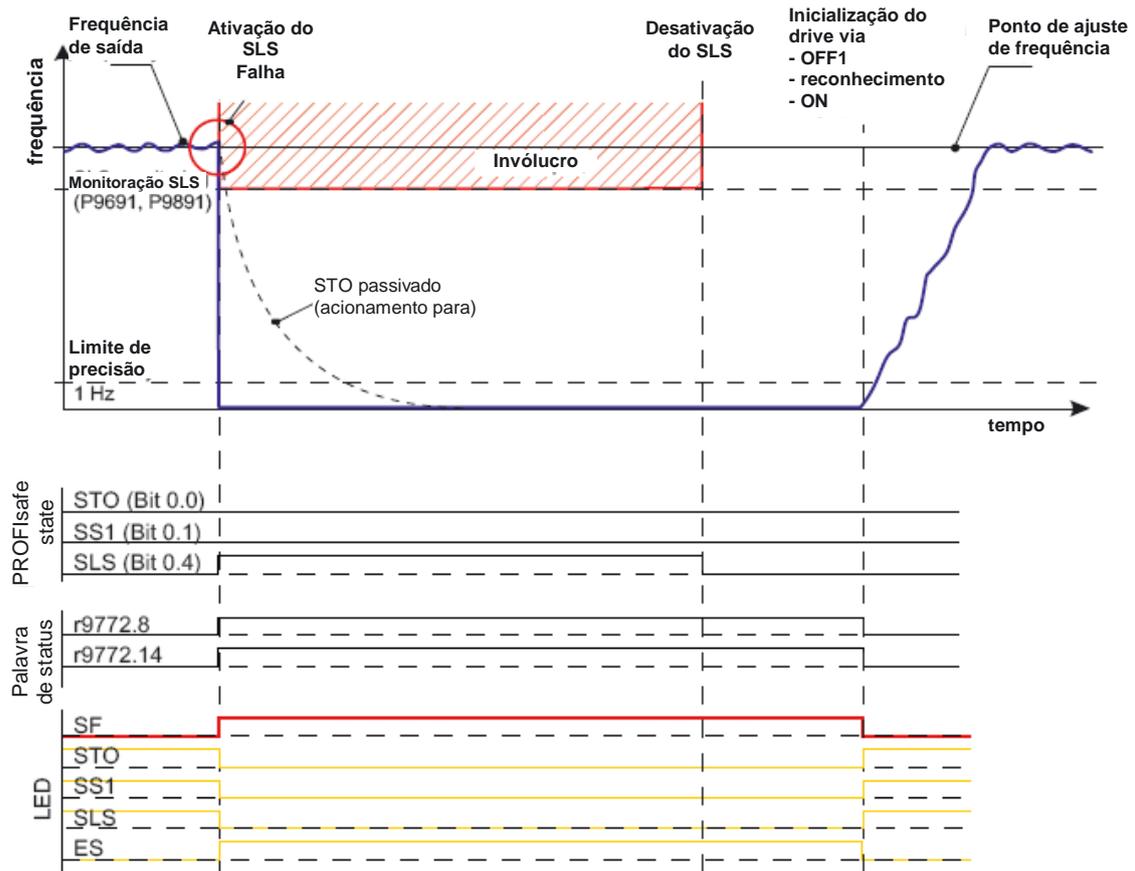


Figura 8-25 SSL modo 2, caso 1: Ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS

SSL modo 2, caso 2: Monitoração SLS > ponto de ajuste de frequência > limite de precisão

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- LED SLS desligado

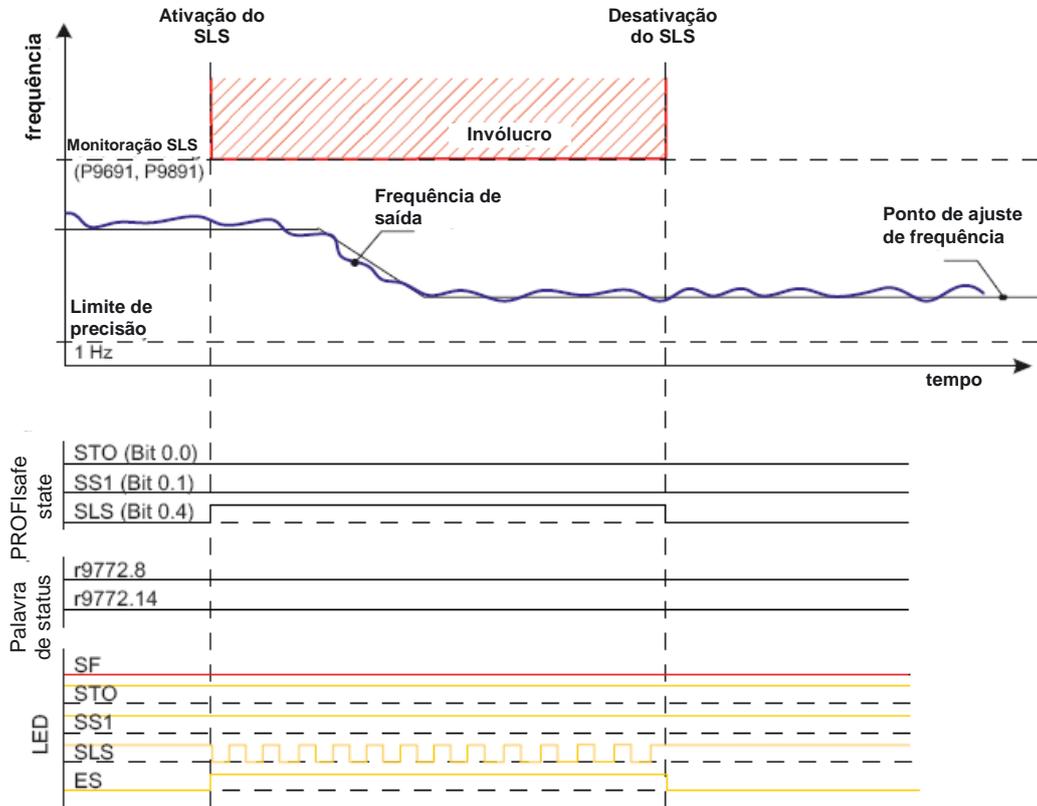


Figura 8-26

SSL modo 2, caso 2: Monitoração SLS > ponto de ajuste de frequência > limite de precisão

SSL modo 2, caso 3: limite de precisão > ponto de ajuste de frequência

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca

Se o ponto de ajuste de frequência cair abaixo do limite de precisão, um STO passivado é acionado imediatamente.

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- LED SLS desligado
- Para iniciar novamente, o STO passivado deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

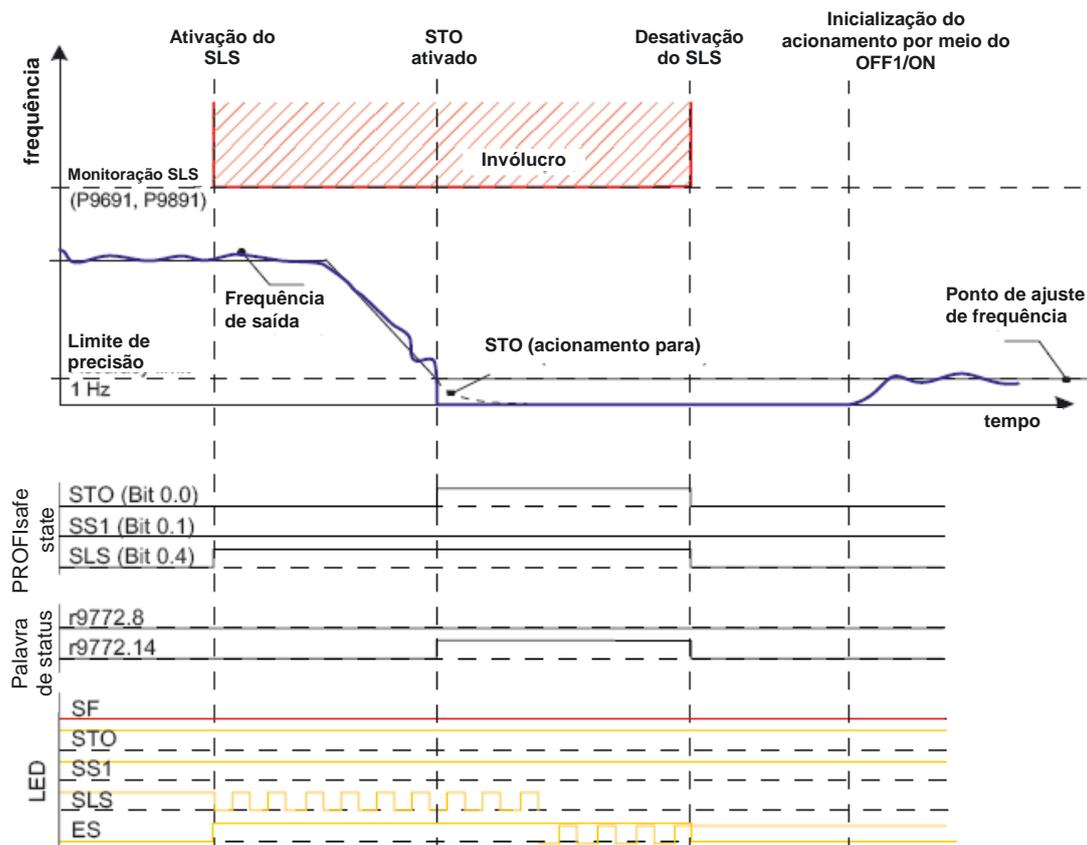


Figura 8-27 SSL modo 2, caso 3: limite de precisão > ponto de ajuste de frequência

SSL modo 2, caso 4: Monitoração SLS > ponto de ajuste de frequência

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca

Se o ponto de ajuste de frequência cair abaixo da monitoração SLS< um STO é acionado imediatamente.

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- Para iniciar novamente, o STO deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

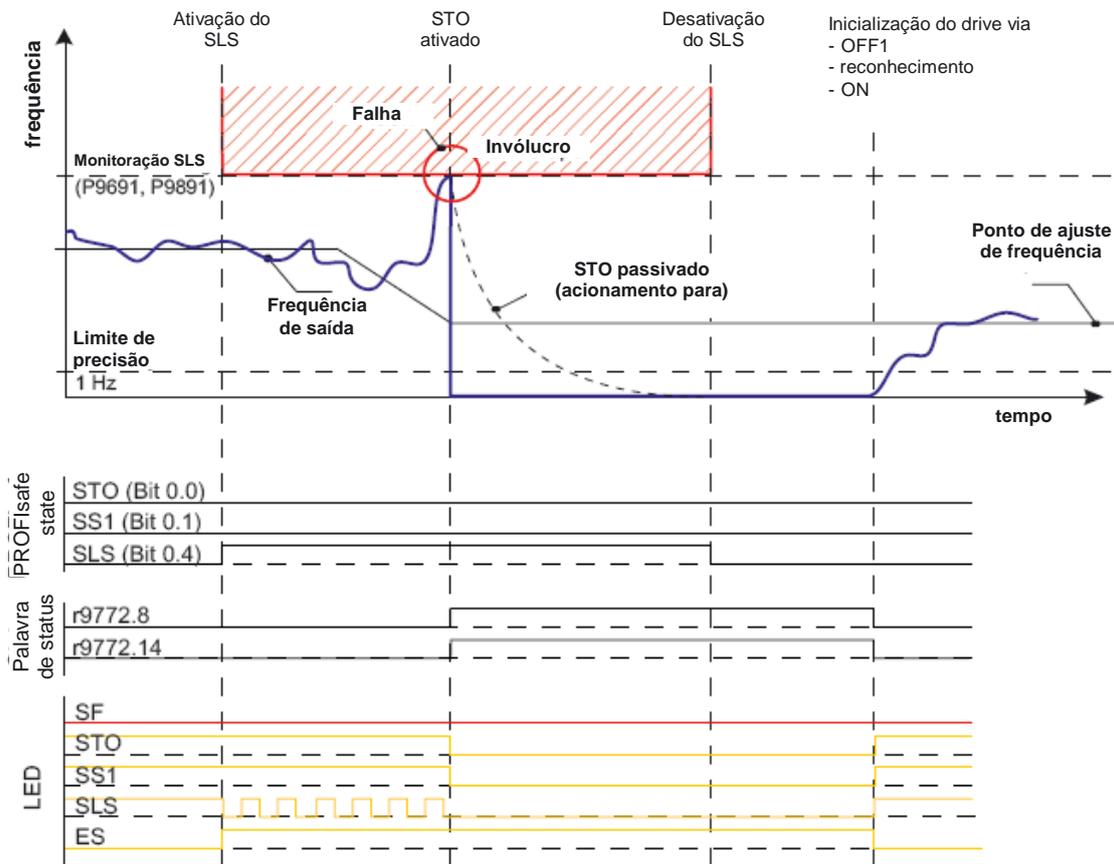


Figura 8-28 SSL modo 2, caso 4: Monitoração SLS > ponto de ajuste de frequência

#### 8.6.4 Velocidade limitada com segurança, modo 3

##### SLS modo 3, P9692 = P9892 = 3

O modo 3 é semelhante ao modo 2. Ao contrário do modo 2, é possível mudar a direção e dar a partida com um comando ON enquanto a monitoração SLS modo 3 estiver ativa.

