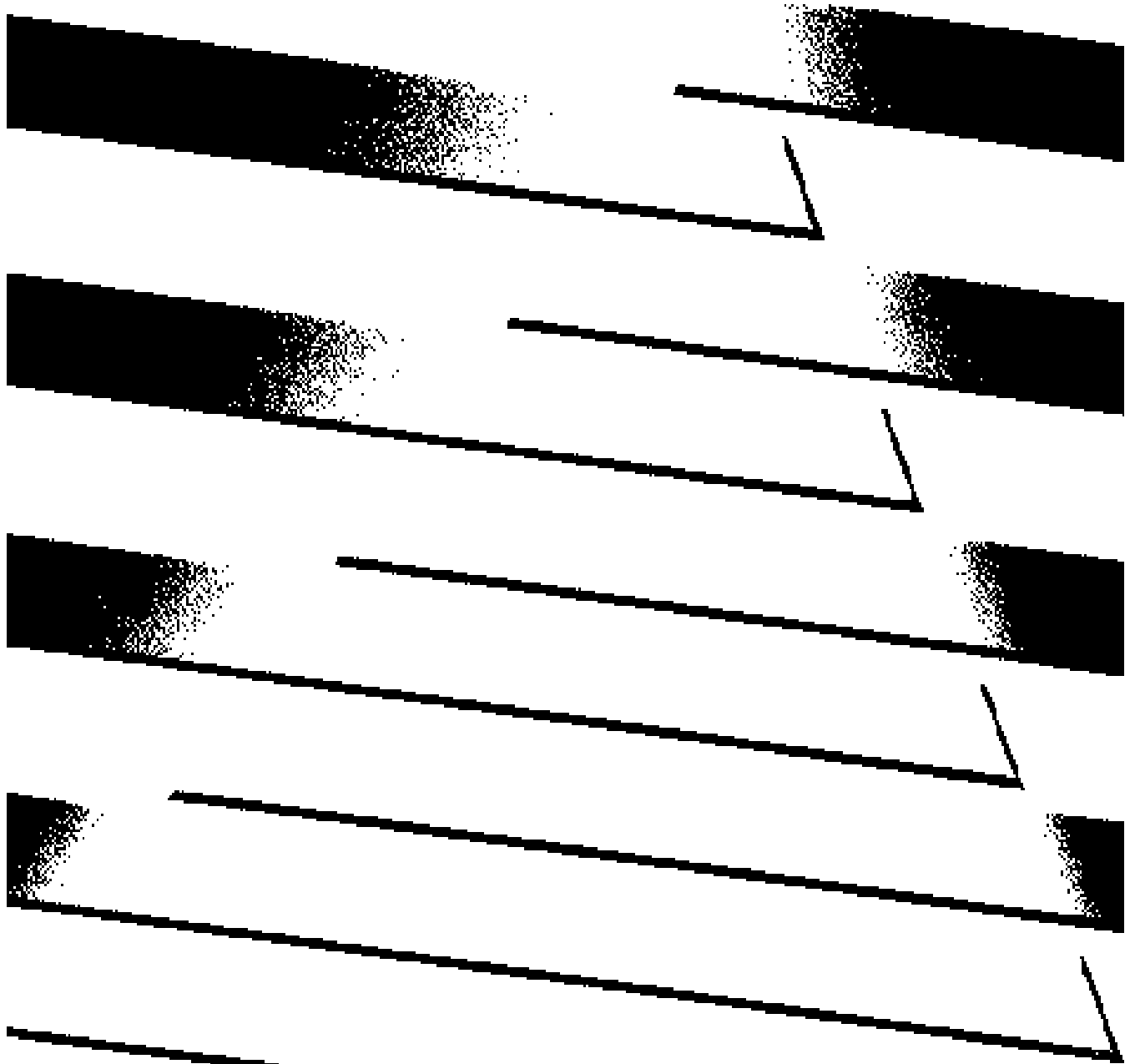




Módulos de E/S Analógica (Cód. Cat. 1746-NI4, NIO4I, NIO4V, NO4I e NO4V)

Manual do Usuário



Em vista da variedade de aplicações deste equipamento, e considerando sua distinta diferença com relação aos equipamentos eletromecânicos, deverá ser verificada a aplicabilidade para cada caso em específico.

As instruções, gráficos e exemplos de configuração que aparecem neste manual têm por finalidade auxiliar no entendimento do texto. Devido às muitas variáveis e exigências associadas com qualquer instalação em particular, a Allen-Bradley não assumirá responsabilidade pelo uso real baseado em ilustrações de aplicações.

É proibida a reprodução, parcial ou total, deste manual sem a permissão por escrito da Allen-Bradley.

CLP® - é marca registrada da
Allen-Bradley Controles Eletrônicos Ltda.

	Prefácio	
	Quem deve Usar esse Manual.....	P-1
	Objetivo do Manual	P-1
	Termos e Abreviações	P-2
	Conteúdo do Manual	P-6
	Referência Bibliográfica	P-6
	Convenções Adotadas nesse Manual	P-7
	Suporte Rockwell Automation	P-8
	Suporte Local de Produtos	P-8
	Assistência Técnica de Produtos	P-8
	Dúvidas e Comentários sobre esse Manual	P-8
Características Gerais	Capítulo 1	
	Como utilizar os Módulos Analógicos	1-1
	Tipos de Módulos Analógicos	1-2
	Módulos de Entrada Analógica 1746-NI4	1-2
	Módulos Combinados de E/S Analógica 1746-NIO4I E NIO4V.....	1-2
	Módulos de Saída Analógica 1746-NO4I E NO4V	1-2
Instalação do Módulo Analógico	Capítulo 2	
	Ferramentas e Equipamentos Utilizados	2-1
	Procedimentos	2-2
Instalação do Módulo Analógico	Capítulo 3	
	Atendimento às Diretrizes da União Européia	3-1
	Diretrizes EMC	3-1
	Alimentação Requerida para um Controlador de Estrutura Modular	3-2
	Alimentação Requerida para um Controlador de Estrutura Fixa.....	3-3
	Configuração do Módulo	3-4
	Ajustes das Mini-seletoras do Módulo 1746-NI4	3-4
	Ajustes das Mini-seletoras dos Módulos 1746-NIO4I e NIO4V	3-5
	Ajustes das Mini-seletoras dos Módulos 1746-NO4I e NO4V	3-5
	Seleção de uma ranhura do Chassi	3-6
	Instalação do Módulo	3-6
	Remoção do Bloco de Terminais do Módulo Analógico	3-7
	Considerações sobre Fiação.....	3-8
	Instruções para Montar a Fiação do Sistema	3-8
	Aterramento do Cabo	3-9
	Comprimento do Cabo	3-9
	Fiação para o Módulo Analógico	3-10
	Identificação e Instalação do Bloco de Terminais	3-12
	Aterramento das Blindagens e Fios Drenos	3-12
	Redução do Ruído Elétrico nos Módulos Analógicos.....	3-16

Operação do Módulo e Considerações sobre o Sistema

Capítulo 4

Interface entre o Módulo e o Controlador.....	4-2
Códigos de Identificação do Módulo	4-2
Endereçamento de Módulos Analógicos	4-2
Endereçamento a Nível de Bit	4-5
Atualização dos Dados Analógicos Realizada pelo Controlador	4-6
Monitoração dos Dados de Entrada e Saída	4-6
Conversão de Dados de Entrada Analógica	4-7
Conversão de Dados de Saída Analógica	4-8
Considerações sobre o Sistema	4-10
Estado Seguro das Saídas	4-10
Opção de Programação Retentiva	4-10
Exemplo de Saída Analógica Retentiva	4-11
Exemplo de Saída Analógica Não-Retentiva	4-11
Durante uma Troca de Modo ou Reciclo de Alimentação	4-12
Detecção de Entrada Fora da Faixa	4-12
Resposta para Desabilitação de Ranhura	4-14
Resposta de Entrada para Desabilitação de Ranhura	4-14
Resposta de Entrada para Desabilitação de Ranhura	4-14
Filtro do Canal de Entrada	4-15

Teste do Módulo

Capítulo 5

Teste do Sistema SLC 500	5-1
Procedimentos de Inicialização	5-1
Inspeção do Módulo Analógico	5-2
Desconexão dos Dispositivos de Movimento	5-2
Energização do Sistema SLC 500	5-3
Teste das Entradas Analógicas	5-4
Teste das Saídas Analógicas	5-6

Exemplos de Programação

Capítulo 6

Endereçamento, Detecção Fora da Faixa e Escala de Entradas Analógicas	6-1
Cálculo da Relação Linear	6-2
Cálculo do Flag Fora da Faixa	6-3
Utilizando o Cálculo Matemático Padrão	6-4
Utilizando a Instrução SCL.....	6-6
Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP)	6-7
Endereçamento e Saídas em Escala.....	6-8
Cálculo da Relação Linear	6-8
Utilizando o Cálculo Matemático Padrão.....	6-10
Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP)	6-12
Offsets de Escala quando >32.767 ou <-32.768	6-14
Cálculo da Relação Linear	6-14
Cálculo da Relação Linear Alterada	6-15
Utilizando o Cálculo Matemático Padrão.....	6-16
Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP)	6-18
Verificação de Faixa e Escala das Saídas e Entradas Analógicas	6-20
Cálculo da Relação Linear	6-20

	Utilizando Instruções de Cálculo Matemático Padrão	6-21
	Verificação da Escala e da Faixa das Saídas e Entradas Analógicas	6-23
	Utilizando a Instrução SCL	6-23
	Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP)	6-24
Manutenção e Segurança	Capítulo 7	
	Manutenção Preventiva.....	7-1
	Considerações sobre Segurança na Localização de Falhas.....	7-2
Especificações	Apêndice A	
	Especificações dos Módulos Analógicos	A-1
	Especificações Gerais para os Módulos NI4, NIO4I, NIO4V, NO4I E NO4V.	A-1
	Especificações Gerais de Entrada para os Módulos 1746-NI4, -NIO4I e -NIO4V.....	A-3
	Especificações de Entrada em Corrente para os Módulos 1746-NI4, -NIO4I e -NIO4V.....	A-4
	Especificações de Entrada em Tensão para os Módulos 1746-NI4, -NIO4I e -NIO4V.....	A-4
	Especificações de Saída em Corrente para os Módulos 1746-NIO4I e -NO4I... ..	A-5
	Especificações de Saída em Tensão para os Módulos 1746-NIO4V e -NO4V... ..	A-6
Números Binários com Complemento de Dois	Apêndice B	
	Valores Decimais Positivos	B-1
	Valores Decimais Negativos	B-2
Calibração do Software de Entrada Analógica Opcional	Apêndice C	
	Calibrando um Canal de Entrada Analógica	C-1
	Cálculo da Calibração do Software.....	C-2
	Procedimento	C-2
	Exemplo de Diagrama Ladder	C-3
Circuitos de Módulo de Entrada e Saída	Apêndice D	
	Circuito de Entrada para os Módulos 1746-NI4, -NIO4I e NIO4V	D-1
	Circuito de Saída de Tensão para os Módulos 1746-NIO4V.....	D-1
	Circuito de Saída de Corrente para os Módulos 1746-NIO4I.....	D-1
	Diagrama de Isolamento.....	D-2

Prefácio

Leia este prefácio para familiarizar-se com o manual. O prefácio apresenta os seguintes tópicos:

- quem deve usar esse manual
- objetivo manual
- termos e abreviações
- convenções adotadas nesse manual
- suporte Rockwell Automation

Quem deve usar esse manual

Esse manual deve ser utilizado pelo responsável pelo projeto, pela instalação, programação ou localização de falhas do sistema de controle que usa os controladores SLC 500 da Rockwell Automation.

É necessário que se tenha um conhecimento básico dos produtos SLC 500. Deve-se entender sobre controladores lógicos programáveis e ser capaz de interpretar as instruções de lógica ladder necessárias para controlar sua aplicação. Se não houver esse conhecimento, entre em contato com a Rockwell Automation para obter informações sobre treinamento, antes de usar o produto.

Objetivo do Manual

Esse manual explica como proceder com a instalação dos módulos analógicos, integrando-os no sistema SLC 500.

Termos e Abreviações

Os termos e as abreviações apresentados abaixo são específicos a esse produto. Para uma listagem completa da terminologia Allen-Bradley, consulte o *Allen-Bradley Industrial Automation Glossary*, Publicação ICCG-7.1.

Bit Menos Significativo (LSB) - O dígito (ou bit) em uma palavra binária (código) que leva o valor de menor peso. Para os módulos analógicos, os códigos binários com complemento de dois de 16 bits são utilizados na tabela imagem de E/S do cartão.

Para entradas analógicas, o LSB é definido como o bit mais à direita (bit 0) do campo do bit 16. Para saídas analógicas, os dois bits mais à direita não são significativos, e o LSB é definido como o terceiro bit da direita (bit 2) do campo de 16 bits.

Canal - Refere-se a um dos quatro sinais da interface de entrada analógica disponível no bloco de terminais do módulo. Cada canal é configurado para a conexão a um RTD ou a um potenciômetro do dispositivo de entrada e possui seu próprio diagnóstico de status de palavra.

Chassi - Uma configuração de hardware que armazena dispositivos, tais como módulos de E/S, módulos adaptadores, módulos do controlador e fontes de alimentação.

Conversão A/D - Geração de um valor digital cuja magnitude é proporcional à magnitude instantânea de um sinal analógico.

Conversão D/A - Geração de um sinal analógico cuja magnitude instantânea é proporcional à magnitude de um valor digital.

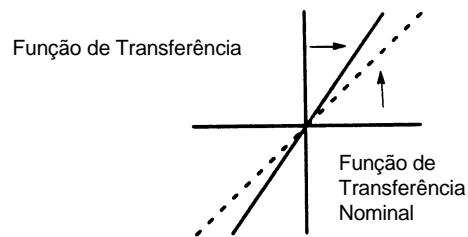
Desvio no Erro de Ganho - O efeito da temperatura no erro do ganho é expresso através do desvio do erro de ganho. Quando a temperatura varia acima de +25°C, o possível erro do ganho aumenta. O desvio do erro do ganho é especificado em porcentagem do valor de entrada ou saída por °C.