 <b>ADVERTÊNCIA</b>
A rampa de frenagem segura não é ativada No modo 3, a rampa de frenagem segura não é ativada. Portanto, o usuário é responsável por garantir que o motor seja reduzido até ou abaixo do ponto de ajuste SLS.

##### Observação

Se no SLS modo 3 uma das funções de controle prévio (P1496 > 0), VC ou SLVC (P1300 > 19) estiver ativa, saltos do ponto de ajuste dinâmico podem levar a um STO passivado.

Se a frequência de saída exceder a monitoração SLS configurada em P9691 e P9891, o motor deve ser reduzido usando um canal de controle externo (ex: um PLC, potenciômetro, USS, etc.)

Se o canal de controle tentar configurar a frequência de saída para exceder a monitoração SLS, isso é interpretado como uma condição de falha e o motor é parado e passivado. Para dar a partida no motor novamente, a condição de falha de ser reconhecida explicitamente. Veja a tabela a seguir:

Se o controle seguro de freio for ativado, sua condição é indicada nas figuras a seguir por meio de r9772.14:

- r9772.14 = 0 -> freio aberto
- r9772.14 = 1 -> freio fechado.

SSL modo 3, caso 1: Ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LEDs SLS, STO e SS1 desligados
- STO passivado é acionado

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- Para iniciar novamente, o STO passivado deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

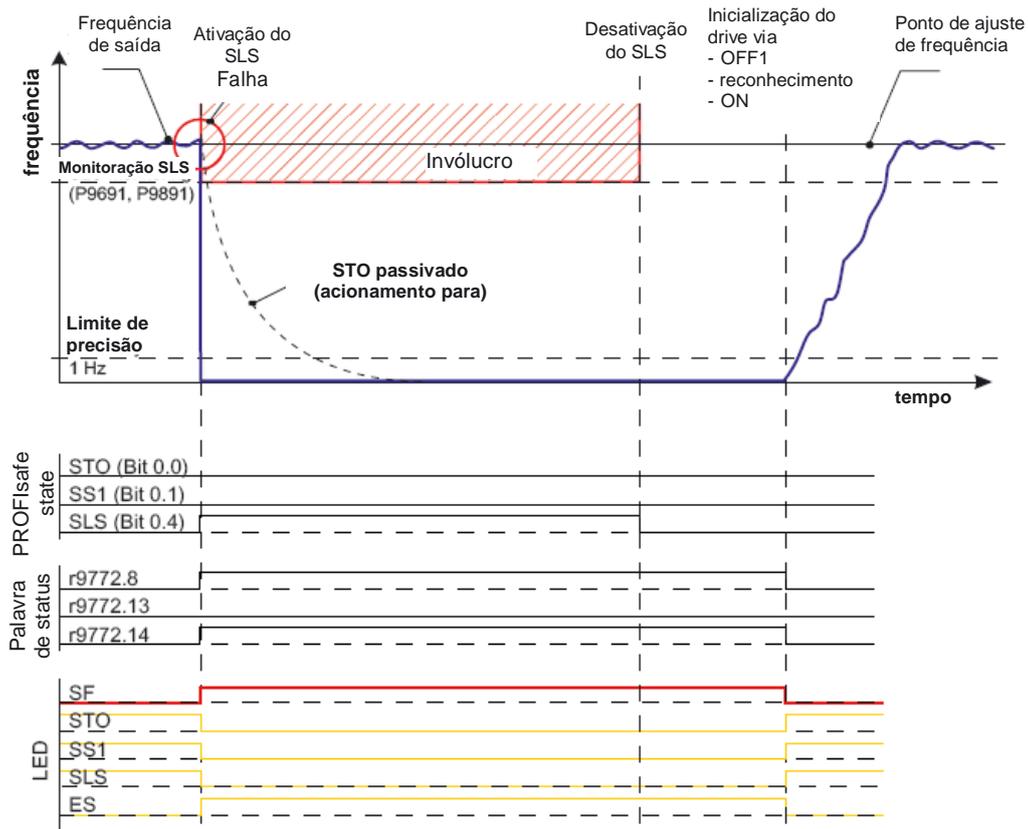


Figura 8-29 SSL modo 3, caso 1: Ponto de ajuste de frequência > monitoração SLS

SSL modo 3, caso 2: Monitoração SLS > ponto de ajuste de frequência > limite de precisão

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- LED SLS desligado

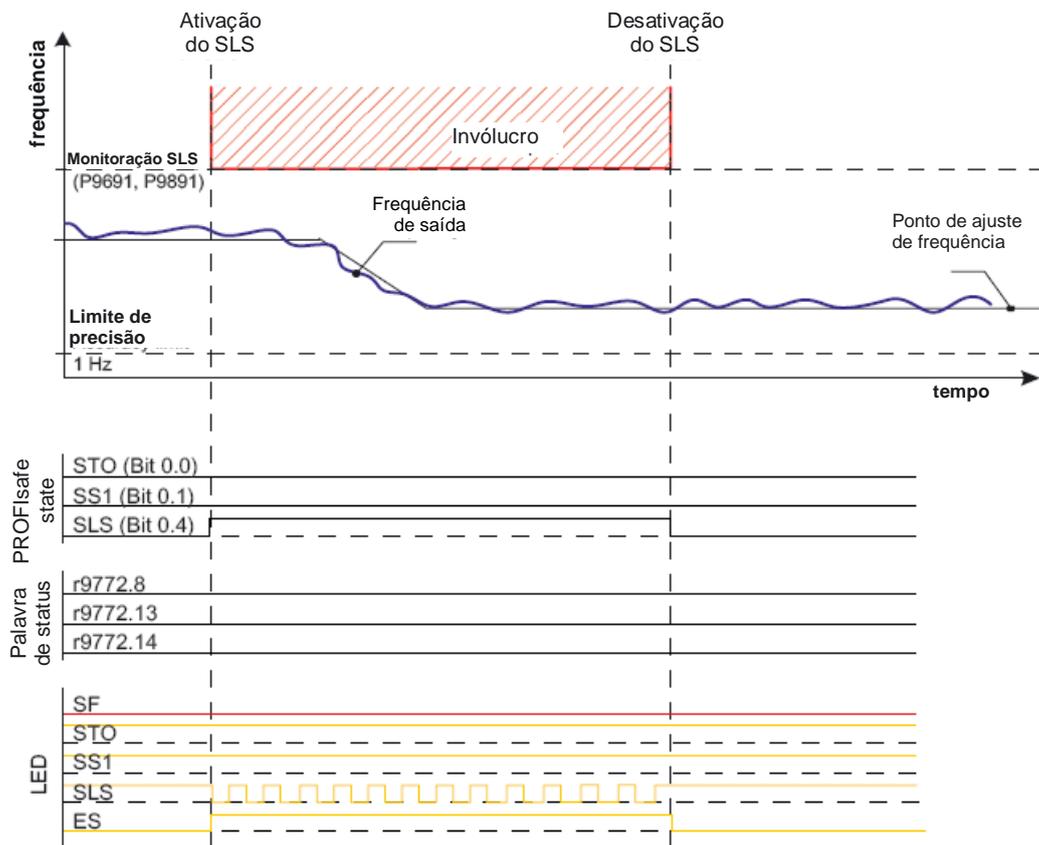


Figura 8-30 SSL modo 3, caso 2: Monitoração SLS > ponto de ajuste de frequência > limite de precisão

SSL modo 3, caso 3: Ativação do SLS, seguida por um comando OFF1/OFF3 => ponto de ajuste de frequência cai abaixo do limite de precisão => STO, seguido pela desativação do SLS e ativação renovada do SLS => reinício exige comando ON

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca

Comando OFF1/OFF3

- Ponto de ajuste de frequência cai abaixo do limite de precisão
- STO ativado se a frequência cair abaixo do limite de precisão

Desativação do SLS =>

- Monitoração SLS desligada
- LED SLS desligado

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca
- Para dar a partida novamente, um comando ON é necessário. Se – depois de 5 s – a frequência de saída estiver acima do limite de precisão, o inversor opera em SLS modo 3; caso contrário, um STO é acionado imediatamente.

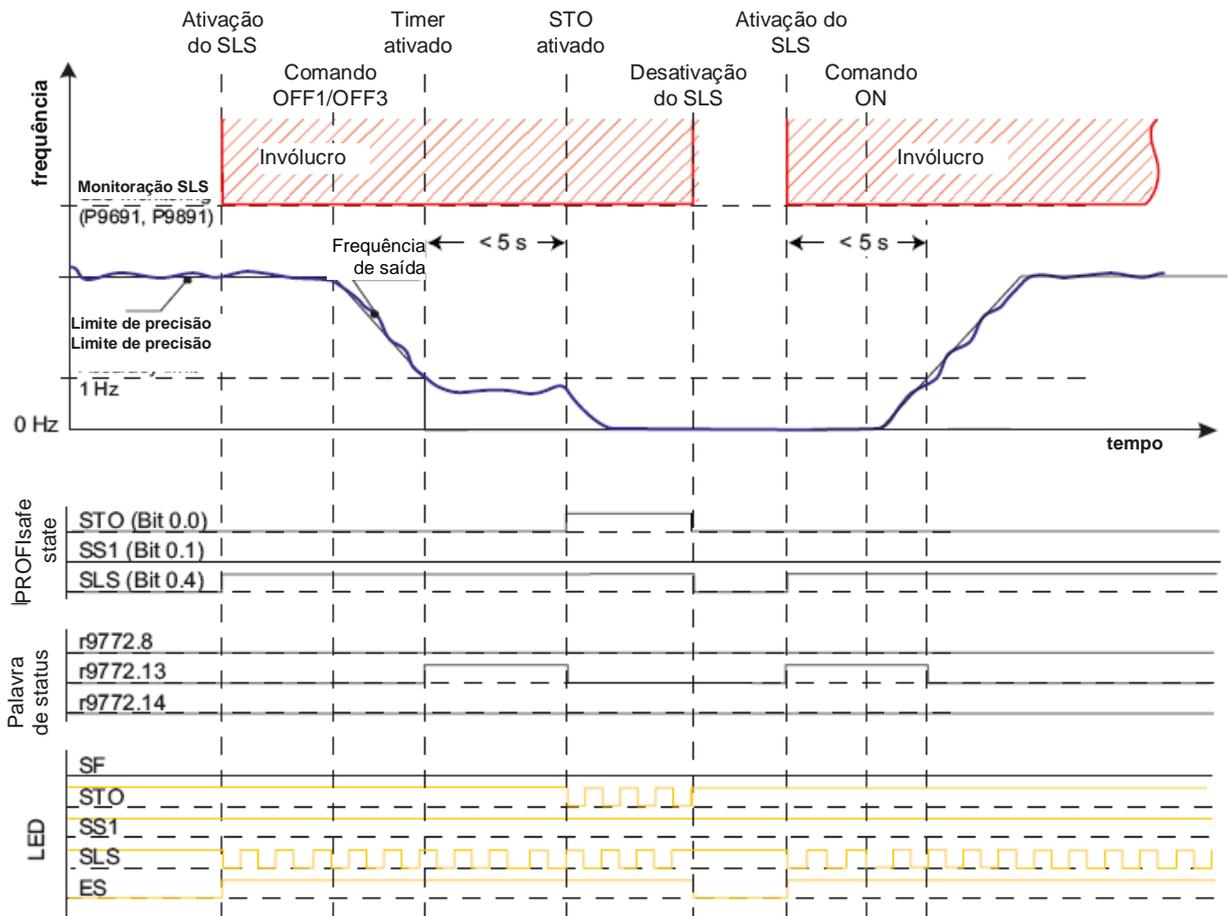


Figura 8-31 SLS

SSL modo 3, caso 3: Ponto de ajuste de frequência cai abaixo do limite de precisão depois da ativação do

SSL modo 3, caso 4: Ativação do SLS, seguida por um comando OFF1/OFF3 => ponto de ajuste de frequência cai abaixo do limite de precisão => STO, seguido pela ativação e desativação do STO pelo usuário => reinício exige comando ON

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca

Comando OFF1/OFF3

- Ponto de ajuste de frequência cai abaixo do limite de precisão
- STO ativado se a frequência cair abaixo do limite de precisão

Ativação do STO =>

- Monitoração SLS ainda ativada
- Invólucro ainda ativado

Desativação do STO =>

- STO é desativada
- Timer é iniciado
- Para dar a partida novamente, um comando ON é necessário. Se – depois de 5 s – a frequência de saída estiver acima do limite de precisão, o inversor opera em SLS modo 3; caso contrário, um STO é acionado imediatamente.

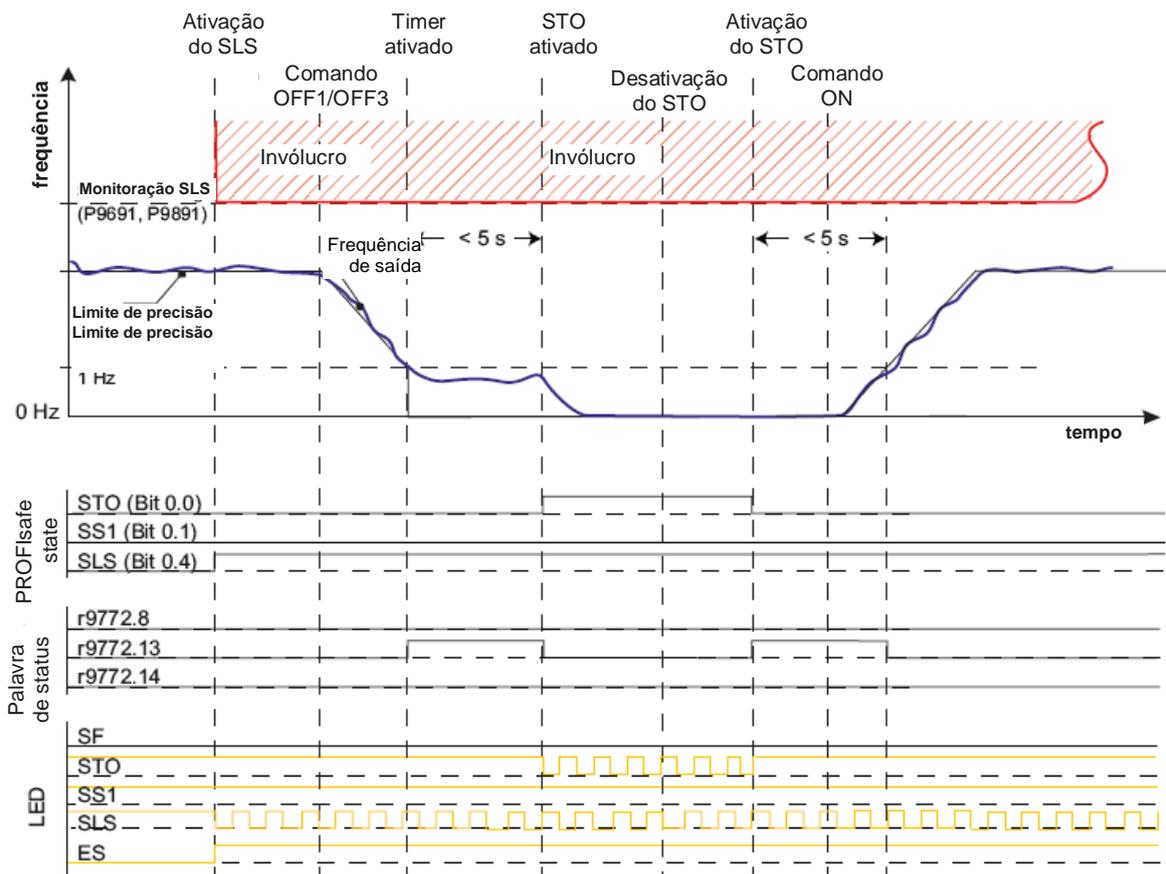


Figura 8-32 SSL modo 3, caso 4: Ponto de ajuste de frequência cai abaixo do limite de precisão com ativação do STO pelo usuário

SSL modo 3, caso 5: Ativação do SLS com monitoração SLS > ponto de ajuste de frequência > limite de precisão – seguido pela inversão do ponto de ajuste

Ativação do SLS =>

- Monitoração SLS ativada
- LED SLS pisca

Inversão do ponto de ajuste, como  $| \text{monitoração SLS} | > | \text{configuradano} | > | \text{limite de precisão} |$ . Se levar 5 s ou mais a partir do limite de precisão (1 Hz) até o limite de precisão inverso (-1 Hz), o inversor é desarmado. Caso contrário, ele funciona sem desarmar.

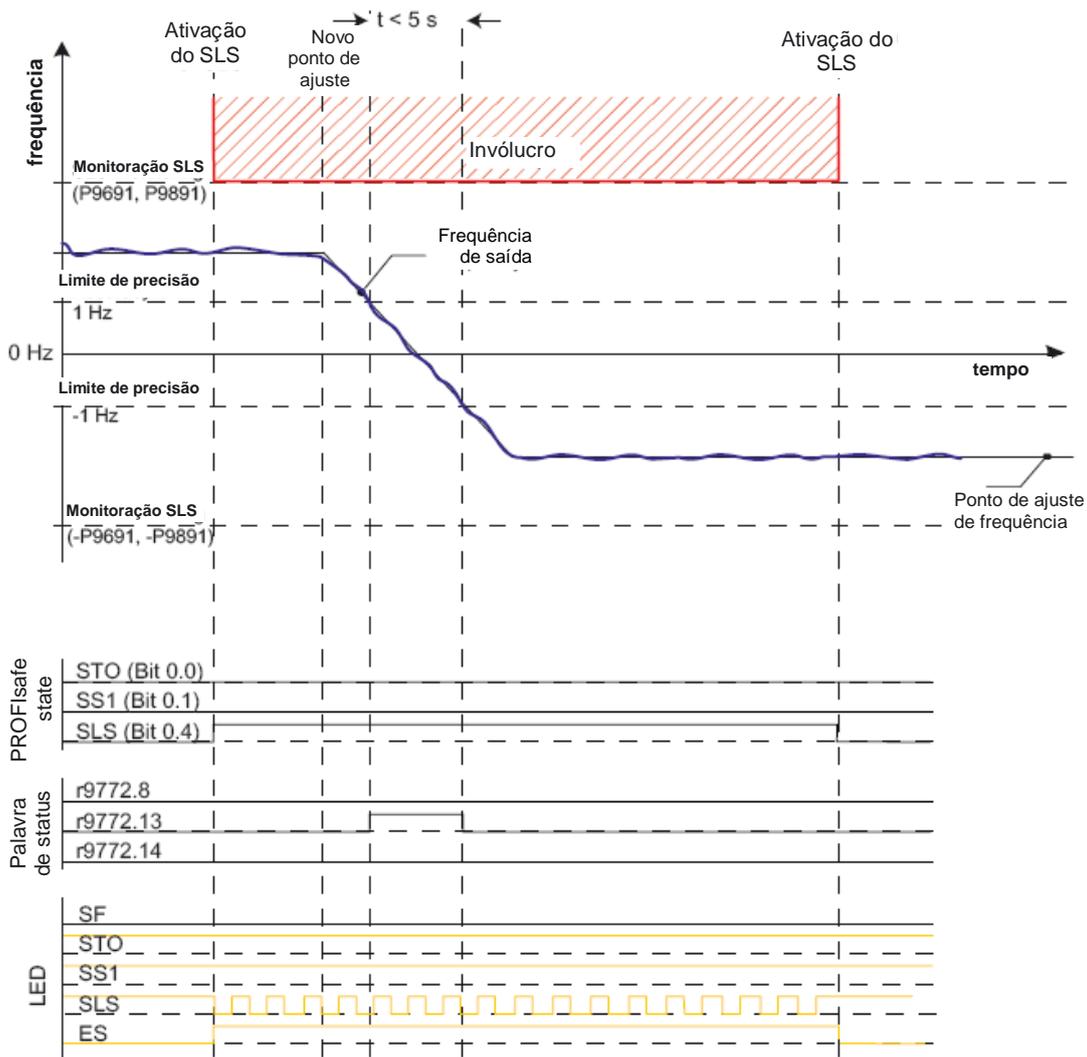


Figura 8-33 SSL modo 3, caso 5: Ativação do SLS com cruzamento zero

- SSL modo 3, caso 6: Ativação do SLS com monitoração SLS > ponto de ajuste de frequência >
- Ativação do SLS =>
- Monitoração SLS ativada
  - LED SLS pisca

Novo ponto de ajuste. Se o novo ponto de ajuste for abaixo do limite de precisão, um timer de 5 s é iniciado. Se o ponto de ajuste ainda estiver abaixo do limite de precisão, o inversor é desarmado com STO