Desvio no Erro de Offset - É o efeito da temperatura no erro de offset. Quando a temperatura ultrapassa +25°C, o possível erro de offset aumenta. O desvio no erro de offset é expresso em LSB por °C do fundo de escala.

Erro de Ganho - O "ganho" de uma entrada ou saída analógica é o fator de escala que fornece a relação de conversão nominal. Normalmente, esta é a inclinação da linha em um gráfico corrente ou tensão versus códigos digitais correspondentes.

Figura P.1

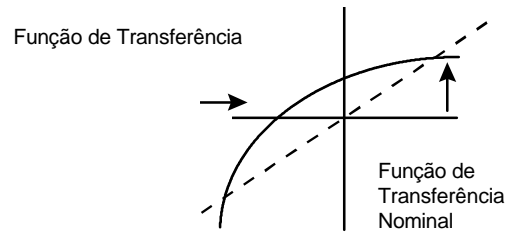
Mudança na inclinação devido ao Erro de Ganho (Exagerado)



O erro de ganho é o desvio do fator de escala ou inclinação da linha do valor nominal ou ideal. O erro de ganho é expresso em porcentagem do valor de entrada ou saída.

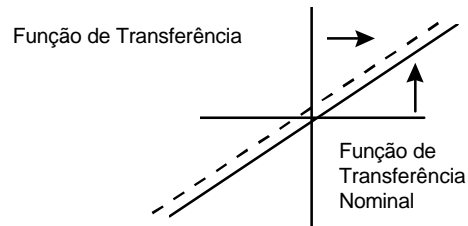
Erro de Linearidade - Uma entrada ou saída analógica é composta de uma série de valores de tensão ou corrente correspondentes aos códigos digitais. Para uma entrada ou saída analógica ideal, os valores se encontram em uma faixa estreita de tensão ou corrente correspondendo a 1LSB. Qualquer desvio de uma entrada ou saída desta faixa é o erro de linearidade da entrada ou saída. A linearidade é expressa em porcentagem da escala total de entrada ou saída.

Figura P.2



Erro de Offset - Para entradas analógicas, o erro de offset é um código digital diferente de zero quando nenhuma corrente ou tensão é aplicada nos terminais de entrada. Para as saídas analógicas, o erro de offset é um código digital diferente de zero necessário para não produzir nenhuma corrente ou tensão nos terminais de saída.

Figura P.3



Estado Seguro - É o estado das saídas analógicas quando o controlador não está no modo Operação. O usuário deve se assegurar que este é um estado seguro para a aplicação.

Faixa de Tensão de Modo Comum - Para entradas analógicas, é a maior diferença de tensão permitida entre o terminal negativo ou positivo e o comum analógico durante a operação diferencial normal.

Fundo de Escala - A magnitude de tensão ou corrente na qual a operação normal é permitida.

Ganho - Índice das magnitudes de sinal de entrada e saída. O “ganho” de uma entrada ou saída analógica é o fator de cálculo que fornece a relação de conversão nominal. Tipicamente, é a rampa da linha quando a tensão ou a corrente analógica é traçada contra os códigos digitais correspondentes.

Número de Bits Significativos - A potência de dois que representa o número total de códigos digitais completamente diferentes podem ser convertidos ou gerados.

Operação Diferencial - É a diferença em tensão entre um terminal positivo e um terminal negativo de um canal.

Precisão Geral - Para saídas, é o pior caso de desvio da tensão ou corrente de saída real em relação à saída ideal através de toda a escala. Para entradas, é o pior caso de desvio da representação digital do sinal de entrada em relação ao ideal através de toda a escala. A precisão geral é expressa em por cento do fundo de escala. Erro de ganho, erro de offset e erro de linearidade contribuem para a precisão dos canais de entrada e saída.

Rejeição de Modo Comum - Para entradas analógicas, é o maior valor de entrada lido pelo controlador devido à tensão de entrada de modo comum, expresso em dB.

Repetibilidade - É a precisão de medidas realizadas repetitivamente para uma mesma variável sob as mesmas condições.

Resolução - É o incremento de corrente ou tensão nominal que se iguala à menor alteração, etapa ou nível, detectada ou representada pelo canal analógico.

Resposta ao Degrau - Para entradas analógicas, é o tempo necessário para o sinal de entrada analógico atingir 95% do seu valor final esperado. Para saídas analógicas, é o tempo necessário para que o sinal de saída atinja 95% do valor final esperado.

Tempo de Atualização - Para entradas analógicas, é o tempo entre as atualizações do valor digital que representa o sinal de entrada analógica na memória do módulo analógico.

Para saídas analógicas, é o tempo entre o instante do recebimento do código digital pelo módulo de saída até a efetiva geração do sinal de saída correspondente.

Tensão de Modo Comum - Para entradas analógicas, é a diferença de tensão entre o terminal negativo e o comum analógico durante a operação diferencial normal.

Tensão Diferencial Máxima - É a maior diferença de tensão permitida entre o terminal negativo e o terminal positivo de um canal.

Conteúdo do Manual

Tabela P.A

Capítulo	Título	Objetivo
	Prefácio	Descreve o objetivo do manual, o background, assim como o público alvo.
1	Visão Geral	Descreve a utilização e os tipos de módulos analógicos.
2	Guia Rápido para Usuários Experientes	Serve como um <i>Guia Rápido de Iniciação</i> em módulos analógicos.
3	Instalação e Fiação dos Módulos Analógicos	Descreve como se realiza a fiação e a instalação dos módulos analógicos.
4	Operação do Módulo e Considerações sobre o Sistema	Operação do Módulo e Considerações sobre o Sistema
5	Teste do Módulo	Descreve como realizar testes com o módulo.
6	Exemplos de Programação	Apresenta programas exemplos com descrição de aplicações típicas onde o módulo analógico pode ser utilizado.
7	Manutenção e Segurança	Apresenta procedimentos para manutenção preventiva e informações sobre segurança.
Apêndice A	Especificações	Apresenta especificações técnicas detalhadas.
Apêndice B	Números Binários com Complemento de Dois	Descreve os números binários com complemento de dois.
Apêndice C	Calibração da Entrada Analógica Opcional via Software	Descreve como calibrar o módulo, utilizando os offsets do software.
Apêndice D	Circuitos de Módulos de Entrada e Saída	Instalação interna dos circuitos de módulos de E/S.

Referências Bibliográficas

A tabela abaixo contém uma lista de publicações com informações importantes sobre os controladores SLC™ e CLP® da Allen-Bradley. Para obter uma cópia de uma dessas publicações, contate a Rockwell Automation ou seu distribuidor.

Para	Consulte	Publicação
Uma visão geral dos produtos da família SLC 500	SLC 500 System Overview	1747-2.30
Uma descrição sobre como instalar e usar o controlador SLC 500 Modular	Installation & Operation Manual for Modular Hardware Style Programmable Controllers	1747-6.2
Uma descrição sobre como instalar e usar o controlador SLC 500 Fixo	Installation & Operation Manual for Fixed Hardware Style Programmable Controllers	1747-NI001
Um manual de procedimentos para os técnicos que utilizam o APS para desenvolver as aplicações de controle.	Allen-Bradley Advanced Programming Software (APS) User Manual	1747-6.4
Um manual de referência que contém o status do arquivo de dados, instrução de configuração e informações sobre localização de falhas do APS.	Allen-Bradley Advanced Programming Software (APS) Reference Manual	1747-6.11
Usuários inexperientes, uma introdução ao APS, contendo conceitos básicos e exercícios simples, que permitem o leitor começar a programar no menor tempo possível.	Getting Started Guide for APS	1747-6.3
Usuários de HHT para desenvolver aplicações de controle, um manual de procedimentos e referências	Allen-Bradley Hand-Held Terminal User Manual	1747-NP002
Iniciantes em HHT, uma publicação contendo conceitos básicos, porém com ênfase em exercícios simples que permitem ao leitor começar a programar no menor tempo possível	Getting Started Guide for HHT	1747-NM009
Um guia de treinamento e referência rápida para o APS.	SLC 500 Software Programmer's Quick Reference Guide Using APS	ABT-1747-TSG001
Um guia de treinamento e referência rápida para o A.I.	SLC 500 Troubleshooting Guide Using A.I. Series	ABT-1747-TSJ21
Um guia de procedimentos comuns para APS.	SLC 500 Family Common Procedures Guide Using APS	ABT-1747-T550
Um guia de procedimentos comuns para A.I.	SLC 500 Family Common Procedures Guide Using A.I. Series	ABT-1747-TSJ51
Informações detalhadas sobre aterramento e instalação dos controladores da Allen-Bradley	Allen-Bradley Programmable Controller Grounding and Wiring Guidelines	1770-4.1
Uma descrição das principais diferenças entre os controladores programáveis de estado sólido e os dispositivos eletromecânicos de instalação	Application Considerations for Solid-State Controls	SGI-1.1
Um artigo sobre tipos e tamanhos de fios para aterramento de equipamentos elétricos	National Electrical Code	Publicado pela National Fire Protection Association of Boston, MA
Uma listagem completa e atual da documentação da Rockwell Automation, incluindo instruções de pedido. Indica também se essa documentação está disponível em CD-ROM ou em outras línguas	Allen-Bradley Publication Index	SD499
Um glossário de termos e abreviações utilizados em automação industrial	Allen-Bradley Industrial Automation Glossary	AG-7.1

Convenções Adotadas nesse Manual

As seguintes convenções serão utilizadas ao longo desse manual:

- Marcadores como esse trazem informações e não etapas de procedimento.
- Os numeradores fornecem etapas seqüenciais ou informações hierárquicas.
- O caracter *Itálico* é utilizado para enfatizar.
- O texto escrito com essa fonte indica as palavras ou frases que você deve digitar.



Essa convenção também é utilizada para chamar a atenção para formações úteis.

Suporte Rockwell Automation

A Rockwell Automation oferece suporte no mundo todo, com mais de 75 escritórios de Vendas/Suporte, 512 distribuidores autorizados e 260 integradores autorizados, espalhados por todo os Estados Unidos, e mais os representantes Rockwell Automation nos principais países do mundo.

Suporte local de produtos

Contate o representante local da Rockwell Automation para:

- vendas e suporte
- treinamento
- suporte em garantia
- contrato de serviço de suporte

Assistência Técnica dos Produtos

Se você precisar contatar a Rockwell Automation para assistência técnica, por favor, primeiro leia o capítulo sobre *Localização de Falhas*. Depois contate um representante da Rockwell Automation.

Características Gerais

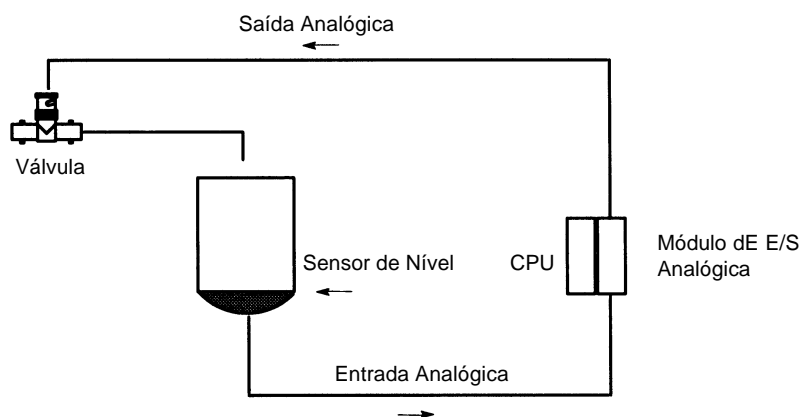
Esse capítulo descreve como o módulo analógico é utilizado, apresentando dois exemplos de aplicação analógica. Os tipos de módulos analógicos disponíveis e suas especificações são também descritos.

Como Utilizar os Módulos Analógicos

Os módulos analógicos referem-se à representação de quantidades através de medições de variáveis físicas contínuas. As aplicações analógicas estão presentes em várias formas. A aplicação a seguir apresenta uma utilização típica de variável analógica.

Nessa aplicação, o controlador SLC 500 controla a quantidade de fluido colocado em um tanque através do ajuste da porcentagem de abertura da válvula. A válvula é inicialmente aberta em 100%. Conforme o nível do fluido no tanque se aproxima do ponto pré-programado, o controlador modifica a saída para reduzir o fechamento da válvula em 90%, 80%, de forma que a mesma mantenha o ponto pré-programado.

Figura 1.1



Tipos de Módulos Analógicos

Módulo de Entrada Analógica 1746-NI4

O Módulo de Entrada Analógica 1746-NI4 contém quatro canais de entrada analógica. Cada canal é configurado individualmente para operar em tensão ou corrente de forma a suportar uma grande variedade de aplicações de controle e monitoração.

Módulos Combinados de E/S Analógica 1746-NIO4I e NIO4V

Os módulos combinados de E/S possuem dois canais de entrada e dois canais de saída em uma única ranhura. O Módulo 1746-NIO4I contém duas entradas em tensão ou corrente, configuradas pelo usuário e duas saídas em corrente por canal. O Módulo 1746-NIO4V contém duas entradas em corrente ou tensão, configuradas pelo usuário e duas saídas em tensão.

Módulos de Saída Analógica 1746-NO4I e -NO4V

Os módulos de saída analógica possuem quatro canais de saída analógica. O Módulo 1746-NO4I contém quatro saídas em corrente e o Módulo 1746-NO4V contém quatro saídas em tensão. Os dois tipos de módulos suportam uma variedade de aplicações de controle e monitoração.