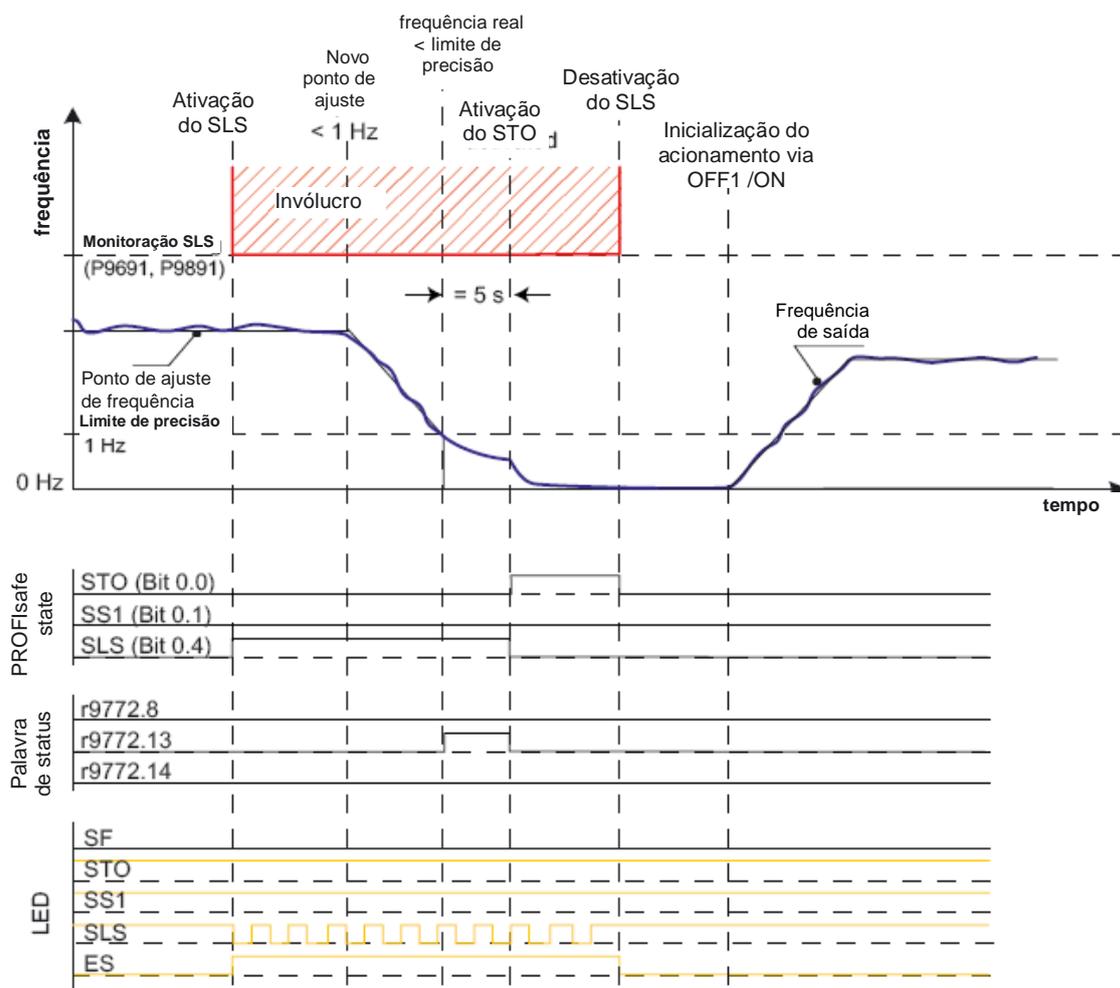


Figura 8-34 SSL modo 3, caso 6: Ponto de ajuste novo (< limite de precisão) depois da ativação do SLS

- SSL modo 3, caso 7:      Monitoração SLS > ponto de ajuste de frequência
- Ativação do SLS =>      • Monitoração SLS ativada  
                                      • LED SLS pisca

Se o ponto de ajuste de frequência cair abaixo da monitoração SLS< um STO é acionado imediatamente.

- Desativação do SLS =>      • Monitoração SLS desligada  
                                      • Para iniciar novamente, o STO passivado deve ser reconhecido e um novo comando ON é necessário para elevar o ponto de ajuste de frequência.

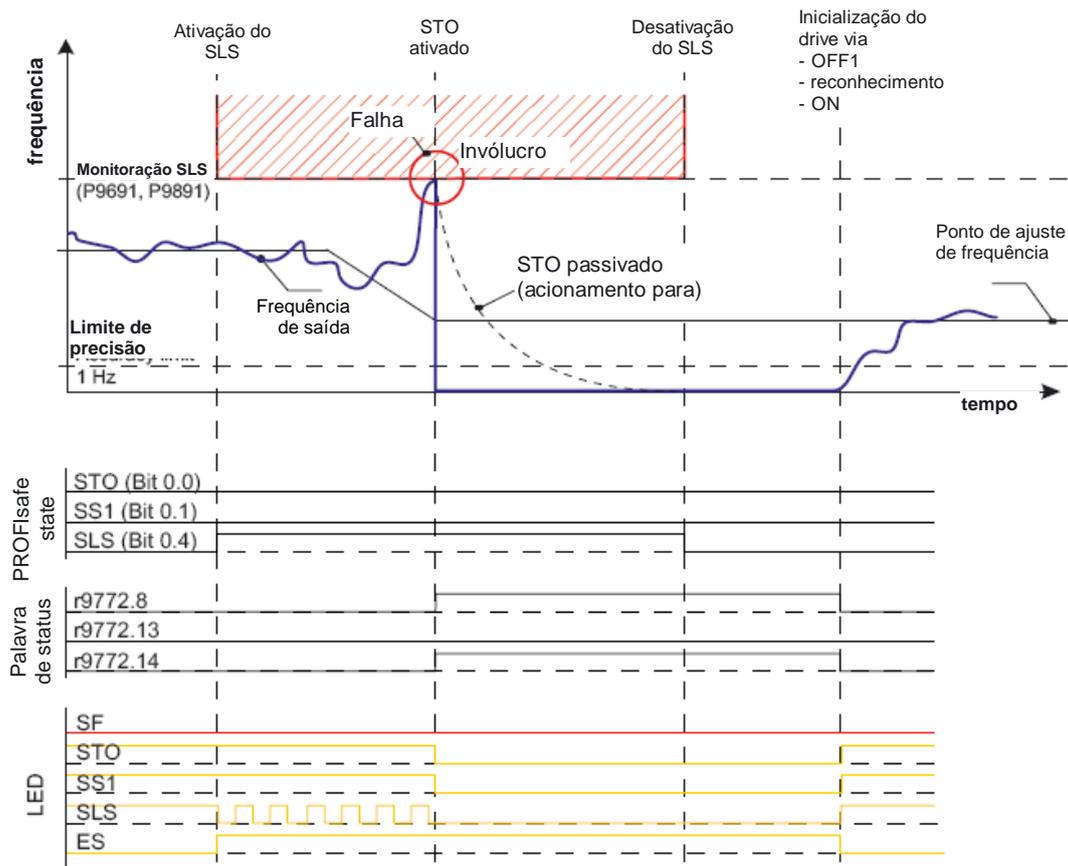


Figura 8-35      SSL modo 3, caso 7: Monitoração SLS > ponto de ajuste de frequência



## 8.7 Controle seguro de frenagem

### Dados

Faixa dos parâmetros:	P0003, P0010, P1215 P9601/P9801 P9602/P9802 P9761, P9799/P9899, r9798/r9898, P3900
Advertências	A1691, A1692, A1696, A1699
Falhas	F1600, F1616, F1630

### Descrição

A função de controle seguro de frenagem (SBC) foi implementada para gerar um sinal a prova de falhas para controlar um freio EM.

Pré-requisito: P1215 = 1 e relé opcional de controle seguro de frenagem

Para ativar a função de controle seguro de frenagem, os seguintes parâmetros devem ser configurados: P9602 = P9802 = 1 (configuração de fábrica é 0).

Em caso de P9602 = P9802 = 1, o sinal de retorno do controle seguro de frenagem é monitorado. Isso testa o circuito do sinal, e não o freio EM propriamente dito.

Este sinal de teste não interfere no funcionamento normal do freio mecânico. Se houver freio mecânico instalado e o teste falhar, uma condição de falha é indicada pelo inversor.

#### Observação

Quando a dinamização forçada é realizada, os caminhos de parada do freio do motor também são testados. Isso resulta num breve comando de abertura (2 ms a 28 ms) do freio do motor.

A parte mecânica do freio normalmente requer mais de 30 ms para abrir. Isso significa que esta operação dinâmica geralmente tem influência no eixo do motor propriamente dito. Entretanto, o usuário é responsável pela utilização do freio com tempos de abertura > 30 ms.

O SBC é ativado nos seguintes casos:

- STO
- STO passivado
- SS1

O estado do SBC é indicado em r9772.14. Se o SBC for desativado por P9602 = P9802 = 0, então o r9772.14 é 0 (freio aberto), mesmo se o freio for fechado a partir de um controle não seguro de freio (ex: MHB). A falha F1630 ocorre se houver algum erro.

## Funções que dependem do módulo de alimentação

### 9.1 Freios eletrônicos

#### Visão Geral

Existem três tecnologias eletrônicas de frenagem para inversores:

- Frenagem CC
- Frenagem composta

Estes freios param efetivamente o motor e evitam possíveis condições de sobretensão do circuito CC. A figura a seguir mostra interdependência das funções eletrônicas de frenagem.

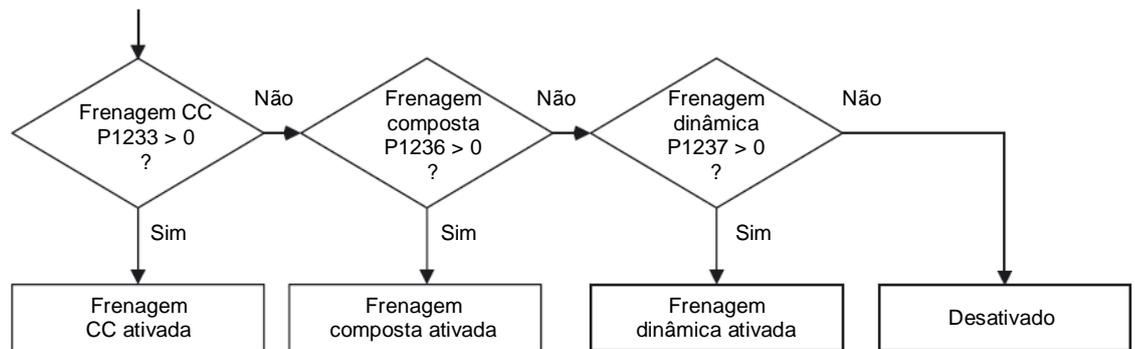


Figura 9-1 Interdependência dos freios eletrônicos

### 9.1.1 Frenagem CC

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1230, P1233 P1232, P1234 r0053 Bit00
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

Se um comando OFF1 ou OFF3 for emitido, o motor desacelera conforme uma rampa de frenagem parametrizada. Uma rampa “plana” deve ser selecionada para não desarmar (desligar) o inversor por causa da alta energia regenerativa que pode causar uma condição de sobretensão do circuito CC. Se o motor tiver que ser freado mais rápido, o freio CC deve ser ativado enquanto houver comando OFF1 ou OFF3 presente. Na frenagem CC, em vez de reduzir continuamente a frequência de saída/tensão durante a fase OFF1 ou OFF3, uma corrente/tensão CC é inserida a partir de uma frequência selecionável (consulte a sequência 1).

O motor pode ser parado em menos tempo usando a frenagem de corrente CC (freio CC). A frenagem CC é selecionada da seguinte maneira:

- Depois de OFF1 ou OFF3 (o freio CC é liberado via P1233) - **Sequência 1**
- Selecionada diretamente usando um parâmetro BICO P1230 - **Sequência 2**

Para frenagem CC, uma corrente CC é forçada no estator, resultando num torque de frenagem significativo para um motor de indução. A magnitude, duração e frequência do início da frenagem podem ser configuradas para a corrente de frenagem e, portanto, para o torque de frenagem, por meio dos parâmetros adequados. Portanto, o freio CC pode suportar operações de frenagem de aproximadamente < 10 Hz ou evitar/minimizar o aumento da tensão do circuito CC para frenagem regenerativa. Isso ocorre porque a energia é absorvida diretamente no motor. A vantagem essencial e a principal aplicação dos freios CC é o fato de que um torque de retenção pode ser gerado na parada (0 Hz.). Isso é importante, por exemplo, para aplicações nas quais após o posicionamento, qualquer movimento do sistema mecânico/produto em si pode resultar em desperdício.

A frenagem CC é usada principalmente para:

- Centrifugas
- Serras
- Esmerilhadoras
- Esteiras rolantes

## Sequência 1

1. Ativada usando P1233
2. A frenagem CC é ativada com os comandos OFF1 ou OFF3 (veja a figura a seguir).
3. A frequência do inversor é reduzida conforme a rampa parametrizada em OFF1 ou OFF3 até a frequência na qual a frenagem CC deve ser iniciada – P1234. Isso significa que a energia cinética do motor pode ser reduzida sem pôr o inversor em risco. Entretanto, se o tempo de descida for muito curto, existe o risco de que uma falha seja indicada como resultado de uma condição de sobretensão do circuito CC – F0002.
4. Os pulsos do inversor são inibidos durante o tempo de desmagnetização P0347.
5. A corrente de frenagem necessária P1232 é então forçada durante o tempo de frenagem selecionado P1233. A condição é exibida usando o sinal r0053 bit 00.