Tabela 1.A

Cód. de Catálogo 1746-	Canais de Entrada por Módulo	Canais de Saída por Módulo	Corrente Requerida pelo Circuito Lógico do Módulo		Alimentação Externa
			5V(máx.)	24V(máx.)	
NI4	4 diferenciais, selecionáveis para tensão ou corrente por canal, não isolados individualmente.	ND	35mA	85mA	ND
NIO4I	2 diferenciais, selecionáveis para tensão ou corrente por canal, não isolados individualmente.	2 saídas de corrente, não isoladas individualmente	55mA	145mA	ND
NIO4V	2 diferenciais, selecionáveis para tensão ou corrente por canal, não isolados individualmente.	2 saídas de tensão, não isoladas individualmente	55mA	115mA	ND
NO4I	ND	4 saídas de corrente, não isoladas individualmente	55mA	195mA	24±10% em 195mA máx. (21,6 a 26,4Vcc) [Ⓞ]
NO4V	ND	4 saídas de tensão, não isoladas individualmente	55mA	145mA	24±10% em 145mA máx. (21,6 a 26,4Vcc) [Ⓞ]

[Ⓞ]Necessário para algumas aplicações.

Para maiores informações sobre especificações, consulte o Apêndice.

Spare Allen-Bradley Parts

Guia Rápido para Usuários Experientes

Esse capítulo pode auxiliá-lo a iniciar o uso dos módulos analógicos. Partimos do pressuposto de que o usuário já tenha um certo conhecimento sobre os produtos SLC 500. É necessário que se entenda sobre o controle do processo eletrônico e seja capaz de interpretar as instruções de ladder exigidas para gerar os sinais eletrônicos que controlam a aplicação.

Devido ao fato de se destinar a usuários experientes, esse capítulo *não* traz explicações detalhadas sobre os procedimentos. No entanto, existem outros capítulos nesse manual que trazem maiores informações.

Se surgir alguma dúvida ou se você desconhecer algum termo ou conceito utilizado, *consulte sempre capítulos remissivos* e outras publicações recomendadas antes de tentar aplicar as informações.

Esse capítulo:

- indica quais ferramentas e equipamentos são necessários
- lista as considerações preliminares
- descreve quando configurar o módulo
- explica como fazer a instalação e a fiação dos módulos
- descreve os procedimentos de ligação do sistema

Ferramentas e Equipamentos Utilizados

Tenha em mãos as seguintes ferramentas e equipamentos:

- chave de fenda pequena
- cabo de comunicação com o comprimento adequado à sua aplicação. (Consulte o capítulo 3, Fazendo a Instalação e a Fiação do Módulo Analógico, para distâncias máximas do cabo.)
- equipamento de programação

Procedimentos

1.	Verificando o conteúdo da caixa	Referência
-----------	--	-------------------

Abra a caixa certificando-se de que nela contém:

- Módulo de E/S Analógica (Código de catálogo 1746-Series)
- Manual do usuário (Publicação 1746-6.4)

Se o kit estiver incompleto, comunique a Rockwell Automation.

2.	Determinando os requisitos de alimentação para o controlador modular.	Referência
-----------	--	-------------------

Verifique os requisitos de alimentação do sistema para saber se o chassi é compatível com o módulo analógico.

- Para sistemas de estrutura modular, calcule a carga total da fonte de alimentação, utilizando os procedimentos descritos no SLC Installation & Operation Manual for modular style controllers (Publicação 1747-6.2) ou SLC 500 Family System Overview (Publicação 1747-2.30).
- Para os controladores SLC 500 de estrutura fixa, consulte a tabela 3.B na página 3-3.

Cap. 3
(Fazendo a
Instalação e a
Fiação do Módulo
Analógico)

Apêndice A
(Especificações)



Cód. de Catálogo 1746-	Corrente Requerida pelo Circuito Lógico do Módulo		Alimentação Externa
	5V(máx.)	24V(máx.)	
NI4	35mA	85mA	ND
NIO4I	55mA	145mA	ND
NIO4V	55mA	115mA	ND
NO4I	55mA	195mA	24±10% em 195mA máx. (21,6 a 26,4Vcc) [Ⓣ]
NO4V	55mA	145mA	24±10% em 145mA máx. (21,6 a 26,4Vcc) [Ⓣ]

[Ⓣ]Necessário para algumas aplicações.

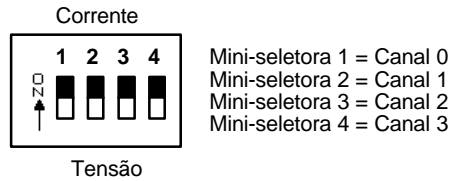
3.	Configurando o módulo através das chaves mini-seletoras	Referência
-----------	--	-------------------

Cada canal de entrada analógica pode ser configurado tanto em tensão quanto em corrente. Localize as chaves no módulo e configure-as de acordo com sua aplicação.

Cap. 3
(Fazendo a Instalação e a Fiação do Módulo Analógico)

-  ON - Configura o canal para entrada de corrente
-  Off - Configura o canal para entrada de tensão

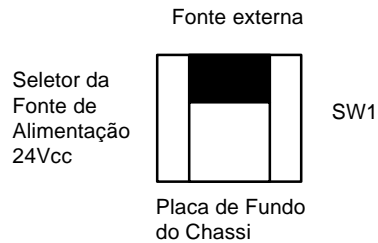
1746-NI4



1746-NIO4I, NIO4V



1746-NO4I, NO4V



4. Instalando o módulo.	Referência
--------------------------------	-------------------

Ao selecionar uma ranhura, posicione o módulo analógico:

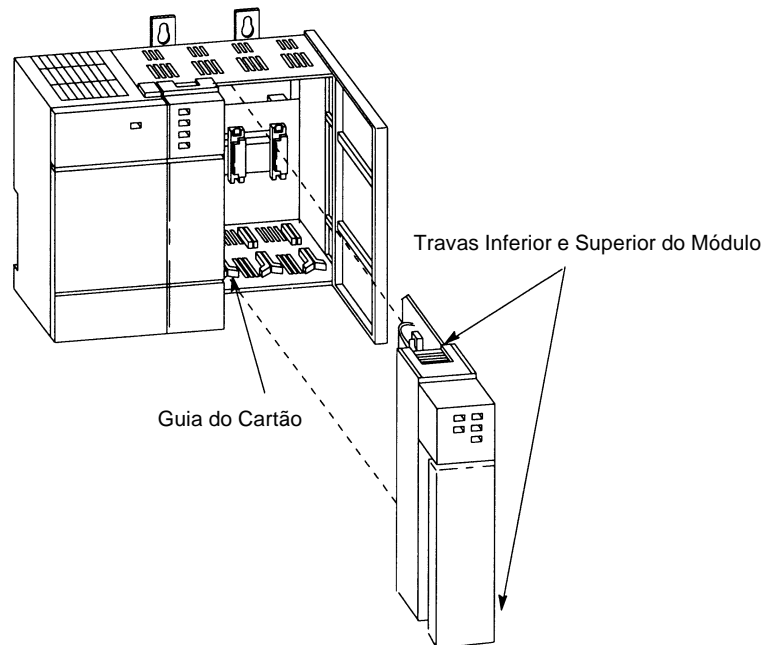
- em uma ranhura longe dos módulos CA ou de alta tensão CC
- no chassi mais próximo da parte inferior do painel onde o sistema SLC 500 está instalado;
- distante da fonte de alimentação do chassi, caso seja instalado em um sistema de estrutura modular.

Cap. 3
(Fazendo a
Instalação e a
Fiação do Módulo
Analógico)



ATENÇÃO: Nunca instale, remova ou conecte um módulo quando houver fornecimento de alimentação para o chassi ou dispositivos instalados ao módulo.

Certifique-se de que a alimentação esteja desligada; em seguida, insira o módulo analógico no chassi 1746. No exemplo abaixo, a ranhura selecionada é a 1.



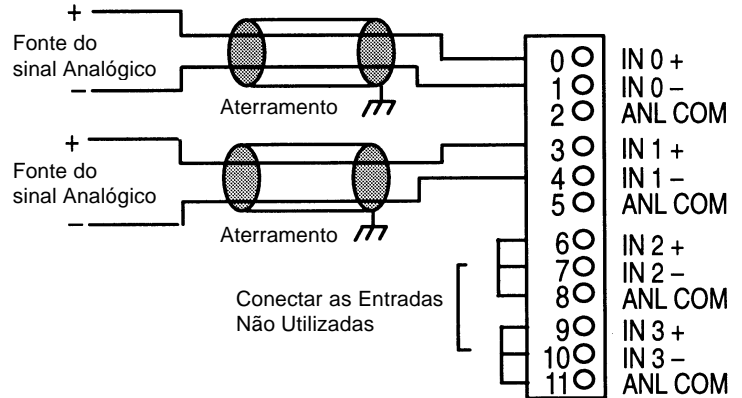
5.	Fazendo a fiação do módulo	Referência
-----------	-----------------------------------	-------------------

Cap. 3
(Fazendo a
Instalação e a
Fiação do Módulo
Analógico)

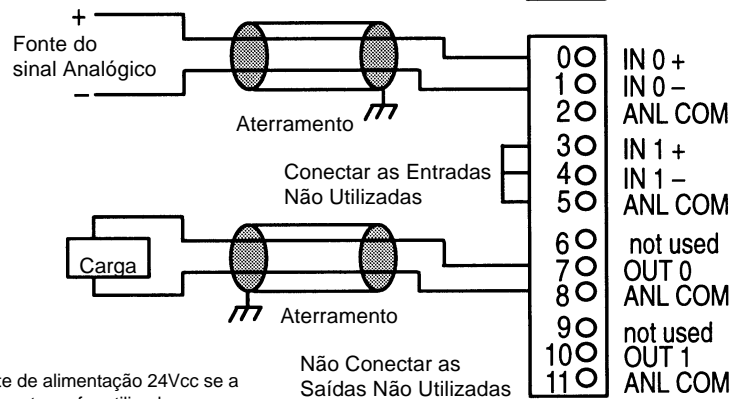
Importante: Siga essas etapas para fazer a fiação do módulo.

- Utilize um cabo de comunicação blindado (Belden 8761) e mantenha o comprimento o menor possível.
- Conecte à terra apenas uma extremidade do cabo blindado.
- Os canais não são isolados um do outro. Todos os comuns analógicos são conectados juntos internamente.
- O módulo não fornece alimentação para entradas analógicas.
- Utilize uma fonte de alimentação compatível com as especificações do transmissor (sensor).

NI4

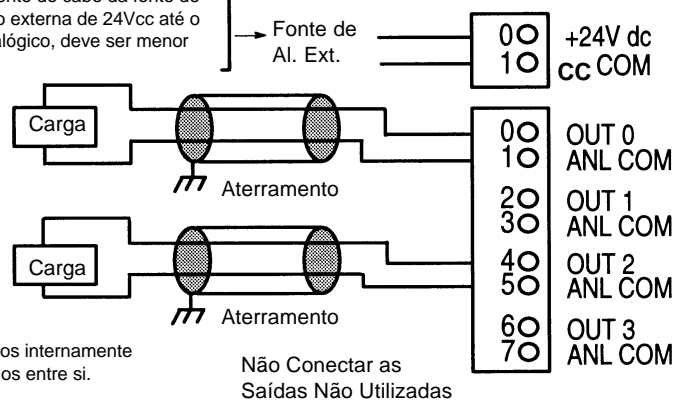


NIO4I & NIO4V



NO4I & NO4V

Fonte de alimentação 24Vcc se a fonte externa for utilizada. O comprimento do cabo da fonte de alimentação externa de 24Vcc até o módulo analógico, deve ser menor que 10m.



Os comuns analógicos são conectados internamente no módulo. Os canais não são isolados entre si.

Não Conectar as Saídas Não Utilizadas

6.	Configuração de E/S do sistema	Referência
-----------	---------------------------------------	-------------------

Configure a E/S do sistema para a ranhura na qual está o módulo analógico. Ao designar o módulo de E/S à sua localização, selecione o módulo da lista apresentada. Se não constar na lista, selecione OUTRO, no final da lista e digite o código de identificação do módulo.

Cap. 4
(Operação do
Módulo e
Considerações
sobre o sistema)

Cód. de Catálogo	Código de Identificação
1746-NI4	4401
1746-NIO4I	3201
1746-NIO4V	3202
1746-NO4I	5401
1746-NO4V	5402

7.	Verificando se o módulo está operando corretamente	Referência
-----------	---	-------------------

Cap. 5
(Teste do Módulo)



ATENÇÃO: O movimento da máquina durante a verificação do sistema pode causar danos pessoais. Durante os procedimentos de verificação, você deve desconectar todos os dispositivos que, quando energizados, possam causar o movimento da máquina.

Energize o sistema fixo ou modular. O LED (vermelho) do módulo analógico deve acender, indicando que o módulo está recebendo uma alimentação de 24V CC.

8.	Compreendendo as entradas analógicas.	Referência
-----------	--	-------------------

As entradas analógicas transformam os sinais de corrente e tensão em valores íntegros de 16 bits (máx.) e os posiciona na imagem de entrada para a ranhura na qual está o módulo analógico.

Cap. 4
(Operação do Módulo e Considerações sobre o sistema)

Endereço	NI4
I:y.0	Canal de Entrada 0
I:y.1	Canal de Entrada 1
I:y.2	Canal de Entrada 2
I:y.3	Canal de Entrada 3

Endereço	NIO4I, NIO4V
I:y.0	Canal de Entrada 0
I:y.1	Canal de Entrada 1

y= número da ranhura

Faixa de Tensão/Corrente	Representação Íntegra
-10V CC a +10V CC	-32.768 a + 32.767
0 a 10V CC	0 a 32.767±10V CC
0 a 5V CC	0 a 16.384
1 a 5V CC	3.277 a 16.384
-20 mA a +20 mA	-16.384 a +16.384
0 a 20 mA	0 a 16.384±20 mA
4 a 20 mA	3.277 a 16.384

9.	Compreendendo as saídas analógicas.	Referência
-----------	--	-------------------

As saídas analógicas transformam os valores íntegros de 16 bits, localizados na imagem de saída, em sinais de tensão ou corrente para a ranhura na qual está o cartão analógico.