Os pulsos do inversor são inibidos depois que o tempo frenagem tiver terminado.

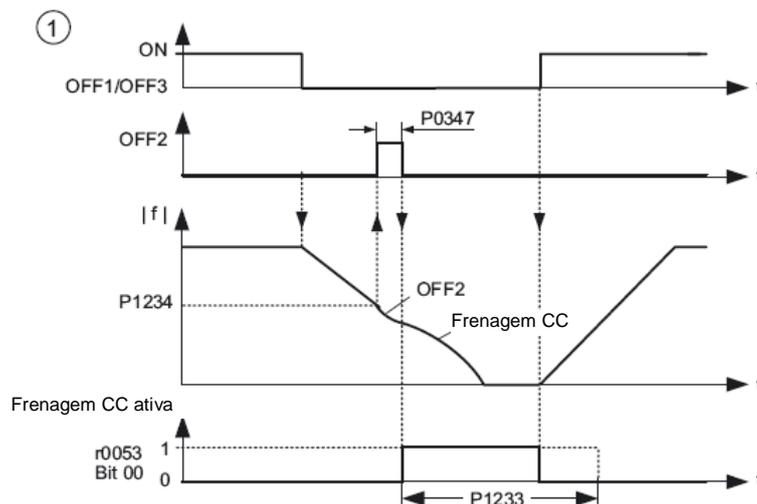


Figura 9-2 Frenagem CC depois de OFF1/OFF3

**Sequência 2**

1. Ativado e selecionado usando o parâmetro BICO P1230 (veja a figura a seguir).
2. Os pulsos do inversor são inibidos durante o tempo de desmagnetização P0347.
3. A corrente de frenagem selecionada P1232 é forçada desde que a frenagem CC esteja ativada (P1230 = 1) e o motor esteja freado. Este estado é exibido usando o sinal r0053 bit 00.
4. Depois que a frenagem CC tiver sido cancelada, o motor acelera de volta até o ponto de ajuste de frequência até a velocidade do motor ficar compatível com a frequência de saída do inversor. Se não houver compatibilidade, existe o risco de que uma falha seja indicada como resultado da sobrecorrente – F0001. Isso pode ser evitado ativando-se a função de reinício automático.
5. Se ocorrer qualquer falha durante P1230 = 1, a corrente CC é configurada como zero. O motor não acelera mesmo que a falha seja reconhecida. Um novo comando ON é necessário.
6. Se o freio CC for ativado novamente, a corrente de frenagem P1232 é forçada desde que P1230 = 1.

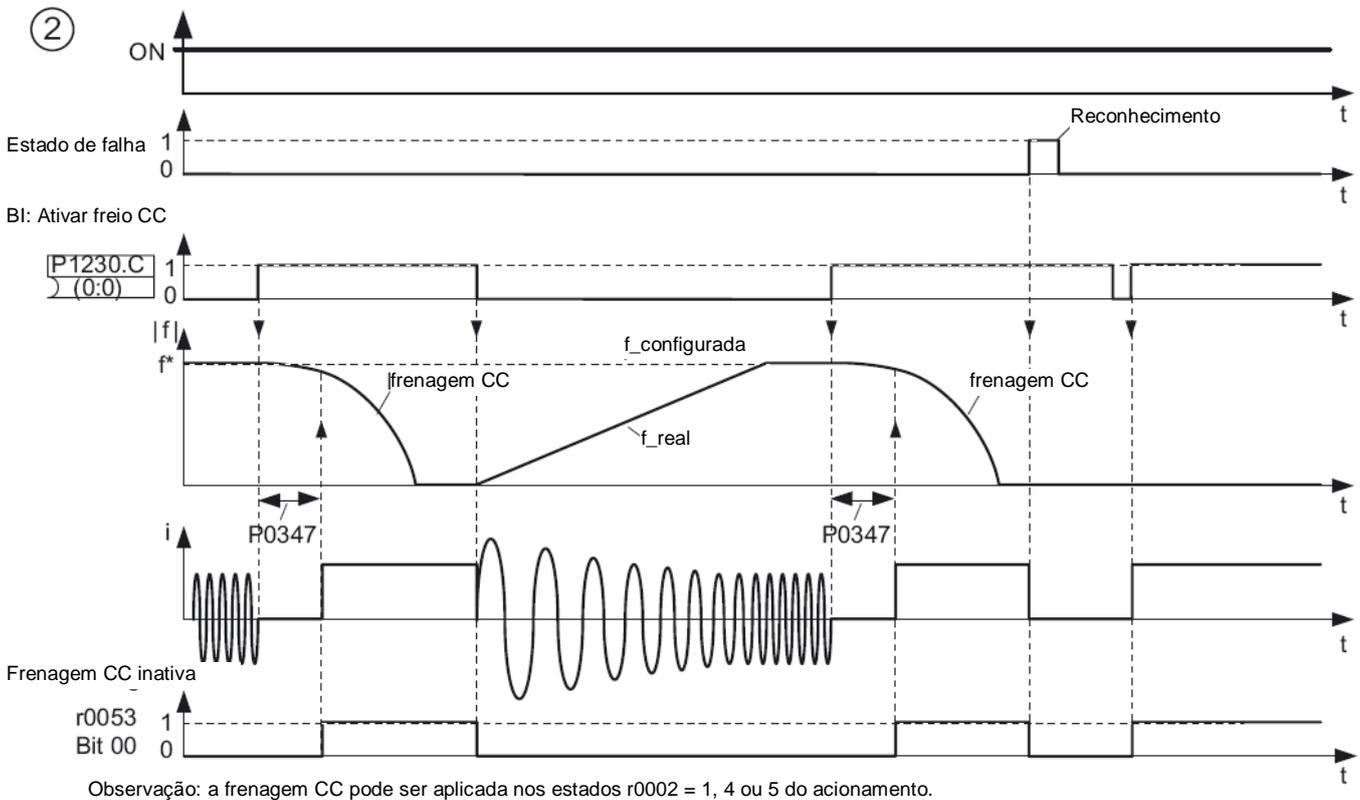


Figura 9-3 Frenagem CC depois de seleção externa

**Observação**

1. A função de “frenagem CC” só é prática para motores de indução!
2. A frenagem CC não é adequada pra manter cargas suspensas!
3. Na frenagem CC, a energia cinética do motor é convertida em energia térmica. O motor pode superaquecer se o tempo de frenagem for muito longo!
4. Durante a frenagem CC, não nenhuma outra maneira de influenciar a velocidade do motor usando controles externos. Ao parametrizar e configurar o sistema do motor, e sempre que possível, a frenagem CC deve ser testada usando cargas reais!

### 9.1.2 Frenagem composta

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1236
Advertências:	-
Falhas:	-
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

Na frenagem composta (ativada usando P1236), a frenagem CC é sobreposta à frenagem regenerativa (na qual o motor regenera na linha de alimentação conforme freia ao longo da rampa). Se a tensão do circuito CC exceder o limite de ativação composto  $V_{CC-Comp}$  (veja a figura a seguir), então a corrente CC é forçada como função de P1236. Nesse caso, a frenagem é possível com uma frequência controlada (circuito fechado) do motor e retorno regenerativo mínimo. A frenagem efetiva é obtida sem ter que usar componentes adicionais otimizando o tempo de descida (P1121 para OFF1 ou quando frear de f1 para f2, P1135 para OFF3) e usando a frenagem composta P1236.

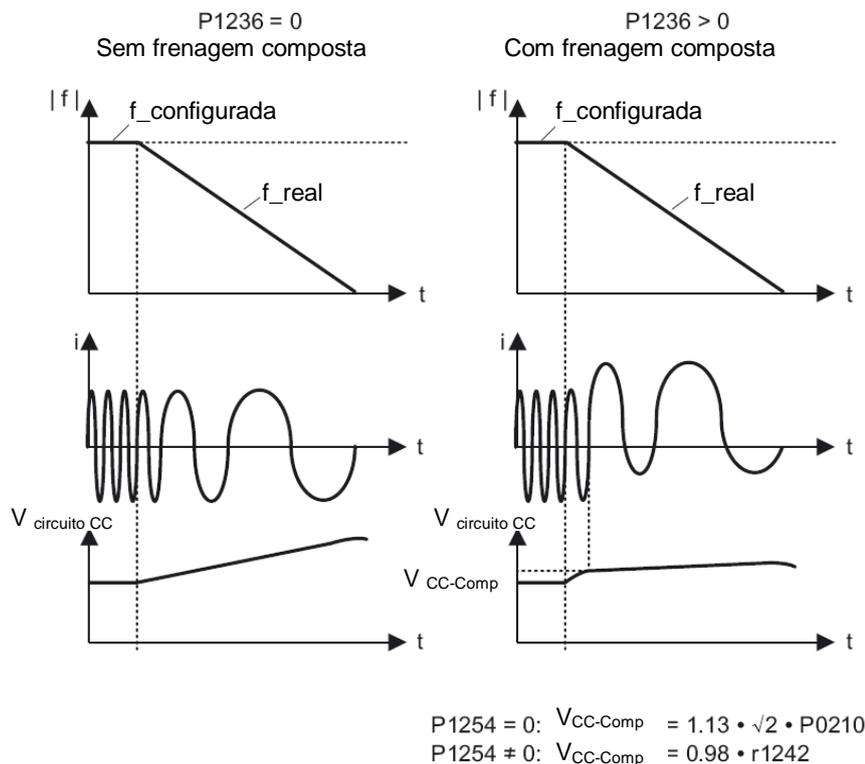


Figura 9-4 Frenagem composta

O limite de ativação da frenagem composta  $V_{DC-Comp}$  é calculado como função do parâmetro P1254 (detecção automática dos níveis de ativação do  $V_{DC}$ ) tanto diretamente, usando a linha de alimentação P0210, como indiretamente, usando a tensão do circuito CC e r1242 (consulte a fórmula na figura anterior).



**ADVERTÊNCIA**

Na frenagem composta, a frenagem regenerativa é sobreposta à frenagem CC (frenagem ao longo de uma rampa). Isso significa que os componentes da energia cinética e da carga do motor são convertidos em energia térmica no motor. Isso pode causar superaquecimento do motor se a perda de força for muito alta ou se o freio funcionar por muito tempo!

---

**Observação**

Ativo somente em conjunto com o controle V/f. A frenagem composta é desativada se:

- a função de reinício automático estiver ativa,
- A frenagem CC estiver ativa, e
- O controle de vetor estiver selecionado.

O limite de ativação da frenagem composta  $V_{CC-Comp}$  depende de P1254:  $V_{CC-Comp}(P1254 = 0) \neq V_{CC-Comp}(P1254 \neq 0)$

---

## 9.2 Freio dinâmico

### Visão Geral

Existem duas tecnologias de frenagem dinâmica para inversores:

- Resistor Chopper
- Frenagem regenerativa

### Funções do módulo de alimentação

Tabela 9-1 Funções relacionadas ao módulo de alimentação

	SINAMCIS G120			SINAMICS G120D	ET 200S FC	ET 200pro FC
	PM240	PM250	PM260	PM250D	IPM25	
Frenagem dinâmica por meio do resistor	X	---	---	---	---	---
Frenagem dinâmica por meio de	---	X	X	X	X	X

### 9.2.1 Frenagem dinâmica

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1237
Advertências:	A0535
Falhas:	F0022
Número do gráfico da função:	-

#### Descrição

Em certos estados de várias aplicações de motor, o motor pode regenerar. Os exemplos destas aplicações incluem:

- Guindastes
- Motores de tração
- Esteiras rolantes que transportam cargas para baixo.

Quando o motor está em modo regenerativo, a energia do motor é alimentada de volta no circuito CC do motor por meio do inversor. Isso significa que a tensão do circuito CC aumenta, e quando o limite superior é atingido, o inversor é desligado (desarmado) com a falha F0002. Este desligamento (desarme) pode ser evitado usando a frenagem dinâmica. Ao contrário das frenagens CC e composta, esta técnica exige a instalação de um resistor de frenagem externo.