Cap. 4
(Operação do Módulo e Considerações sobre o sistema)

Endereço	NO4
O:y.0	Canal de Saída 0
O:y.1	Canal de Saída 1
O:y.2	Canal de Saída 2
O:y.3	Canal de Saída 3

Endereço	NIO4I, NIO4V
O:y.0	Canal de Saída 0
O:y.1	Canal de Saída 1

NO4I, NIO4I	
Faixa de Corrente	Representação Decimal para Palavra de Saída
0 a 21 mA	0 a 32.764
0 a 20 mA	0 a 31.208
4 a 20 mA	6.242 a 31.208

NO4V, NIO4V	
Faixa de Tensão	Representação Decimal para Palavra de Saída
-10 a +10V CC	-32.768 a +32.764
0 a 10V CC	0 a 32.764
0 a 5V CC	0 a 16.384
1 a 5V CC	3.277 a 16.384

10.	Escrevendo a lógica ladder para processar os dados do módulo analógico.	Referência
	<p>Vários exemplos de programação são fornecidos no capítulo 6, que demonstra como converter as informações digitais puras em unidades de engenharia, tais como Pa, percentual, °C, etc. Estude esses exemplos e aplique-os de acordo com seu projeto.</p>	<p>Cap. 5 (Teste do Módulo)</p> <p>Cap. 6 (Exemplos de Programação)</p>

Fazendo a Instalação e a Fiação do Módulo Analógico

Para obter o desempenho máximo de um módulo analógico, a instalação deve ser feita de forma adequada. Esse capítulo descreve os procedimentos que devem ser seguidos para a instalação do módulo analógico no sistema SLC 500. Os seguintes itens são descritos:

- Atendimento às Diretrizes da União Européia
- alimentação requerida;
- configuração do módulo;
- seleção de uma ranhura do chassi;
- instalação do módulo;
- considerações sobre fiação:
 - instruções para fiação do sistema;
 - aterramento do cabo;
 - extensão do cabo;
- fiação do módulo analógico;
- redução do ruído elétrico no módulo analógico.

Atendimento às Diretrizes da União Européia

Se esse produto for instalado nas regiões da União Européia ou EEA e possuir a marca CE, os regulamentos abaixo se aplicam.

Diretrizes EMC

Esse produto é testado para atender a Diretriz do Conselho 89/336/EEC Compatibilidade Eletromagnética (EMC) e os seguintes padrões, no todo ou em parte, documentados em um arquivo de construção técnica:

- EN 50081-2
EMC - Padrão de Emissão Genérica, Parte 2 - Meio Ambiente Industrial
- EN 50082-2
EMC - Padrão de Imunidade Genérica, Parte 2 - Meio Ambiente Industrial

Esse produto é projetado para uso no meio ambiente industrial.

Alimentação Requerida para um Controlador de Estrutura Modular

Os módulos analógicos necessitam de 5Vcc e 24Vcc de alimentação da placa de fundo do chassi de E/S 1746. No entanto, os Módulos Analógicos 1746-NO4I e -NO4V podem usar uma fonte de alimentação externa de 24Vcc. Assim, a alimentação de 24V cc requerida pela placa de fundo do chassi é eliminada, proporcionando flexibilidade de configuração se a carga da fonte de alimentação do SLC estiver crítica. Estes dois módulos fornecem conexões de fonte de alimentação externa de 24Vcc¹.

A tabela abaixo apresenta a alimentação requerida para cada módulo analógico através da alimentação da placa de fundo. Utilize a tabela acima para calcular a carga total de alimentação do sistema modular. Para maiores informações, consulte o Manual de Instalação e Operação dos Controladores de Estrutura Modular.

Importante: Os módulos analógicos não fornecem alimentação ao dispositivo de entrada, portanto você deve fazê-lo.

Tabela 3.A

Número de catálogo	Corrente de 5V	Corrente de 24V
1746-NI4	25mA	85mA
1746-NIO4I	55mA	145mA
1746-NIO4V	55mA	115mA
1746-NO4I	55mA	195mA*
1746-NO4V	55mA	145mA*

^① A alimentação 24Vcc para o usuário em um Controlador SLC 500 de estrutura fixa pode fornecer alimentação para o Módulo 1746-NO4I e -NO4V. No entanto, a regulação da alimentação 24Vcc para o usuário em uma Fonte de Alimentação 1746-P1, -P2, -P4 do SLC 500 de estrutura modular está fora dos requisitos dos Módulos Analógicos 1746-NO4I e -NO4V e não pode ser utilizada.

^② Estes valores devem ser omitidos dos cálculos de carga da fonte de alimentação do SLC 500 quando estiver utilizando a fonte de alimentação externa.

Alimentação Requerida para um Controlador de Estrutura Fixa

A tabela a seguir apresenta as combinações de módulos analógicos disponíveis na expansão de chassis de um controlador de estrutura fixa.

Tabela 3.B

- Combinação válida
- Combinação inválida
- Combinação válida quando utilizando fonte de alimentação externa

BASIC net = O módulo BASIC fornece alimentação para um Módulo AIC. Nenhum outro dispositivo que requer alimentação está conectado no AIC.

NI4	NIO4I	NIO4V	NO4I	NO4V	
			-		IA4
			∇		IA8
			∇		IA16
			∇		IM4
			∇		IM8
			∇		IM16
			∇		OA8
			∇	∇	OA16
			∇	∇	
			∇		IB8
			∇		IB16
			∇		IV8
			∇		IV16
			∇		IG16
			∇		OV8
			∇	∇	OV16
			∇		OB8
			∇		OG16
			∇	∇	OW4
			∇	∇	OW8
			∇	∇	OW16
			∇		IO4
			∇	∇	IO8
			∇	∇	IO12
			∇	∇	NI4
			∇	∇	NIO4I
			∇	∇	NIO4V
			∇	∇	DCM
			∇	∇	HS
			∇	∇	OB16
			∇		IN16
			∇	∇	BASIC net
			∇	∇	BASIC
					OB32
					OV32
			∇		IV32
			∇		IB32
			∇	∇	OX8
∇	∇	∇	∇	∇	NO4I
∇	∇	∇	∇	∇	NO4V
			∇		ITB16
			∇		ITV16
			∇		IC16
			∇	∇	OBP16
			∇	∇	OVP16
			∇		NT4
			∇		NR4

Importante: Os Módulos 1746-NO4I e -NO4V permitem as conexões de fonte de alimentação externa de 24Vcc. Ao utilizar o Módulo 1746-NO4I em um controlador de estrutura fixa, deve-se fornecer uma fonte de alimentação externa.



Quando um Módulo 1746-NO4I ou NO4V é utilizado com uma fonte de alimentação externa de 24Vcc e é colocado em uma gaveta de expansão de um controlador de estrutura fixa, isso indica que o módulo é compatível com os módulos mencionados na tabela de compatibilidade da página anterior[Ⓞ]. Quando configurado para alimentação externa, o módulo requer somente uma corrente de 5V da placa de fundo do chassi. Consulte o item *Configuração do Módulo* para obter mais informações sobre como configurar o módulo para receber alimentação externa.

[Ⓞ] A alimentação de 24Vcc para o usuário em um Controlador SLC 500 de estrutura fixa pode fornecer alimentação para o Módulo 1746-NO4I e -NO4V. No entanto, a regulação da alimentação de 24Vcc para as Fontes de Alimentação 1746-P1, -P2 e -P4 do SLC 500 de estrutura modular está fora dos requisitos dos Módulos Analógicos 1746-NO4I e -NO4V, não podendo, portanto, serem utilizadas.

Configuração do Módulo

Os Módulos Analógicos 1746-NI4, NIO4I e -NIO4V possuem mini-seletoras que permitem configurar os canais de entrada individualmente para corrente ou tensão. As mini-seletoras localizam-se na placa do módulo analógico. A figura a seguir mostra os ajustes ON e OFF das mini-seletoras. A placa de identificação do módulo também possui instruções sobre os ajustes.

Figura 3.1

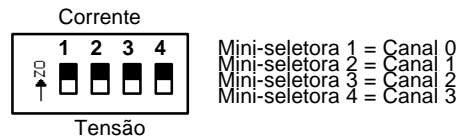
-  ON - Configura o canal para entrada em corrente
-  Off - Configura o canal para entrada em tensão



ATENÇÃO: Deve se tomar cuidado para evitar que uma fonte de tensão seja conectada em um canal configurado para entrada em corrente, causando operação inadequada do módulo ou danos ao módulo.

Ajustes das Mini-seletoras do Módulo 1746-NI4

O módulo 1746-NI4 possui 4 mini-seletoras individuais que controlam o modo de entrada dos canais de entrada de 0 a 3. A posição ON configura o canal para entrada em corrente. A posição OFF configura o canal para entrada em tensão.

Figura 3.2

Ajustes das Mini-seletoras dos Módulos 1746-NIO4I e NIO4V

Os Módulos Combinados 1746-NIO4I e -NIO4V possuem duas chaves individuais: SW1 e SW2 que controlam o modo de entrada do canal de entrada 0 e 1. A posição ON configura o canal para entrada em corrente. A posição OFF configura o canal para entrada em tensão.

Figura 3.3

Ajustes das Mini-seletoras dos Módulos 1746-NO4I e NO4V

Os Módulos de Saída Analógica 1746-NO4I e -NO4V possuem uma chave SW1 para alimentação externa de 24Vcc que permite optar sobre a utilização de uma fonte de alimentação externa[ⓐ]. Na posição UP, a alimentação é retirada de uma fonte de alimentação externa. Na posição DOWN, a alimentação é retirada da placa de fundo do chassi. A chave localiza-se na placa do módulo analógico. A placa de identificação do módulo possui instruções sobre a chave.

Figura 3.4

[ⓐ] A alimentação de 24Vcc para o usuário em um Controlador SLC 500 de estrutura fixa pode fornecer alimentação para os Módulos 1746-NO4I e -NO4V. No entanto, a regulação da alimentação de 24Vcc para as Fontes de Alimentação 1746-P1 e -P2 do SLC 500 de estrutura modular está fora dos requisitos dos Módulos Analógicos 1746-NO4I e -NO4V, não podendo, portanto, serem utilizadas.

Seleção de uma Ranhura do Chassi

Dois fatores determinam a localização do módulo analógico no chassi: temperatura ambiente e ruído elétrico. Considere os aspectos a seguir na seleção de uma ranhura para o módulo analógico. O módulo deve ser instalado:

- em uma ranhura distante de um módulo CC de alta tensão ou CA
- no chassi mais próximo da parte inferior do painel onde o sistema SLC 500 está instalado;
- distante da fonte de alimentação do chassi, caso seja instalado em um sistema de estrutura modular.

Instalação do Módulo

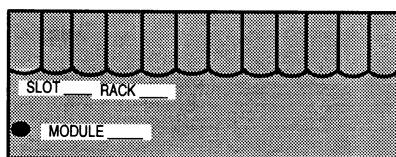
Todos os módulos são montados em uma única ranhura. Em um sistema de estrutura modular, o Controlador SLC 500 sempre ocupa a primeira ranhura do primeiro chassi.

Ao instalar o módulo analógico em um chassi, não é necessário remover o bloco de terminais do módulo. Entretanto, se o bloco de terminais for removido, utilize a etiqueta localizada na lateral do bloco de terminais para identificar o lugar do módulo e o tipo.



ATENÇÃO: Nunca instale, remova ou conecte um módulo quando houver fornecimento de alimentação para o chassi. Além disso, não exponha os módulos analógicos a superfícies ou outras áreas que possam provocar uma descarga eletrostática. As cargas eletrostáticas podem destruir o circuito analógico.

Figura 3.5
Bloco de Terminais



Remoção do Bloco de Terminais do Módulo Analógico

Para remover o bloco de terminais, segure-o nas partes superior e inferior, puxando-o para fora e para baixo ao mesmo tempo.

Importante: Durante a calibração de fábrica, o potenciômetro configura a tensão em 2,5 volts. É configurada e selada na fábrica e não requer qualquer ajuste.

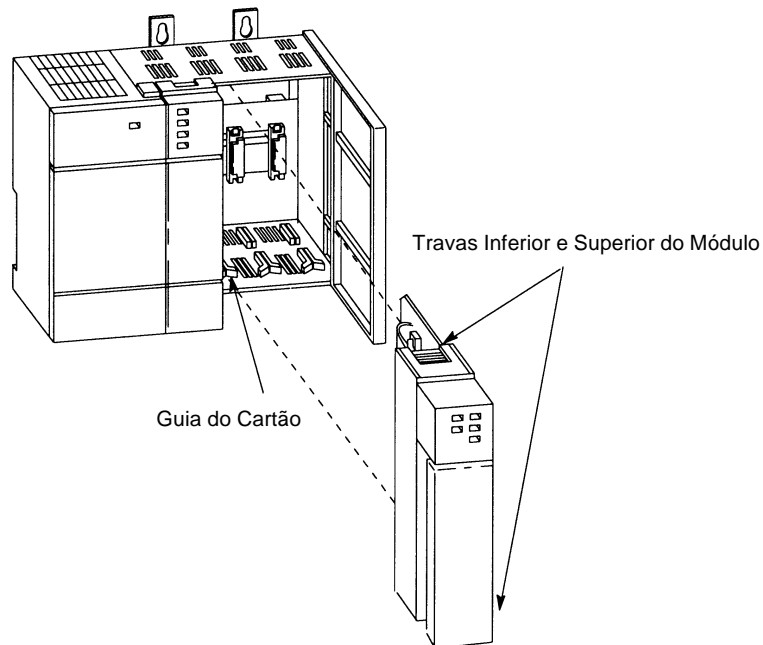
1. Verifique se todas as chaves estão configuradas corretamente para a aplicação.



ATENÇÃO: Deve-se tomar cuidado para se evitar a conexão de uma fonte de tensão em um canal configurado para uma entrada em corrente.

2. Alinhe a placa de circuito do módulo analógico com o trilho do chassi (Figura 3.6).
3. Encaixe o módulo até que as travas estejam fixadas.
4. Para remover o módulo, pressione as travas superior e inferior do módulo e retire-o.

Figura 3.6



Considerações sobre Fiação

Este item apresenta as instruções sobre como instalar a fiação do sistema, aterrar o cabo Belden e determinar o comprimento do cabo.



ATENÇÃO: Antes de realizar a fiação de um módulo analógico, desconecte a alimentação do sistema SLC 500 e de qualquer outra fonte que esteja fornecendo alimentação ao módulo analógico.

Instruções para Montar a Fiação do Sistema

Utilize as seguintes instruções para planejar a fiação do sistema para os módulos analógicos:

- todos os terminais comuns analógicos (ANL COM) estão eletricamente conectados dentro do módulo. O terminal ANL COM não é conectado o fio terra do módulo;
- as tensões nos terminais IN+ e IN- devem permanecer na faixa de $\pm 20V$ em relação ao terminal ANL COM para assegurar a operação adequada do canal. Isso é válido para operação do canal de entrada em tensão e em corrente;
- as saídas em tensão (OUT 0 e OUT 1) dos Módulos 1746-NIO4V e NO4V são referentes ao terminal ANL COM. A resistência da carga (R1) para um canal de saída em tensão deve ser igual ou maior do que $1K\Omega$;
- os canais de saída em corrente (OUT 0 e OUT 1) dos Módulos 1746-NIO4I e NO4I enviam corrente que retorna ao terminal ANL COM. A resistência da carga (R1) para um canal de saída em corrente deve permanecer entre 0 e 500Ω ;

Aterramento do Cabo

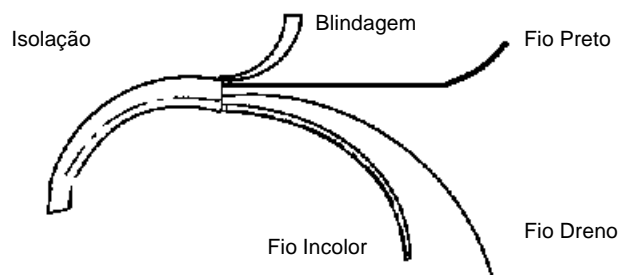
O cabo Belden nº 8761 possui dois fios para sinal (preto e incolor), um fio dreno e uma blindagem. Consulte a figura 3.7. O fio dreno e a blindagem devem ser aterrados em uma extremidade do cabo. *Não* aterre os fios dreno e a blindagem nas *duas* extremidades do cabo.

Canal de Entrada - Utilize um ponto aterrado no chassi para o fio dreno e a blindagem.

Canal de Saída - Aterre o fio dreno e a blindagem próximos ao dispositivo source.

Importante: Se não for possível aterrar o canal de entrada no dispositivo source, aterre o fio dreno e a blindagem no ponto aterrado do chassi. Não conecte a blindagem ou o fio dreno no bloco de terminais do módulo analógico. Esses fios devem ser conectados a um fio terra o qual não é fornecido no módulo analógico.

Figura 3.7
Cabo Belden nº 8761



SLC_2_06

Comprimento do Cabo

Determine o comprimento necessário de cabo para conectar um canal ao seu dispositivo de entrada ou de saída. Não se esqueça de deixar comprimento adicional para instalar o fio dreno e a blindagem para o aterramento.

Fiação para o Módulo Analógico

Com o módulo instalado adequadamente, proceda como a seguir para realizar a fiação. Recomenda-se a utilização do cabo n° 8761 na fiação do módulo analógico. Esse item pressupõe que a instalação do módulo analógico tenha sido realizada de forma adequada.



ATENÇÃO: Antes de realizar a fiação de um módulo analógico, desconecte a alimentação do sistema SLC 500 e de qualquer outra fonte que esteja fornecendo alimentação ao módulo analógico.

Para conectar o módulo analógico, proceda como a seguir e consulte as figuras 3.8 e 3.9.

1. Nomeie a extremidade do cabo onde o fio dreno e a blindagem estão aterrados como Extremidade 1. Nomeie a outra extremidade como Extremidade 2.
2. Descasque a extremidade do cabo para expor os fios individuais.
3. Corte os fios de sinal com 5,1cm de comprimento. Descasque, aproximadamente, 1cm da isolação para expor a extremidade do cabo.
4. Na extremidade 1, torça o fio dreno e a blindagem juntos, dobre-os de forma a separá-los do cabo e aplique o tubo termo-encolhível.
5. Na extremidade 2, corte o fio dreno e a blindagem do cabo e aplique tubo termo-retrátil.
6. Conecte os fios do sinal (preto e incolor) no bloco de terminais e nos dispositivos de saída. O torque máximo recomendado é de 0,565NM para todos os terminais.
 - Se a blindagem e o fio dreno estiverem aterrados no dispositivo source,
 - certifique-se de que a Extremidade 2 do cabo está conectada no bloco de terminais.
 - Se a blindagem e o fio dreno estiverem aterrados no ponto aterrado da gaveta, certifique-se de que a Extremidade 1 está conectada ao bloco de terminais.
7. Repita as etapas de 1 a 6 para cada canal do módulo analógico. Interconecte os terminais comum, positivo (+), negativo (-) não utilizados de cada canal de entrada individualmente. Os terminais comum e de saída não utilizados não devem ser conectados.

As figuras 3.8 e 3.9 representam a preparação adequada do cabo para a Extremidade 1 e a Extremidade 2. O tubo termo-encolhível é aplicado em cada extremidade do cabo. Certifique-se de que a blindagem e o fio dreno na Extremidade 1 tenham o comprimento ideal para alcançar os pontos determinados para aterramento.

Figura 3.8

**Preparação do Cabo
Extremidade 1**

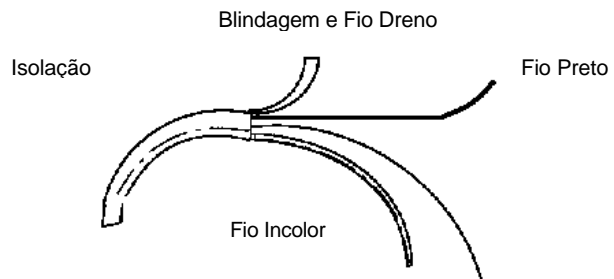
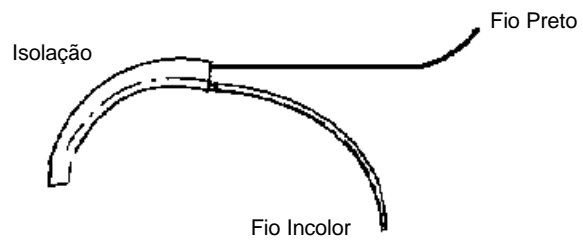


Figura 3.9
Extremidade 2

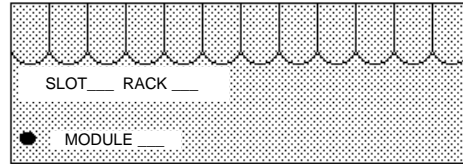


Identificação e Instalação do Bloco de Terminais

O bloco de terminais possui uma etiqueta de identificação. A utilização dessa etiqueta ajuda a garantir a instalação do bloco no módulo correto.

Figura 3.10

Bloco de Terminais



Obs.: O ponto preto na etiqueta do bloco de terminais indica a posição do terminal 0.

Com a fiação do módulo analógico pronta e o bloco de terminais devidamente identificado através da etiqueta, instale-o no módulo analógico. Proceda como a seguir:

1. Alinhe o bloco de terminais com o respectivo módulo.
2. Insira o bloco de terminais e pressione firmemente na parte superior e inferior até que esteja adequadamente fixado.

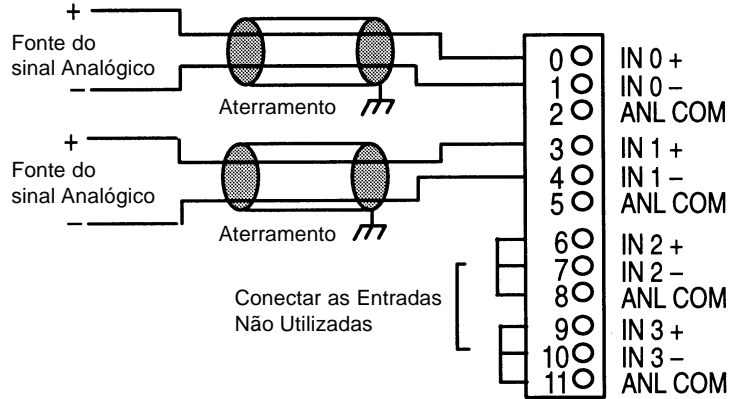
Aterramento das Blindagens e Fios Drenos

A próxima etapa é o aterramento da blindagem e do fio dreno de cada cabo. Não conecte a blindagem ou o fio dreno ao bloco de terminais do módulo analógico. A blindagem e o fio dreno devem estar conectados ao ponto de aterramento, o qual não está disponível no bloco de terminais. A figura 3.11 ilustra os diagramas de fiação dos módulos analógicos.

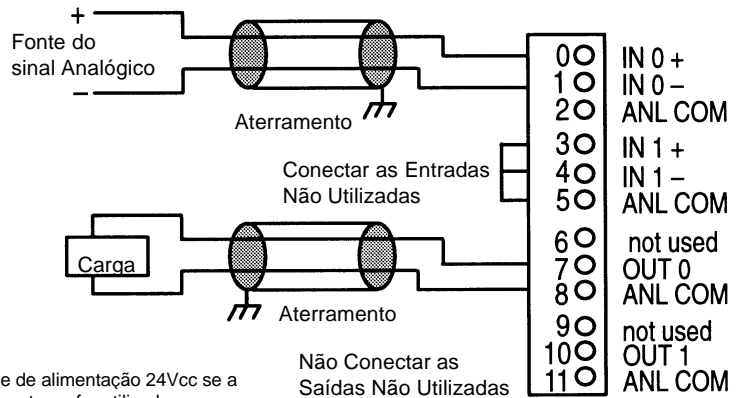
Figura 3.11

**Diagramas de Fiação
(apresentando as entradas diferenciais)**

NI4

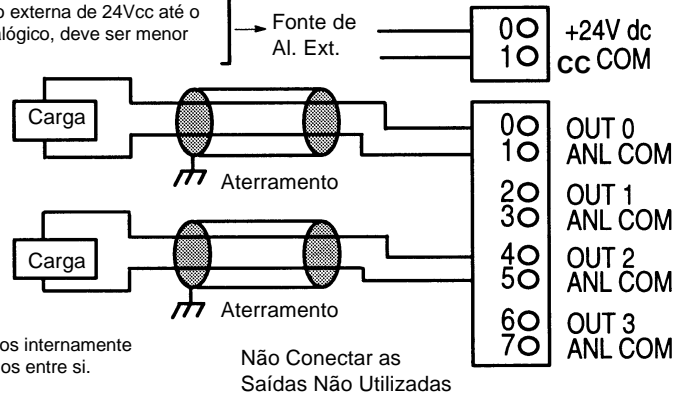


NIO4I & NIO4V



NO4I & NO4V

Fonte de alimentação 24Vcc se a fonte externa for utilizada. O comprimento do cabo da fonte de alimentação externa de 24Vcc até o módulo analógico, deve ser menor que 10m.



Os comuns analógicos são conectados internamente no módulo. Os canais não são isolados entre si.

Figura 3.12**Esquemas de Fiação para Dispositivos de Entrada Analógica de 2, 3 e 4 Fios**

Importante: O módulo *não* fornece alimentação para as entradas analógicas.
Utilize uma fonte de alimentação compatível com as especificações do transmissor.

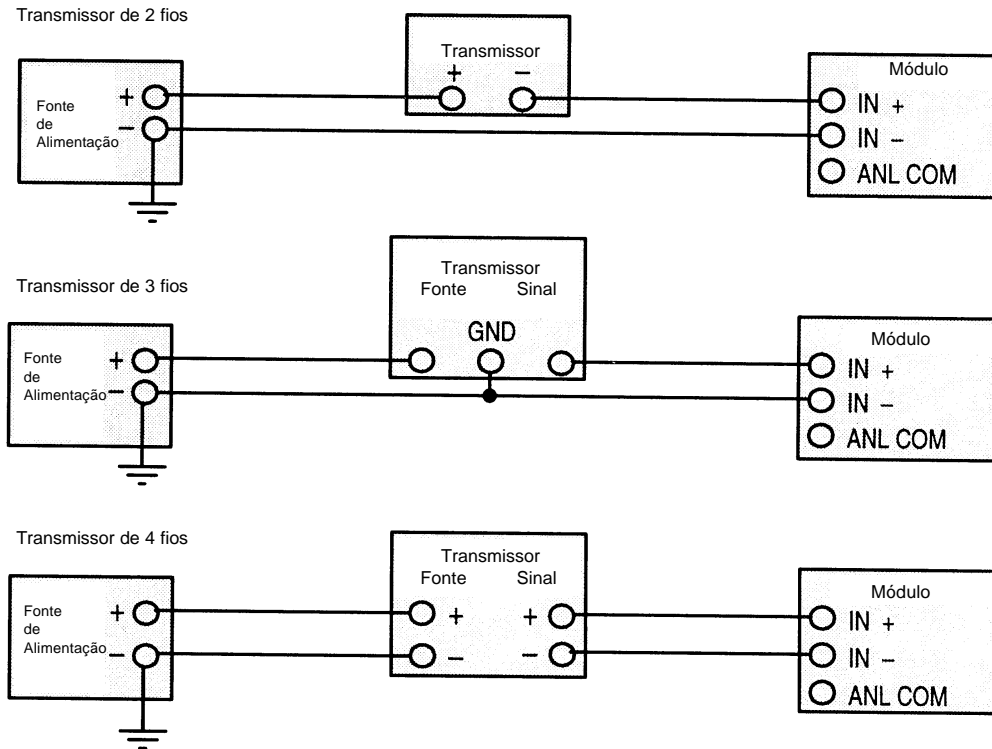
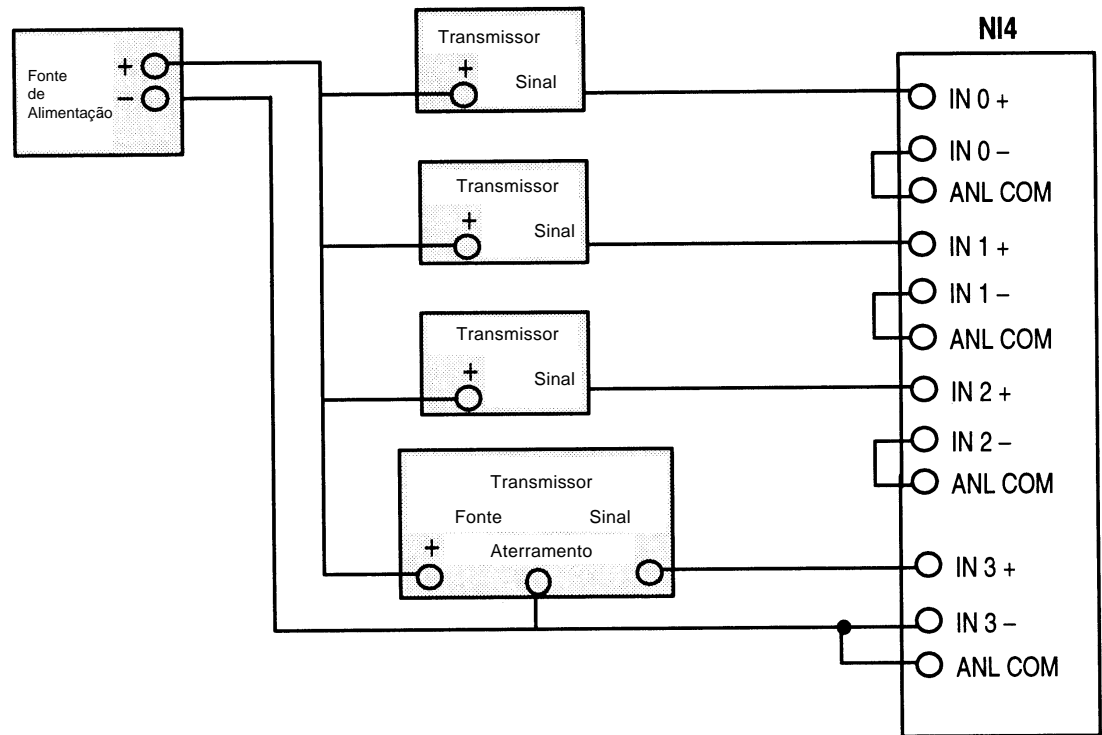