As vantagens da frenagem dinâmica com resistor incluem:

- A energia regenerativa não é convertida em calor no motor.
- É significativamente mais dinâmica e pode ser usada em todos os estados operacionais (não somente quando um comando OFF é emitido).

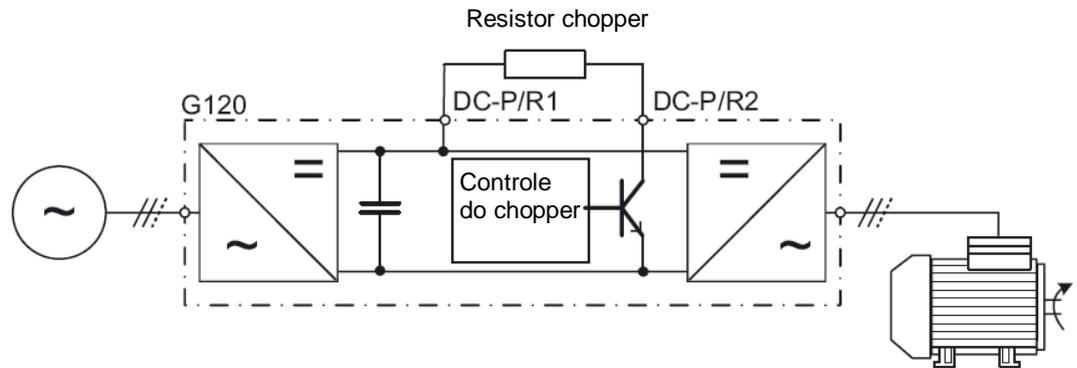


Figura 9-5 Conexão do resistor chopper (de frenagem)

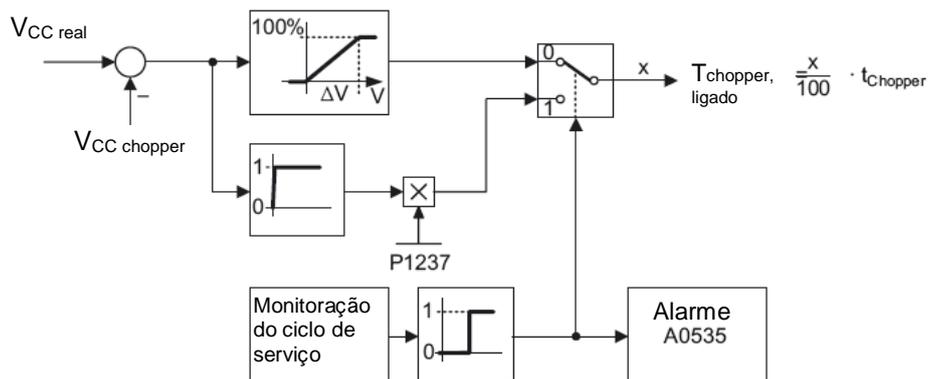
A energia de frenagem no circuito CC é convertida em calor quando o freio dinâmico é acionado (ativado usando P1237). A energia é convertida em calor usando o resistor chopper com tensão controlada (resistor reator). Quando a energia regenerativa é alimentada de volta no circuito CC, e conseqüentemente o limite  $V_{CC, Chopper}$  do circuito CC é excedido, o resistor chopper é ligado usando um interruptor semicondutor eletrônico.

Limite de ativação do resistor chopper:

$$\text{If } P1254 = 0: V_{DC, Chopper} = 1.13 \cdot \sqrt{2} \cdot V_{\text{alimentação}} = 1.13 \cdot \sqrt{2} \cdot P0210$$

$$\text{Caso contrário: } V_{CC \text{ chopper}} = 0.98 \cdot r1242$$

O limite de ativação do chopper  $V_{CC \text{ chopper}}$  é calculado como função do parâmetro P1254 (detecção automática dos níveis de ativação do  $V_{CC}$ ) tanto diretamente usando a linha de alimentação P0210 como indiretamente usando a tensão do circuito CC e r1242.

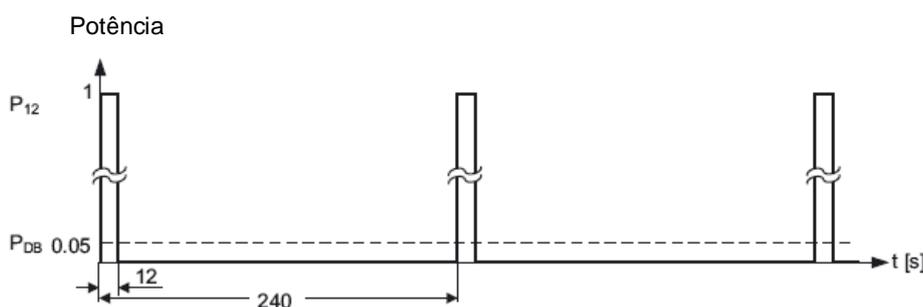


Rede elétrica		
	200 - 240 V	380 - 480 V
$\Delta V$	9.8 V	17.0 V
		500 - 600 V
		21.3 V

Figura 9-6 Modo de operação da frenagem dinâmica

A energia regenerativa (frenagem) é convertida em energia térmica usando o resistor chopper. Para isso, um módulo de frenagem (controle do chopper) é integrado ao circuito CC. O chopper do módulo de frenagem liga o resistor com uma relação marca-espço correspondente à energia regenerativa a ser dissipada. O módulo de frenagem só é ativado se, como resultado da operação regenerativa, a tensão do circuito CC for superior ao limite de ativação do chopper  $V_{CC \text{ chopper}}$ . Isso significa que o módulo de frenagem não fica ativo na operação normal do motor.

O resistor do chopper é projetado somente para uma potência específica e um certo ciclo de serviço de carga, e pode absorver uma quantidade limitada de energia de frenagem dentro de um período de tempo específico. Os resistores do chopper especificados no catálogo tem ciclo de serviço de carga conforme mostrado na figura a seguir.



$P_{DB}$  = potência contínua  
 $P_{12} = 20 P_{DB}$  = potência permissível por 12 s a cada 240 s

Figura 9-7 Ciclo de serviço de carga – resistores chopper

Este ciclo de serviço de carga é salvo no inversor para  $P1237 = 1$  ( $\rightarrow 5\%$ ). Se os valores forem excedidos por causa da carga exigida, então quando a energia de frenagem máxima aceitável for atingida, a monitoração do ciclo de serviço da carga controla o chopper de forma que o valor será reduzido para o valor inserido no parâmetro P1237. Isso significa que a energia a ser dissipada no resistor chopper é reduzida, e a tensão do circuito CC aumenta rapidamente devido à energia regenerativa disponível e o inversor é desligado (desarmado) devido à condição de sobretensão no circuito CC.

Se a potência contínua do ciclo de serviço da carga do resistor for muito alta, então a capacidade contínua pode ser quadruplicada usando quatro resistores numa configuração de circuito de ponte (veja a figura a seguir). Além disso, nesse caso, o ciclo de serviço de carga deve ser aumentado usando o parâmetro P1237 a partir de  $P1237 = 1$  ( $\rightarrow 5\%$ ) até  $P1237 = 3$  ( $\rightarrow 20\%$ ). Quando a ponte é usada, o interruptor de sobretensão dos resistores deve ser conectado em série e incorporado no circuito de falha. Isso garante que, quando o resistor superaquecer, o sistema/inversor completo é desligado.

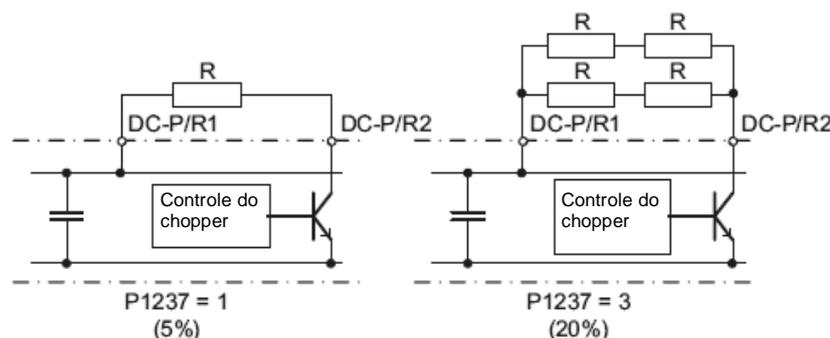


Figura 9-8 Aumento do nível de energia de frenagem que pode ser absorvido

A potência contínua e o ciclo de serviço de carga são modificados usando o parâmetro P1237. Se a monitoração do ciclo de serviço de carga comutar da potência de pico (100%) para a potência contínua, ela é dissipada por um tempo ilimitado no resistor de frenagem. Ao contrário do resistor de frenagem, conforme relacionado no catálogo, o controle do chopper pode ser operado permanentemente com 100% de potência.

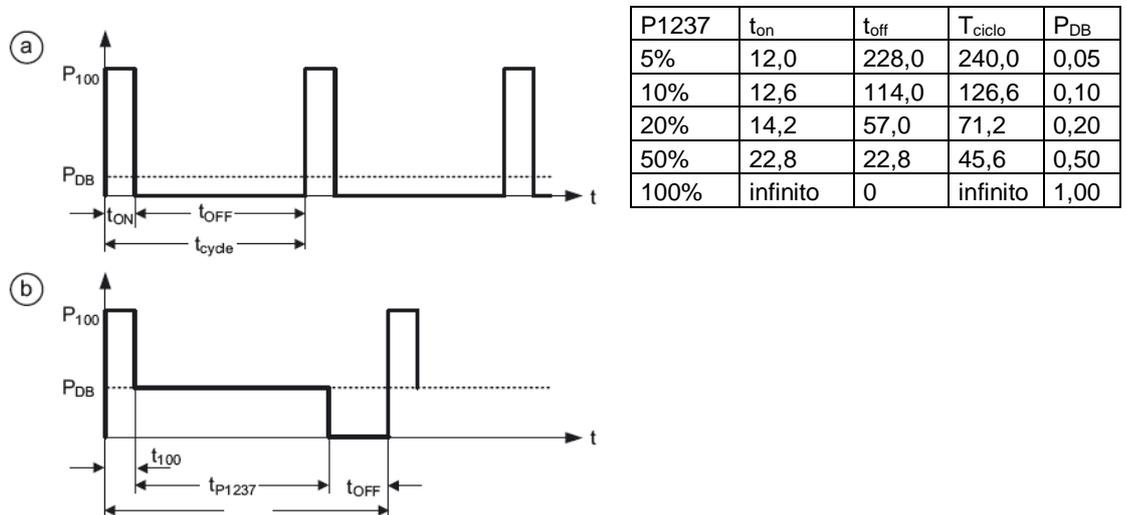


Figura 9-9 Ciclo de serviço de carga do chopper

O módulo de frenagem é integrado ao inversor, e o resistor de frenagem pode ser conectado usando os terminais externos DC-P/R1 e R2 (para mais detalhes, consulte as instruções de operação do módulo de alimentação correspondente). O DC-P/R1 é o terminal positivo do resistor de frenagem e R2 é o terminal negativo do resistor de frenagem.

**⚠ ADVERTÊNCIA**

Resistores de frenagem, que são instalados no inversor, devem ser projetados para que possam tolerar a potência dissipada.

Se um resistor de frenagem inadequado for usado, existe risco de incêndio e o inversor associado poderá ser danificado significativamente.

O controle do chopper, integrado ao inversor, é projetado para o valor do resistor de frenagem designado no catálogo, por exemplo:

- Módulo de alimentação PM240 6SL3224-0BE24-0AA0
- Resistor de frenagem 6SL3201-0BE12-0AA0
- Valor do resistor de frenagem 160 Ω

Resistores de freio com valor de resistência inferior podem destruir o inversor. Nesse caso, deve ser usada uma unidade de frenagem externa.