Figura 3.13**Esquema de Fiação para Conexões de Entrada Analógica de Extremidade Única**

Ao fazer a fiação de dispositivos de entrada analógica de extremidade única ao cartão de entrada analógica, o número total de fios necessários pode ser limitado com a utilização do terminal ANALOG COMMOM. Observe que as entradas diferenciais são mais imunes a ruído que as entradas de extremidade única.



Redução do Ruído Elétrico nos Módulos Analógicos

As entradas dos módulos analógicos utilizam filtros digitais de alta frequência que reduzem de forma significativa os efeitos do ruído elétrico nos sinais de entrada. Entretanto, como há uma grande variedade de aplicações e ambientes onde os módulos analógicos podem ser instalados e operados, é impossível assegurar que todo o ruído ambiental seja removido pelos filtros de entrada.

Embora não seja o objetivo deste manual explicar os procedimentos para reduzir os efeitos do ruído ambiental em sinais analógicos do sistema SLC 500, várias etapas específicas podem ser aplicadas:

- instale o sistema SLC 500 em um gabinete de acordo com a norma NEMA. Certifique-se de que o sistema SLC 500 esteja adequadamente aterrado.
- utilize o cabo Belden nº 8761 para realizar a fiação dos módulos analógicos, certificando-se de que o fio dreno e a blindagem estejam aterrados adequadamente.
- instale o cabo Belden separado da outra fiação. Imunidade adicional a ruído pode ser obtida instalando-se os cabos em um conduíte aterrado.
- coloque os módulos analógicos e de baixa tensão CC distante dos módulos de E/S CA ou de alta tensão CC.

Um sistema pode funcionar de forma inadequada devido a uma mudança no ambiente operacional depois de um período. Recomenda-se verificar periodicamente a operação do sistema, principalmente se uma nova máquina ou outras fontes de ruído estão instaladas perto do sistema SLC 500. Para obter mais detalhes sobre a instalação do sistema e a partida, consulte as publicações 1747-NI001, 1747-NI002 e SGI-1.1.

Operação do Módulo e Considerações sobre o Sistema

Esse capítulo descreve a operação do módulo analógico no sistema SLC 500 em uma aplicação específica, depois da sua instalação. Os tópicos abordados são:

Interface entre o Módulo e o Controlador

- códigos de identificação do módulo
- endereçamento de módulos analógicos
- atualização dos dados analógicos realizada pelo controlador
- monitoração dos dados de entrada e saída
- conversão de dados de entrada analógica
- conversão de dados de saída analógica

Considerações sobre o Sistema

- estado seguro das saídas
- programação retentiva
- detecção de entrada fora da faixa
- resposta para desabilitação da ranhura
- filtro do canal de entrada

Interface entre o Módulo e o Controlador

Essa seção descreve como configurar um módulo analógico em um sistema SLC 500.

Códigos de Identificação do Módulo

Ao se configurar um módulo analógico no sistema SLC 500 através do software de programação, aparece uma lista dos diferentes módulos de E/S, incluindo módulos analógicos. Se essa lista não aparecer, deve-se estabelecer um código de identificação para o módulo ao se realizar a configuração da ranhura. A tabela a seguir apresenta os códigos de identificação adequados para cada módulo analógico.

Através do Terminal Portátil firmware versão 1.1, acesse a seleção “other” e selecione MODULE ID CODE. A versão 2.0 ou posterior do Terminal Portátil possui uma lista dos módulos de E/S. Consulte as seguintes publicações para obter a informação completa:

- The Advanced Programming Software User’s Manual;
- The Hand-Held Terminal User’s Manual.

Tabela 4.A

Cód. de Catálogo	Código de Identificação do Módulo
1746-NI4	4401
1746-NIO4I	3201
1746-NIO4V	3202
1746-NO4I	5401
1746-NO4V	5402

Endereçamento de Módulos Analógicos

1746-NI4: cada canal de entrada do Módulo 1746-NI4 é endereçado como uma única palavra na tabela imagem de entrada. Esse módulo utiliza um total de 4 palavras da tabela imagem de entrada. Os valores convertidos dos canais de 0 a 3 são endereçados como palavras de entrada 0 a 3, respectivamente, para a ranhura onde o módulo reside.

Exemplo - Se você quiser endereçar o canal de entrada 2 do Módulo 1746-NI4 na ranhura 4, basta endereçá-lo como palavra de entrada 2 na ranhura 4 (I:4.2).

1746-NIO4I e -NIO4V: cada canal de entrada dos Módulos 1746-NIO4I e NIO4V é endereçado como uma única palavra da tabela imagem de entrada e cada canal de saída é endereçado como uma única palavra na tabela imagem de saída. Os dois módulos utilizam um total de duas palavras de entrada e duas palavras de saída.

Os valores convertidos de entrada dos canais 0 e 1 são endereçados como as palavras 0 e 1 da ranhura onde o módulo está localizado. Os valores de saída para os canais de saída 0 e 1 são endereçados como as palavras de saída 0 e 1 da ranhura onde o módulo está localizado.

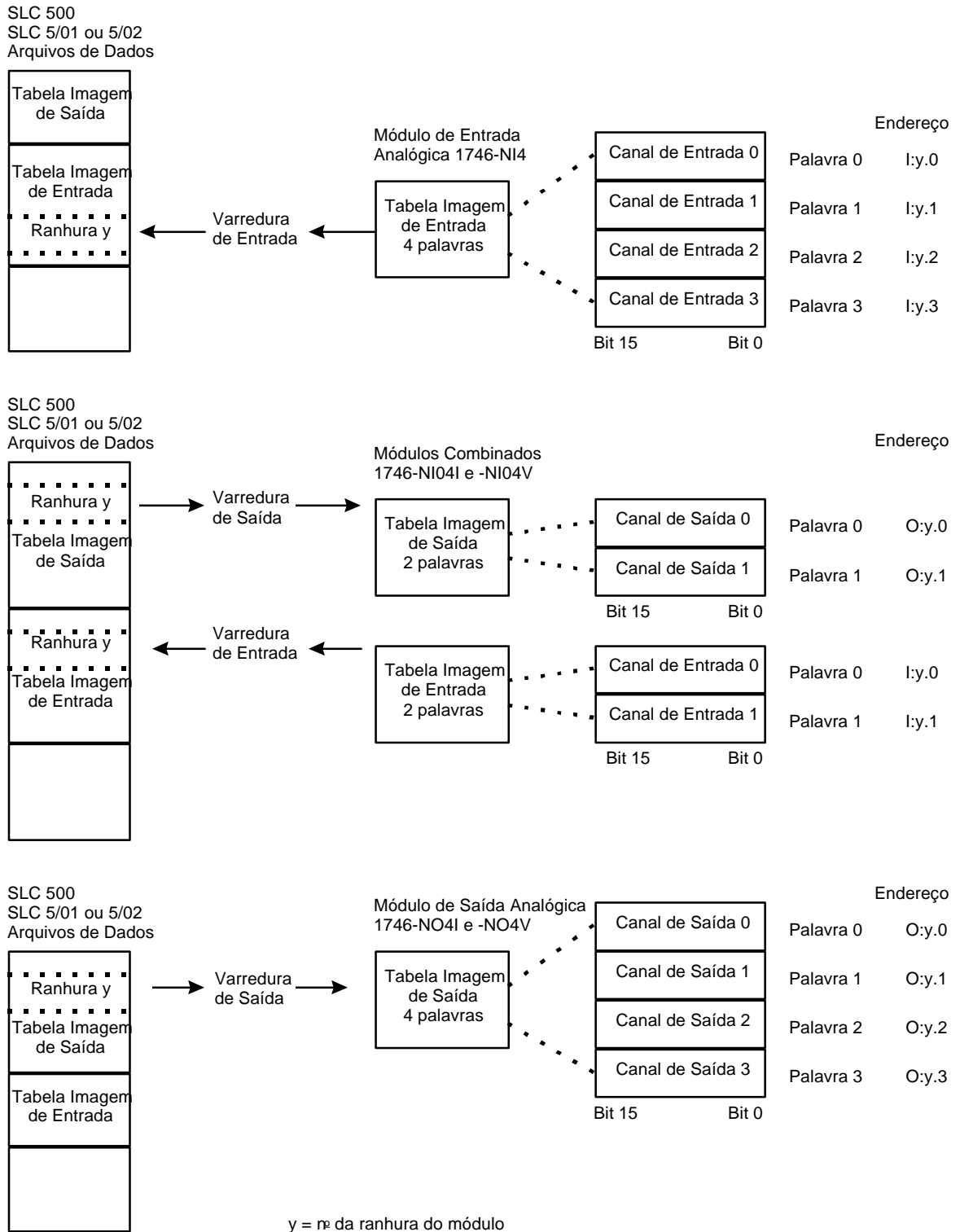
Exemplo - Se você quiser endereçar o canal de saída 0 do Módulo 1746-NIO4I na ranhura 3, basta endereçá-lo como a palavra de saída 0 na ranhura 3 (O:3.0).

1746-NO4I e -NO4V: cada canal de saída dos Módulos 1746-NO4I e -NO4V é endereçado como uma única palavra na tabela imagem de saída. Os dois módulos utilizam um total de quatro palavras de saída. Os valores convertidos de saída dos canais de 0 a 3 são endereçados como as palavras 0 a 3, respectivamente, para a ranhura onde o módulo está localizado.

Exemplo - Se você quiser endereçar o canal de saída 3 do Módulo 1746-NO4I na ranhura 3, basta endereçá-lo como uma palavra de saída 3 na ranhura 3 (O:3.3).

A figura 4.1 ilustra o endereçamento de E/S para os módulos analógicos.

Figura 4.1
Endereçamento do Módulo



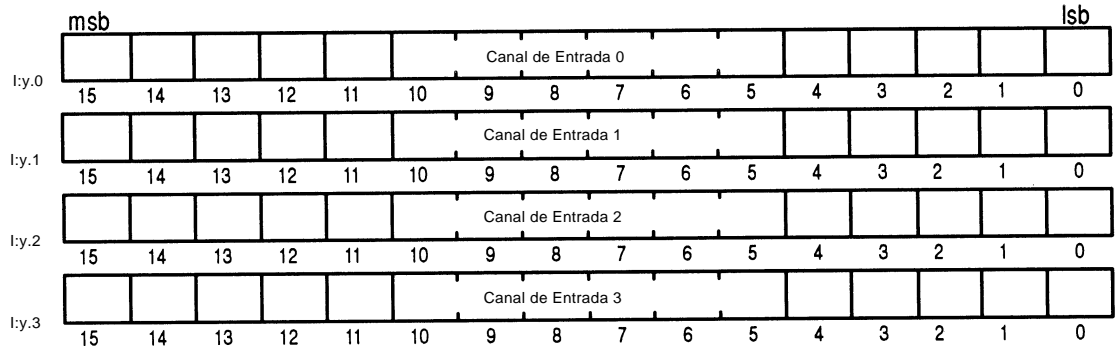
Endereçamento a Nível de Bit

Os seguintes mapeamentos de bit ilustram o endereçamento a nível de bit para as entradas e saídas analógicas. A resolução do conversor do canal de entrada é de 16 bits ou 1 palavra. A resolução do conversor do canal de saída é de 14 bits e é carregado a partir dos 14 bits mais significativos da palavra de saída associada.