Quando os resistores de frenagem estão em funcionamento, a temperatura aumenta – não toque! Assegure-se de que haja espaço suficiente ao redor da unidade e ventilação adequada.

Um interruptor de proteção de temperatura deve ser usado para proteger as unidades contra superaquecimento.

**Observação**

O limite de ativação do chopper  $V_{CC}$  do resistor de frenagem dinâmica depende de P1254.

$V_{CC \text{ chopper}} (P1254 = 0) \neq V_{CC \text{ chopper}} (P1254 \neq 0)$

Os módulos externos de frenagem (unidades de chopper), incluindo o resistor de frenagem, podem ser usados com todos os tamanhos de inversores. Quando o sistema é projetado, o módulo/resistor de frenagem em particular deve ser levado em consideração.

**9.2.2 Frenagem regenerativa****Dados**

Faixa dos parâmetros:	P0640 P1082, P1531 r1537
Falhas:	F0028
Número do gráfico da função:	-

**Descrição**

Para certas aplicações de acionamentos, o motor pode operar como gerador em estados de operação específicos. Exemplos típicos destes tipos de aplicação incluem:

- Guindastes
- Acionamentos transversais
- Esteiras rolantes nas quais o material é transportado para baixo

Na operação regenerativa do motor, a energia do motor é alimentada de volta na linha de alimentação por meio do inversor e por meio do retificador comutado da linha do inversor. A capacidade de potência regenerativa depende da velocidade do motor e dos parâmetros de limitação da corrente ou tensão.

A potência regenerativa máxima é limitada a 100% da potência nominal (HO) do inversor. Além disso, ela depende – especialmente em frequências baixas – do valor de limitação de corrente (veja a figura “potência regenerativa”).

**As vantagens da frenagem regenerativa incluem:**

- A energia cinética não é convertida em calor no motor.
  - A energia cinética não tem que ser convertida em calor por um resistor externo
  - A resposta dinâmica é significativamente maior e pode ser usada em todos os estados operacionais (não somente para comandos OFF).
  - Permite frenagem precisa ao longo da rampa
- É possível realizar operação regenerativa contínua – ex: guindastes

### Regeneração com modo de controle V/f (P1300 < 20)

A potência regenerativa pode ser limitada via P0640. Se a potência regenerativa exceder o limite por mais de 5 s, o inversor é desarmado com F0028.

### Regeneração com modo de controle de vetor

A potência regenerativa pode ser limitada via P1531. Se a potência regenerativa exceder o limite, o acionamento não é capaz de manter seu ponto de ajuste.

O gráfico a seguir mostra os parâmetros de limitação.

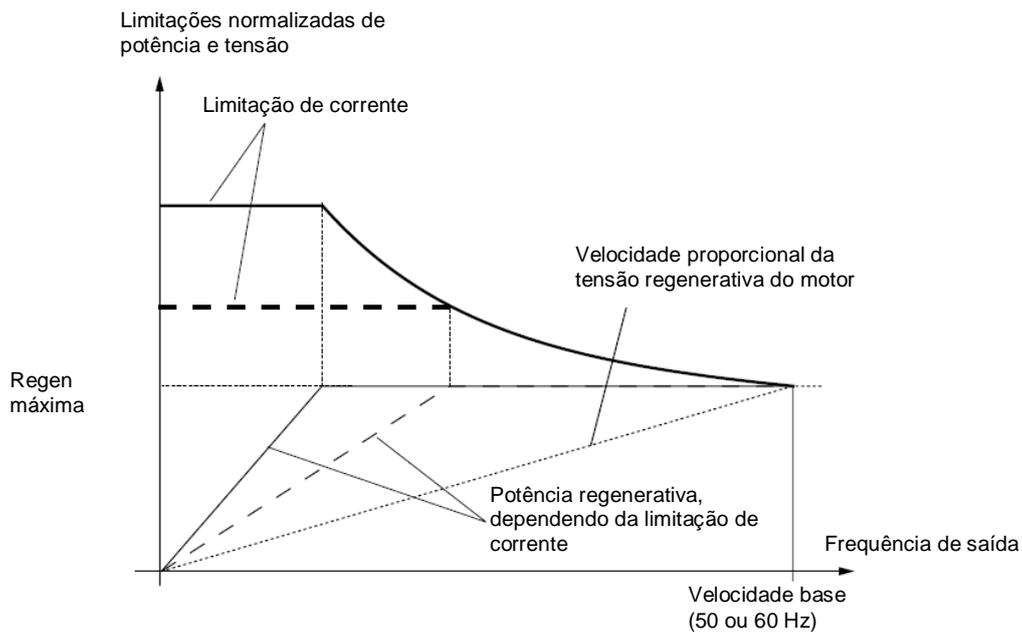


Figura 9-10 Potência regenerativa

#### Observação

Se o retorno regenerativo na linha de alimentação for necessário à frequência nominal, a frequência máxima (P1082) deve ser maior que a frequência nominal do motor (P0310).

#### CUIDADO

Se a potência alimentada de volta na linha de alimentação exceder a potência nominal do inversor, o inversor desarma com F0028.

O cliente deve garantir que a classificação nominal do inversor de sua aplicação está correta com base no limite de potência regenerativa.

## 9.3 Controlador de tensão do circuito CC

### 9.3.1 Circuito fechado de controle Vcc

#### Visão Geral

Além das frenagens CC, composta e dinâmica, é possível evitar condições de sobretensão do circuito CC usando o circuito fechado de controle de tensão do circuito CC. Com esta técnica, a frequência de saída é modificada automaticamente durante a operação de forma que o motor não entre muito no modo regenerativo.

Usado o controlador de tensão do circuito CC, também é possível evitar que o inversor seja desligado (desarmado) durante quedas breves de alimentação – que causam condições de subtensão do circuito CC. Também nesse caso, a frequência de saída é modificada automaticamente pelo controlador de tensão do circuito CC durante o funcionamento. Ao contrário da condição de sobretensão, nesse caso o motor funciona com operação regenerativa aumentada para poder suportar e armazenar a tensão do circuito CC.

#### Sobretensão do circuito CC

- **Causa**

O motor regenera e alimentação muita energia de volta no circuito CC.

- **Solução**

A tensão do circuito CC é reduzida ainda mais usando o controlador  $V_{cc\_max}$  e reduzindo o torque regenerativo para zero.

#### Subtensão do circuito CC

- **Causa:**

Falha ou queda da tensão da linha de alimentação (blecaute ou queda de energia)

- **Solução**

Um torque regenerativo é inserido no motor operacional para compensar as perdas existentes e assim estabilizar a tensão do circuito CC. Esta técnica é realizada usando o controlador  $V_{cc\_min}$  e é conhecida como buffer cinético.

### 9.3.2 Controlador Vcc\_max

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1240, r0056 bit 14 r1242, P1243 P1250 – P1254
Advertências:	A0502, A0910, A0911
Falhas:	F0002
Número do gráfico da função:	FP4600

#### Descrição

Uma breve carga regenerativa pode ser manuseada usando esta função (ativada usando P1240) sem desligar (desarmar) o inversor com a mensagem de falha F0002 (“sobretensão do circuito CC”). Neste caso, a frequência é controlada (circuito fechado) de forma que o motor não entre muito na operação regenerativa.

Se o inversor regenerar muito quando a máquina é freada por causa de um tempo de descida P1121 muito curto, então o tempo da rampa de frenagem é automaticamente estendido e o inversor é operado no limite de tensão do circuito CC r1242 (veja a figura a seguir). Se o circuito CC novamente cair abaixo do limite r1242, então o controlador Vcc\_Max retira a extensão da rampa de frenagem.

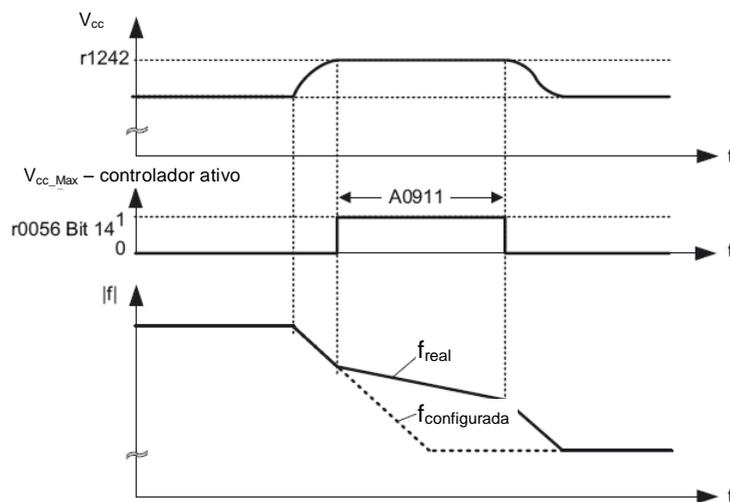


Figura 9-11 Controlador Vcc\_max

Por outro lado, se o controlador Vcc\_Max aumentar a frequência de saída (ex: para uma carga regenerativa estável), então o controlador Vcc\_Max é desativado pela função interna de monitoração do inversor, e a advertência A0910 é emitida. Se a carga regenerativa continuar, o inversor é protegido usando a falha F0002.

Além de controlar o circuito CC (circuito fechado), o controlador Vcc\_Max suporta os processos de estabilização da velocidade no final da fase de aceleração. Este é o caso se houver disparo excessivo e o motor brevemente entrar em operação regenerativa (efeito de amortecimento).

#### Observação

Se a tensão do circuito CC exceder o limite de ativação r1242 (nível de ativação do Vcc\_Max) do controlador Vcc\_max no estado “pronto”, então o controlador Vcc\_Max é desativado e a advertência A0910 é emitida.

Causa: A tensão da linha de alimentação não é compatível com a situação da aplicação

Solução: Consulte os parâmetros P1254 e P0210.

Se, no estado de “funcionamento”, a tensão do circuito CC exceder o limite de ativação r1242 e se a saída do controlador Vcc\_max for limitada pelo parâmetro P1253 por aproximadamente 200 ms, então o controlador Vcc\_max é desativado e a advertência A0910 e a falha F0002, quando relevantes, são emitidas.

Causa: Tensão P0210 da linha de alimentação ou tempo de descida P1121 muito baixos  
O momento de inércia da carga do motor é muito alto

Solução: Consulte os parâmetros P1254, P0210 e P1121.

Use um resistor de frenagem

### 9.3.3 Buffer cinético

#### Dados

Faixa dos parâmetros:	P1240 r0056 bit 15 P1245, r1246, P1247 P1250 P1256, P1257
Advertências:	A0503
Falhas:	F0003
Número do gráfico da função:	FP4600

#### Descrição

Falhas breves da linha de alimentação podem ser colocadas em buffer usando a função de buffer cinético (ativada usando P1240). Falhas da linha de alimentação são colocadas em buffer usando a energia cinética (isto é, momento de inércia) da carga do motor. Neste caso, o pré-requisito é que a carga do motor tenha momento de inércia suficientemente alto – isso é, tenha energia cinética suficiente.

Usando esta técnica, a frequência é controlada (circuito fechado) de forma que a energia seja alimentada no inversor a partir do motor regenerativo, cobrindo assim as perdas do sistema. As perdas durante a falha da linha de alimentação ainda permanecem, o que significa que a velocidade do motor diminui. Quando o buffer cinético é usado, deve ser levado em conta que a velocidade do motor é reduzida.