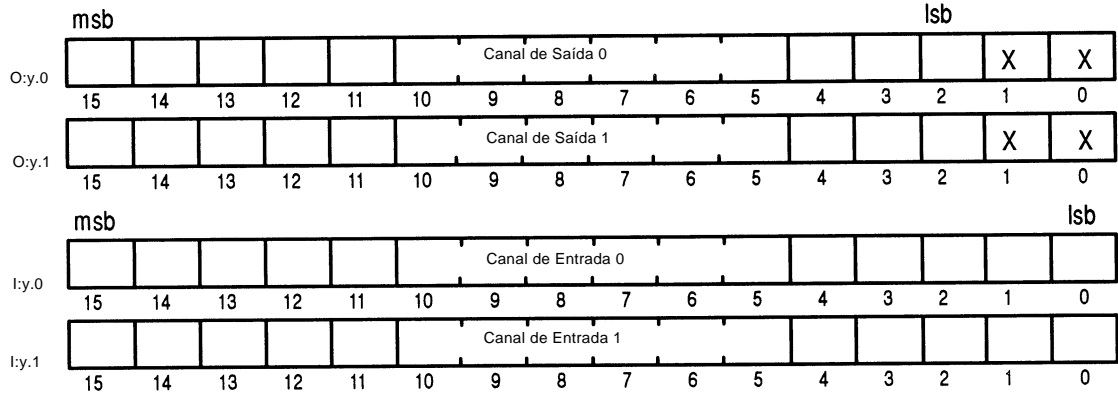
Os dois bits menos significativos (O:y.0/0 e O:y.0/1) da palavra de saída não têm efeito no valor real de saída.

Figura 4.2
Nível de Bit

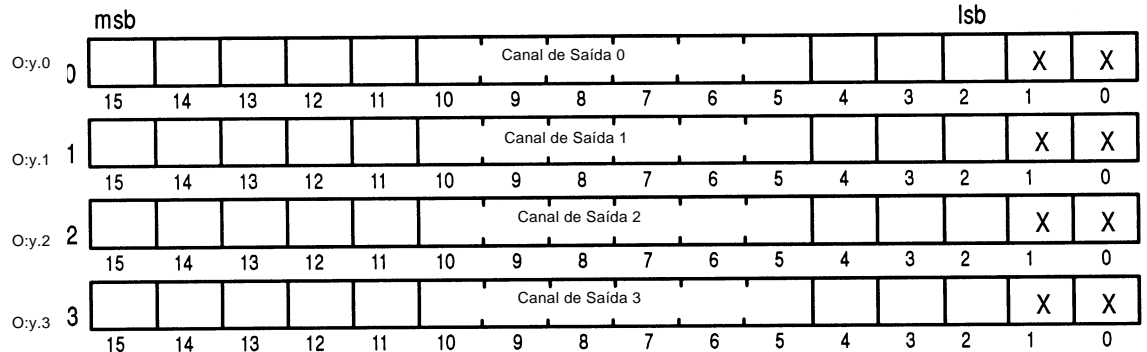
1746-NI4



1746-NIO4I E NIO4V



1746-NO4I E NO4V



y = nº da ranhura do módulo
x = bit não utilizado

Atualização dos Dados Analógicos realizada pelo Controlador

Os dados de entrada e saída analógicos são atualizados pelo controlador uma vez durante cada varredura do programa do usuário. A tabela a seguir mostra os tempos de varredura de atualização analógica típica e o número de bits de entrada e saída para módulos específicos.

Se uma aplicação requer atualizações dos dados analógicos realizadas pelo controlador com frequência superior a uma vez por varredura, utilize uma instrução de Saída Imediata ou Entrada Imediata. Uma instrução de Saída ou Entrada Imediata geralmente atualiza 16 bits (ou 1 canal analógico) em 1 milissegundo.

Consulte a publicação 1747-NM002 ou 1747-NP002.

Tabela 4.B

Tempo Típico para Atualizações de Dados Analógicos para a Tabela Imagem de Entrada e Saída do Controlador	
Uma vez por varredura do controlador (Automática)	10 milissegundos para um programa típico de 1K
Utilizando instrução de Entrada ou Saída Imediata	1 milissegundo por canal analógico

Tabela 4.C

Número de Bits de Entrada e de Saída representando Dados Analógicos		
Descrição	Bits de Entrada	Bits de Saída
NI4	64	—
NIO4I e NIO4V (canais com 2 entradas e 2 saídas)	32	32
NO4I e NO4V	—	64

Monitoração dos Dados de Entrada e de Saída

Os dados de entrada e saída analógica podem ser monitorados em várias bases numéricas diferentes, utilizando-se o Software de Programação Avançada (APS). A base padrão dos arquivos de dados de entrada e saída no APS são os dados binários. A troca da base para decimal permite que os dados de entrada e saída analógicas sejam visualizados como representações decimais de palavras inteiras.

Ao monitorar uma base binária, os dados são visualizados em representação de complemento de dois para valores negativos. Uma descrição de dados com complemento de dois está disponível no Apêndice A.

Ao utilizar o Terminal Portátil ou o Módulo DTAM (Data Table Access Module) para monitorar os dados de entrada ou de saída, a base binária é a única opção disponível. Para visualizar os dados de entrada e de saída em base decimal, os dados devem ser movidos para um arquivo de dados de inteiros.

Conversão de Dados de Entrada Analógica

As entradas analógicas convertem os sinais de corrente e de tensão em valores binários com complemento de dois de 16 bits.

A tabela a seguir identifica as faixas de entrada em corrente e em tensão para os canais de entrada, o número de bits significativos para as aplicações que utilizam faixas de entrada menores que o fundo de escala e suas resoluções.

Tabela 4.D

Faixa de Corrente/Tensão	Representação Decimal	Número de Bits Significativos	Resolução por LBS
-10V a +10V - 1LSB	-32.768 a +32.767	16 bits	305,176 μ V
0 a 10V - 1LSB	0 a 32.767	15 bits	
0 a 5V	0 a 16.384	14 bits	
1 a 5V	3.277 a 16.384	13,67 bits	
-20mA a +20mA	-16.384 a +16.384	15 bits	1,22070 μ A
0 a +20mA	0 a 16.384	14 bits	
4 a +20mA	3.277 a 16.384	13,67 bits	

Para determinar uma tensão aproximada, representada por um valor de entrada, utilize uma das seguintes equações:

$$\frac{10V}{32.768} \times \text{valor de entrada}^{\textcircled{1}} = \text{tensão de entrada (V)}$$

^①O Valor de Entrada é o valor decimal da palavra na tabela imagem para a entrada analógica correspondente. Por exemplo, se um valor de entrada de -16,021 está na tabela imagem, a tensão de entrada calculada é:

$$\frac{10V}{32.768} \times -16.201 = -4,889221(V)$$

Deve-se observar que esse é o valor calculado. O valor real pode variar dentro das limitações de precisão do módulo.

Para determinar uma corrente aproximada que um valor de entrada representa, pode-se utilizar a seguinte equação:

$$\frac{20mA}{16.384} \times \text{valor de entrada}^{\textcircled{2}} = \text{corrente de entrada (mA)}$$

^②O Valor de Entrada é o valor decimal da palavra na tabela imagem para a entrada analógica correspondente.

Por exemplo, se um valor de entrada de 4096 estiver na tabela imagem, a corrente de entrada calculada é:

$$\frac{20mA}{16.384} \times 4096 = 5(mA)$$

Deve-se observar que esse é o valor calculado. O valor real pode variar dentro das limitações de precisão do módulo.

Conversão dos Dados de Saída Analógica

As saídas analógicas convertem um valor binário com complemento de dois de 16 bits em um sinal de saída analógico. Como os canais de saída analógica possuem um conversor de 14 bits, serão utilizados 14 bits para a conversão do sinal.

Os Módulos 1746-NIO4I e -NO4I suportam duas ou quatro saídas em corrente respectivamente, variando de 0mA a 21mA (máximo). Esses módulos suportam duas e quatro saídas em tensão respectivamente, variando de -10 a +10Vcc.

As tabelas a seguir identificam as faixas de saída em corrente ou em tensão para os canais de saída, o número de bits significativos para as aplicações que utilizam faixas de saída menores que o fundo de escala e suas resoluções.

Tabela 4.E

Conversão de Saída Analógica - Módulos 1746-NIO4I e -NO4I

Faixa de Corrente	Representação Decimal para Palavra de Saída	Número de Bits Significativos	Resolução por LSB
0 a 21mA - 1LSB	0 a +32.764	13 bits	2,56348μA
0 a +20mA	0 a +31.208	12,92 bits	
4 a +20mA	6.242 a 31.208	12,6 bits	

Tabela 4.F

Conversão de Saída Analógica 1746-NIO4V e -NO4V

Faixa de Tensão	Representação Decimal para a Palavra de Saída	Número de Bits Significativos	Resolução por LSB
-10 a +10Vcc - 1LSB	-32.768 a +32.764	14 bits	1,22070mV
0 a +10Vcc - 1LSB	0 a 32.764	13 bits	
0 a 5Vcc	0 a 16.384	12 bits	
1 a 5Vcc	3.277 a 16.384	11,67 bits	

Considerações sobre o Sistema

Essa seção descreve as considerações sobre o sistema para os módulos analógicos. Inclui:

- estado seguro das saídas
- programação retentiva
- detecção de entrada fora da faixa
- resposta para desabilitação da ranhura
- filtro do canal de entrada

Estado Seguro das Saídas

Sempre que um sistema SLC 500 não estiver no modo Operação, as saídas no módulo analógico são automaticamente forçadas para 0 Volts ou 0 miliamperes pelo sistema SLC 500. Isso ocorre quando o controlador está no:

- modo FAULT;
- modo PROGRAM;
- modo TEST.



ATENÇÃO: Ao projetar e instalar o sistema SLC 500, os dispositivos conectados aos canais de saída do módulo analógico devem ser colocados em um estado seguro sempre que uma saída analógica é 0 Volts ou 0 miliamperes (\pm o erro de offset).

Opção de Programação Retentiva

Essa seção descreve as consequências da troca de modo do controlador nas saídas analógicas. A seguinte informação se aplica aos Módulos 1746-NIO4I, -NIO4V, -NO4I e -NO4V.

Essa opção de programação permite reter os dados analógicos nas tabelas Imagem de Entrada e Saída quando o controlador SLC 500:

- realiza transições do modo RUN - PROGRAM - RUN ou
- a alimentação está desligada e é reaplicada.

Nesses dois casos, quando a alimentação é restaurada, os dados são transferidos para o módulo, se a linha de programação é verdadeira ou falsa.

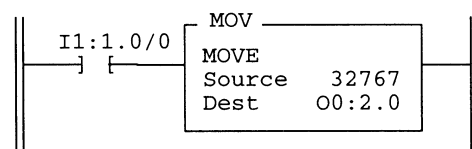
Se um sistema SLC 500 detecta uma condição de falha, as saídas analógicas são desabilitadas. Os dados na tabela Imagem de Saída estão retidos durante a falha. Uma vez que uma condição seja corrigida e o bit de falha grave no controlador seja removido, os dados retidos são enviados aos canais de saída analógica.

Caso se opte pela não utilização da opção de programação retentiva, os dados retidos não são enviados aos canais de saída.

A seção a seguir fornece opções com exemplos de programa para dados retentivos e não-retentivos.

Exemplo de Saída Analógica Retentiva

Se um sistema de estrutura modular estiver configurado com a CPU na ranhura 0, um módulo de E/S discreta na ranhura 1 e um módulo de saída analógica na ranhura 2, pode-se programar a seguinte linha.

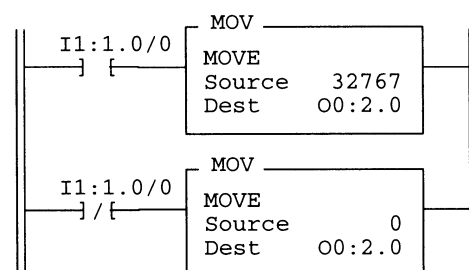


Quando o bit 0 do módulo de E/S discreta se energiza, a linha fica verdadeira e o valor 32767 é movido para o local da tabela Imagem de Saída que corresponde ao canal 0 de saída analógica na ranhura 2. No final da varredura, esse valor é transferido para o módulo onde é convertido para a corrente ou tensão adequada (dependendo do tipo de módulo utilizado).

Se na próxima varredura de programa a linha se tornar falsa, a instrução MOVE do valor 32767 para a tabela Imagem de Saída não ocorre. A menos que outra linha seja acrescentada para transferir os dados para a tabela Imagem de Saída (baseada nessa linha sendo falsa), os dados anteriores são retidos. Ou seja, o valor 32767 permanece na tabela Imagem de Saída e é transferido para o módulo analógico no final das varreduras subsequentes até que seja trocado pelo programa do usuário.

Exemplo de Saída Analógica Não-Retentiva

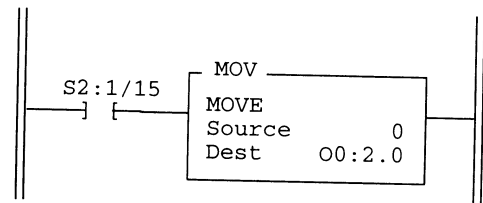
O exemplo a seguir exibe um programa não-retentivo durante a execução do programa e para uma modificação de modo ou reciclo de alimentação.



No exemplo acima, enquanto a entrada discreta 0 estiver ligada, o valor 32767 é transferido para o canal de saída analógico 0. Se a entrada discreta for desligada, o valor 0 é transferido para o canal de saída analógica 0.

Durante uma Troca de Modo ou Reciclo de Alimentação

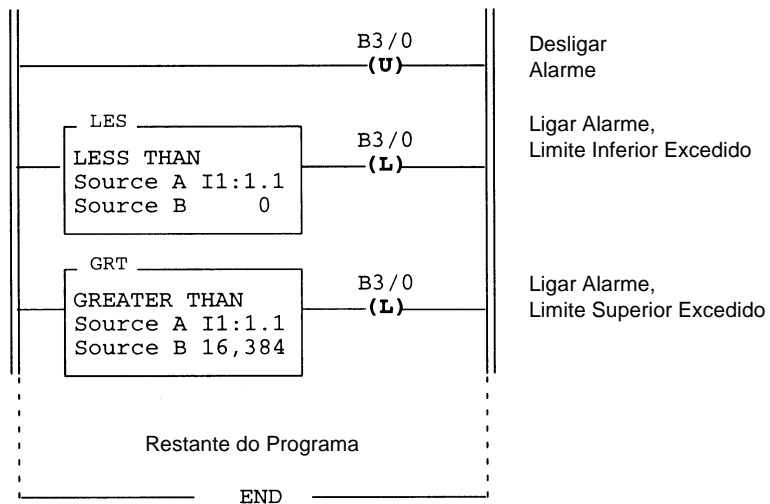
O bit que indica a primeira varredura no Arquivo de Status é utilizado para inicializar a saída analógica seguindo uma energização no modo Operação ou entrada no modo Operação ou Teste. O endereço do primeiro bit de passagem é S:1/15. Quando esse bit estiver energizado, a primeira passagem da varredura do programa acontece. Portanto, a seguinte linha pode ser programada para zerar sempre o canal de saída analógica durante a primeira varredura do programa.