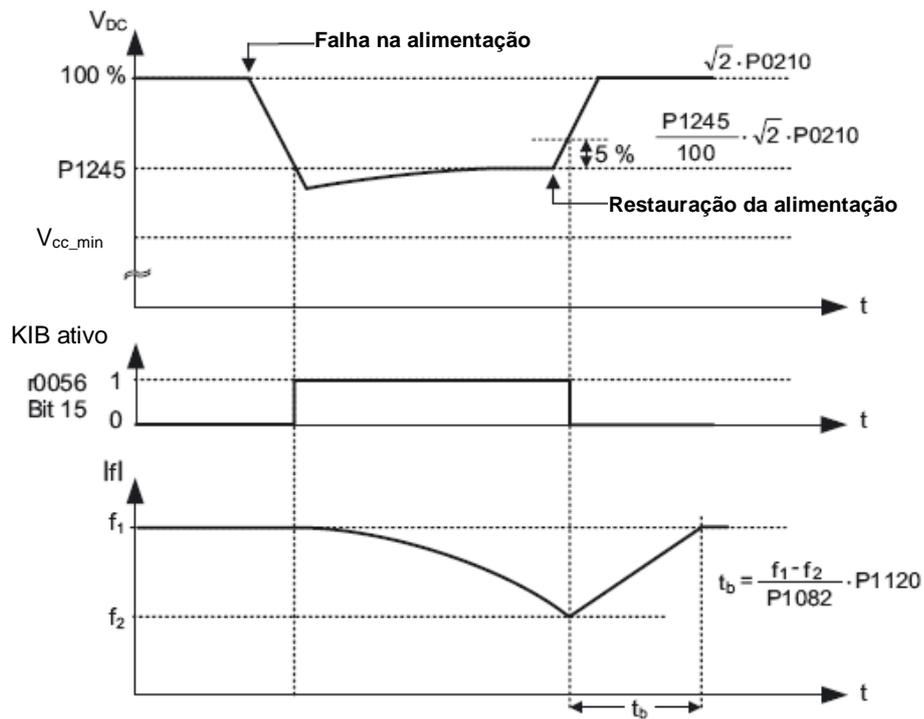


Figura 9-12 Buffer cinético (controlador V<sub>cc\_min</sub>)

Quando a alimentação retorna, a energia é alimentada novamente a partir do lado da linha e a frequência de saída do inversor retorna para o ponto de ajuste selecionado ao longo da rampa definida pelo gerador da função de rampa.

**Observação**

Quando a tensão do circuito CC cair abaixo do mínimo V<sub>cc\_min</sub>, a falha F0003 "subtensão" é emitida e o inversor é desligado. O limite de subtensão V<sub>cc\_min</sub> depende do tipo de inversor e da tensão da linha de alimentação.

O limite de desligamento de subtensão do circuito CC é 430 V.

## Lista de Abreviações

### A.1 Abreviações

#### Abreviações

Tabela A-1 Abreviações

Abreviações	Estado
A	
CA	Corrente alternada
A/D	Conversor analógico/digital
ADR	Endereço
AFM	Modificação adicional de frequência
AG	Unidade de automação
AI	Entrada analógica
AK	Solicitar identificador
AO	Saída analógica
AOP	Painel de operação avançado
ASIC	Circuito integrado específico da aplicação
ASP	Ponto de ajuste analógico
ASVM	Modulação de vetor de espaço assimétrico
B	
BCC	Caractere de verificação do bloco
BCD	Código binário decimal
BI	Entrada binector
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit
BICO	Binector/conector
BO	Saída binector
BOP	Painel básico do operador
C	
C	Comissionamento
CB	Quadro de comunicação
CCW	Sentido anti-horário
CDS	Conjunto de dados de comando
CE	Comunidade Européia
CI	Entrada do conector
CM	Gerenciamento de configuração
CMD	Comando
CO	Saída do conector

Abreviações	Estado
CO/BO	Saída do conector/saída do binector
COM	Comum (terminal conectado em NO ou NC)
CT	Comissionamento, pronto para funcionar
CU	Unidade de controle
CUT	Comissionamento, acionamento, pronto para funcionar
CW	Sentido horário
D	
DAP	Ponto de acesso do dispositivo
D/A	Conversor digital/analógico
CC	Corrente contínua
DDS	Conjunto de dados do acionamento
DI	Entrada Digital
DIP	Interruptor DIP
DO	Saída Digital
DP	E/S distribuídas
DP-V1	Transferência de dados acíclica (função PROFIBUS estendida)
DS	Estado do acionamento
E	
ECD	Diagrama de circuito equivalente
EEC	Comunidade Econômica Européia
EEPROM	Memória elétrica apagável programável somente leitura
ELCB	Disjuntor de vazamento de aterramento
EMC	Compatibilidade eletromagnética
EMF	Força eletromagnética
ES	Sistema de engenharia
FAQ	Perguntas frequentes
F	
FFB rápido	Blocos de função de programação rápida livre
FB	Bloco de função
FCC	Controle de fluxo de corrente
FCL	Limitação rápida de corrente
FF	Frequência fixa
FFB	Blocos de função de programação livre
FOC	Controle orientado ao campo
FREQ	Frequência
FSA	Quadro tamanho A
FSB	Quadro tamanho B
FSC	Quadro tamanho C
FSD	Quadro tamanho D
FSE	Quadro tamanho F
FSF	Quadro tamanho F
G	

Abreviações	Estado
GSD	Arquivo de dados do dispositivo (Geräte Stamm Datej)
GSG	Guia de inicialização rápida
GUI ID	Identificador global único
H	
HIW	Valor real principal
IHM	Interface homem máquina
HO	Sobrecarga alta (torque constante)
HSW	Ponto de ajuste principal
HTL	Lógica de transistor de alta tensão
I	
E/S	Entrada/saída
IBN	Comissionamento
IGBT	Transistor bipolar de porta isolada
IND	Sub-índice
J	
JOG	JOG
K	
KIB	Buffer cinético
L	
LCD	Tela de cristal líquido
LED	Diodo emissor de luz
LGE	Comprimento
LO	Sobrecarga leve (torque variável)
LWL	Condutor de fibra ótica
M	
MHB	Freio de retenção do motor
MLP	Pacote multilínguas
MOP	Potenciômetro operado pelo motor
MMC	Micro cartão de memória
N	
NC	Normalmente fechado
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (Associação Nacional de
NO	Normalmente aberto
O	
OLM	Módulo de circuito óptico
OLP	Conector de circuito óptico
OM	Gerente de objeto
OPI	Instruções de operação
P	
PAP	Ponto de acesso ao parâmetro
PID	Controlador derivativo proporcional integral
PKE	ID do parâmetro

Abreviações	Estado
PKW	Canal do parâmetro (Parâmetro/Kennung/Wert))
PLC	Controle lógico programável
PM	Módulo de alimentação
PM-IF	Interface do módulo de alimentação
PNU	Número do parâmetro
PNO	PROFIBUS Nutzerorganisation
PPO	Objeto de dados do processo do parâmetro
PTC	Coeficiente positivo de temperatura
PWE	Valor do parâmetro
PWM	Modulação por largura de pulso
Pxxxx	Parâmetro de escrita
PZD	Área dos dados do processo (Prozeßdaten)
Q	
QC	Comissionamento rápido
R	
RAM	Memória RAM
RCCB	Disjuntor de corrente residual
RCD	Dispositivo de corrente residual
RFG	Gerador da função de rampa
RFI	Interferência de radiofrequência
ROM	Memória ROM
RPM	Revoluções por minuto
rxxxx	parâmetros somente leitura de sinais analógicos
S	
SBC	Controle seguro de frenagem
SLVC	Controle de vetor sem sensor
SLS	Velocidade limitada com segurança
SOL	Link da opção serial
SS1	Safe Stop 1
STO	Safe Torque Off
STW	Palavra de controle
STX	Início do texto
SVM	Modulação de vetor de espaço
T	
TTL	Lógica transistor-transistor
U	
USS	Interface serial universal
V	
V/f	Tensão/frequência
VC	Controle de vetor
VT	Torque variável
W	

<b>Abreviações</b>	<b>Estado</b>
WEA	Reinicialização automática
Z	
ZSW	Palavra de condição
ZUSW	Ponto de ajuste adicional



# Índice remissivo

## 2

Controle de 2 fios, 145, 147

## A

Entradas analógicas, 174

Saídas analógicas, 176

Reinicialização automática, 60

## B

Parametrização BICO, 171

Tecnologia BICO, 29

Tecnologia de binector, 29 freio  
eletromecânico, 73 instante, 79

freio  
retenção do motor, 74

## C

Temperatura do chip, 53

Circuito fechado de controle, 105

Circuito fechado de controle de tensão CC, 245

Circuito fechado de controle de torque, 137, 139

Frenagem composta, 237

Limitação de corrente, 117, 143

## D

Conjuntos de dados, 66

Frenagem CC, 234

Sobretensão do circuito CC, 245

Subtensão do circuito CC, 245

Entradas digitais, 169

Frequências fixas, 153

Saídas digitais, 172

Queda, 136

Freios dinâmicos, 239

Frenagem dinâmica, 239 dinamização  
forçada, 186  
processo, 187

controle de tempo forçado, 186

## E

Freio eletromecânico, 73

Freios eletrônicos, 233

## F

Funções a prova de falhas, 179

FFB rápido, 94

Blocos de função rápidos livres, 94

FFB, 94

Frequências fixas, 153

Reinício automático, 62

Reinício automático com codificador de velocidade, 63

Reinício automático sem codificador de velocidade, 63

Dinamização forçada, 186

Blocos de função livres, 94 controle de frequência  
mudança para controle de torque, 140

## H

Temperatura do dissipador, 53

## I

Controlador  $I_{max}$ , 117

Monitoração  $i_{2t}$ , 53

Entradas e saídas, 169 freio instantâneo, 79

## J

JOG, 43

## K

Buffer cinético, 247

## L

Limitação do ponto de ajuste de torque, 142

Falha da linha de alimentação, 61

Subtensão da linha, 61  
Monitoração do torque de carga, 49

## M

Tempo máximo de reação à falha, 188  
Modificação – ponto de ajuste de frequência, 81  
Funções de monitoração/mensagens, 46  
Parâmetros de monitoração, 22  
Monitoração das funções a prova de falhas, 186  
Identificação de dados do motor, 33  
Freio de retenção do motor, 74

## O

Circuito aberto de controle, 105  
Respostas de sobrecarga, 53

## P

Parâmetro

Atributos, 23  
Índice, 23

Atributo do parâmetro

Nível de acesso, 24

Ativo, 27

BICO, 24

Pode ser alterado, 25

Tipo de dados, 25

Agrupamento, 26

Comissionamento rápido, 27

Unidade, 26

Faixa de valores, 27

Parâmetros

Conjuntos de dados, 28

Controlador PID, 157

Controle PID do rolo bailarino, 161

Ponto de ajuste PID fixo, 166

Potenciômetro motorizado PID, 165

Posicionamento de rampa de descida, 40

Monitoração de temperatura e sobrecarga do módulo de alimentação, 53

Proteção do módulo de alimentação, 52

Dinamização do processo, 187

## R

Gerador da função de rampa, 84  
Frenagem regenerativa, 243

## S

Controle seguro de frenagem, 231

Função Safe Stop 1, 196

Função Safe Torque OFF, 193

Observações sobre segurança

Advertências, cuidados e avisos gerais, 12

Instruções de segurança, 11

Canal de ponto de ajuste, 81

Controle padrão Siemens, 147

Compensação de deslocamento, 113

SLS

modo 0, 202 modo 1, 210 modo 2, 218, 223

Controlador de velocidade, 133 codificador de velocidade

Reinício automático com, 63

Reinício automático sem, 63

Limitação de parada, 143

mudança de controle frequência para controle de torque, 140

## T

Funções de monitoração térmica, 53

Dinamização forçada com tempo controlado, 186

controle de torque

mudança de controle de frequência, 140

Limitação de torque, 142

## V

Controle V/f, 106

Controlador Vcc\_Max, 246

Controle de vetor, 119

com codificador de velocidade, 128

sem codificador de velocidade, 121

Reforço de tensão, 110



**Siemens AG**

Setor Industrial  
Tecnologias de  
acionamento  
Acionamentos padrão  
Postfach 32 69  
D-91050 Erlangen

**[www.siemens.de/sinamics-g120](http://www.siemens.de/sinamics-g120)**