Detecção de Entrada Fora da Faixa

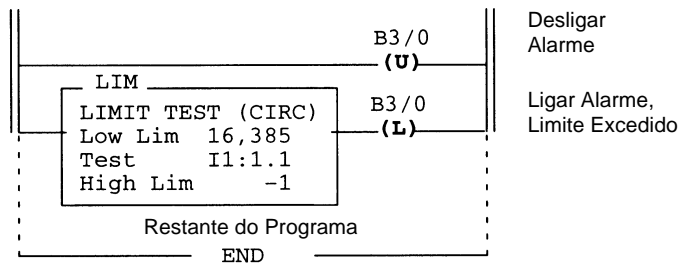
Os módulos analógicos não fornecem um sinal de entrada fora da faixa ao controlador. Entretanto, se essa característica é crítica para uma aplicação específica, pode-se programar o controlador para assumir essa função.

O seguinte programa se aplica a todos os controladores SLC 500. O programa mostra duas instruções de comparação que verificam os valores das entradas analógicas que excedem os limites superior e inferior respectivamente. Neste exemplo, o valor da entrada analógica está na palavra 1 da ranhura 1 (I:1.1). Sempre que o valor de entrada exceder um limite, esse programa retém uma variável binária na memória que pode servir como uma indicação de alarme em algum outro ponto no programa.



Este programa, por sua vez, é usado em Controladores SLC 5/02. Esse programa utiliza a instrução “Limit Test” que verifica os limites inferior e superior em uma única instrução. Essa instrução assume que o valor da entrada analógica está na palavra 1 da ranhura 1 (I:1.1).

Conforme o programa acima, sempre que o valor de entrada exceder um limite, esse programa retém uma variável binária na memória que pode servir como uma indicação de alarme em algum outro ponto no programa.



Resposta para Desabilitação de Ranhura

Pode-se desabilitar qualquer ranhura da gaveta através do controlador. Antes de desabilitar qualquer ranhura que contenha um módulo analógico, é importante considerar como o módulo analógico responderá quando a ranhura está desabilitada.



ATENÇÃO: Certifique-se de que todas as implicações de se desabilitar uma ranhura do módulo analógico estejam claramente entendidas antes de utilizar essa característica.

A resposta para a desabilitação de ranhuras para entradas e saídas é a mesma para todos os módulos analógicos.

Resposta de Entrada para Desabilitação de Ranhura

O módulo continua a atualizar os valores de entrada para o controlador. Entretanto, o controlador não realiza a leitura das entradas de um módulo que está desabilitado. Portanto, quando o controlador desabilita a ranhura do módulo analógico, as entradas do módulo que aparecem na tabela imagem do controlador permanecem em seu último estado. Quando o controlador reabilita a ranhura do módulo analógico, o estado atual das entradas são recebidos pelo controlador durante a varredura seguinte.

Resposta de Saída para Desabilitação da Ranhura

O controlador pode alterar os dados de saída do módulo analógico, conforme aparecem na tabela imagem do controlador. Entretanto, esses dados não são transferidos para o módulo analógico.

Em vez disso, o módulo analógico mantém suas saídas no último estado. Quando a ranhura é reabilitada, os dados que aparecem na tabela imagem do controlador são transferidos para o módulo analógico na varredura seguinte.

Filtro do Canal de Entrada

Os canais de entrada para todos os módulos analógicos incorporam um condicionamento abrangente de sinal da placa. O objetivo desse condicionamento é rejeitar o ruído de frequência elevado que pode ser acoplado em um sinal de entrada analógica enquanto as variações normais do sinal de entrada estão passando. O condicionamento é realizado, passando-se o sinal de entrada através de um filtro digital Gaussian de 6 pólos.

O desligamento rápido desse filtro é demonstrado no registro da resposta de frequência, figura 3.2. Os componentes da frequência do sinal de entrada na frequência de ângulo do filtro de 10Hz, ou abaixo, são passados com uma atenuação abaixo de 3dB. Essa banda de passagem permite a variação normal das entradas dos sensores, como por exemplo, temperatura, pressão e transdutores de vazão, a fim de que possam ser dados de entrada para o controlador.

Os sinais de ruído acoplados em frequências acima de 10Hz da banda de passagem são rapidamente rejeitados. A região de 50/60Hz deve ser observada com atenção, onde os picos de tensão das linhas de alimentação podem ocorrer. No diagrama de resposta da frequência, observa-se que um sinal de 60Hz em uma entrada positiva (+) em relação com a entrada negativa (-) é atenuado acima de 55dB (modo de rejeição normal: 60Hz).

Se o ruído na linha de alimentação estiver sendo acoplado no sinal de entrada através do cabo, a utilização adequada das entradas diferenciais reduz o efeito do ruído. Com entradas diferenciais, o ruído se acopla tanto nas entradas positivas (+) quanto nas negativas (-), onde é atenuado acima de 105dB (modo de rejeição normal: 60Hz).

Comparando-se a utilização do filtro em um determinado período de tempo, pode-se observar a curvatura do canal de entrada no gráfico da figura 3.3. Essa figura ilustra a resposta do valor de entrada versus o tempo quando uma alteração da curvatura é realizada na tensão ou na corrente do terminal de entrada. A resposta do filtro não demonstra “overshoot” e nem tempo rápido de acomodação. O valor de entrada se ajusta dentro da faixa de 95% do valor final de 60 milissegundos, independente do tamanho da entrada.

Exemplo - Se a entrada se altera instantaneamente de 0 para 10V, o valor convertido pelo módulo analógico depois de 60 milissegundos é 9,5V. Nesse tempo, o módulo analógico atualiza o valor dos dados de entrada na memória com uma resposta intermediária a cada 512 microsegundos.

Figura 4.3

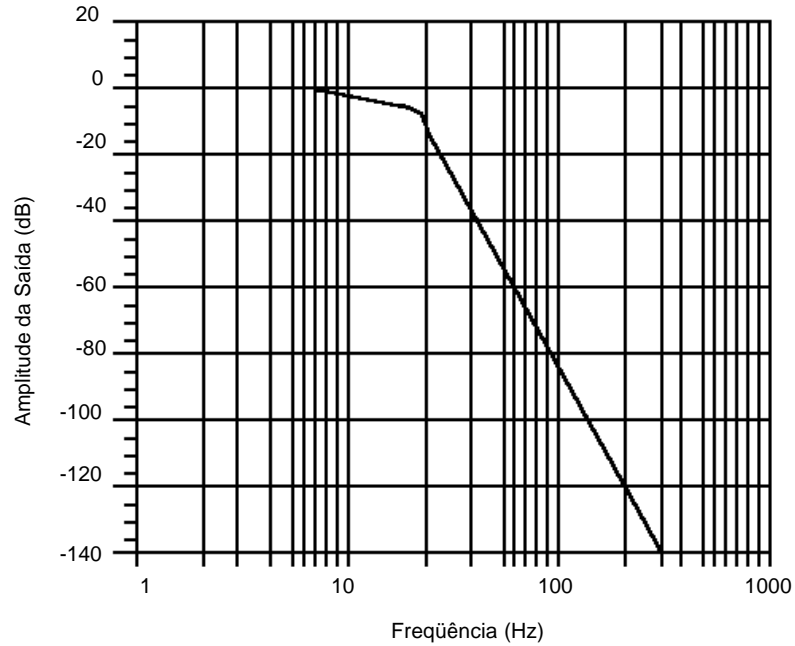
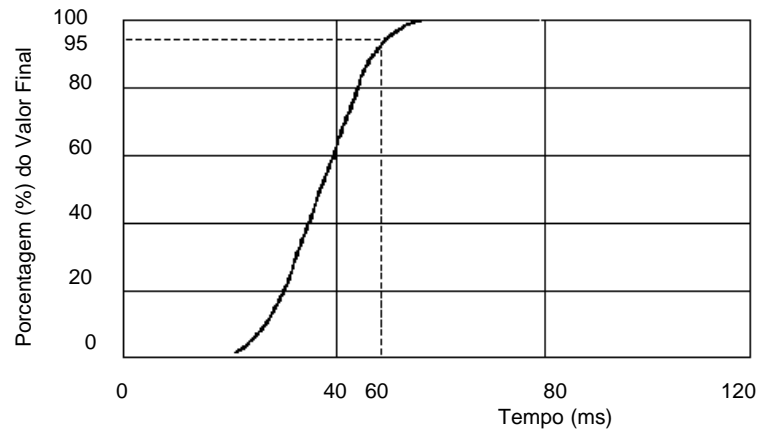
Resposta da Frequência do Canal de Entrada

Figura 4.4
Curvatura do Canal de Entrada



Teste de Módulo

O objetivo deste capítulo é ajudar a isolar problemas de maneira controlada e sistemática antes de se iniciar a operação normal do sistema.

Teste do Sistema SLC 500

Se o módulo analógico estiver instalado em uma gaveta de expansão de um sistema SLC 500 de estrutura fixa, teste o sistema utilizando os procedimentos descritos na publicação 1747-NI001, antes de executar os procedimentos de inicialização do módulo.

Se o módulo analógico estiver instalado em um sistema modular, teste o sistema modular utilizando os procedimentos descritos na publicação 1747-NI002, antes de iniciar os procedimentos de inicialização.

Procedimentos de Inicialização

Ao finalizar os testes com o sistema SLC500, proceda conforme a seqüência para testar o módulo analógico:

1. Examine o módulo analógico.
2. Desconecte os dispositivos de movimento
3. Energize o sistema SLC 500.
4. Teste as entradas analógicas.
5. Teste as saídas analógicas.
6. Inicialize o sistema.

Inspeção do Módulo Analógico

Pode-se evitar problemas, inspecionando-se o módulo analógico antes que seja instalado no sistema SLC 500. A inspeção deve incluir as seguintes etapas:

1. Certifique-se de que todas as mini-seletoras de seleção do modo tensão/corrente estejam ajustadas de forma adequada (somente as entradas).
2. Certifique-se de que todas as conexões da fiação do módulo analógico estejam corretas e de que não haja falta de fios ou fios partidos.



ATENÇÃO: Deve-se tomar cuidado para se evitar a conexão de uma fonte em tensão em um canal configurado para uma entrada em corrente, pois pode ocorrer operação inadequada do módulo ou danos ao mesmo.

3. Certifique-se de que a blindagem do cabo utilizado para conectar o módulo analógico esteja aterrada de forma adequada. Consulte o capítulo 2 para obter mais informações.



ATENÇÃO: Não conecte a blindagem Belden nº 8761 e o fio dreno no bloco de terminais do módulo analógico. A blindagem e o fio dreno devem ser conectados no terra, que não está disponível no bloco de terminais do módulo analógico.

4. Certifique-se de que o bloco de terminais removível do módulo analógico esteja encaixado.

Desconexão dos Dispositivos de Movimento

Durante os seguintes procedimentos de teste, o controlador permanece energizado. Como medida de segurança, certifique-se de que não haja movimento de máquina. Para conseguir isso:

Desconecte os fios do próprio motor ou do acionador do motor para realizar o teste de operação do contato acionador e verificar se o circuito de saída está conectado corretamente e em funcionamento.

Para desconectar uma válvula solenóide, solte-a, deixando o contato conectado.

Em alguns casos, não é possível desconectar um dispositivo dessa maneira. Quando isso ocorrer, abra o circuito de saída no ponto mais próximo ao dispositivo que provoca o movimento. Por exemplo, a saída pode ser um relé que sucessivamente energiza um motor. Caso não seja possível desconectar os fios do motor, abra o circuito em um ponto entre o motor e o relé.



ATENÇÃO: O movimento de máquina durante a verificação do sistema pode causar danos pessoais. Durante todos os procedimentos de verificação, todos os dispositivos, que energizados acionam uma máquina, devem ser desligados.

Energização do Sistema SLC 500

Forneça alimentação ao sistema SLC 500 de estrutura fixa ou modular. O LED vermelho do módulo analógico deve acender, indicando que o módulo está recebendo alimentação de 24Vcc.

Enquanto um LED do módulo analógico não acender, não há indicação de que o mesmo esteja operando adequadamente, ou seja, o módulo não está funcionando. Não prossiga com os procedimentos de teste até que o LED se acenda.

As quatro causas mais prováveis que não permitem que um LED se acenda são:

- O sistema SLC 500 não está recebendo alimentação da fonte. Verifique o LED POWER na unidade do sistema de estrutura fixa ou a fonte de alimentação no sistema de estrutura modular. Se o LED não acender, consulte a publicação 1747-NI001. Se o módulo for 1746-NO4I ou -NO4V, verifique o estado da mini-seletores da fonte de alimentação de 24Vcc opcional. Se a alimentação externa e estiver selecionada, mas não conectada na parte frontal do módulo, o LED de alimentação não acende.
- A alimentação da fonte não está sendo recebida pelo restante do sistema SLC 500. Isso pode ser testado, tentando-se entrar em on-line com o dispositivo de programação.
- A ranhura na gaveta onde o módulo analógico está localizado não está em operação. Remova a alimentação do sistema SLC 500, coloque o módulo em outra ranhura e restaure a alimentação. Se a ranhura parece apresentar falha, substitua a gaveta.
- O módulo analógico apresenta defeito.

Teste das Entradas Analógicas

Antes de testar os canais de entrada do módulo analógico, o sistema SLC 500 deve ser instalado e testado de acordo com a publicação 1747-NI001 ou 1747-NI002. O controlador deve ser conectado a um dispositivo de programação, configurado de forma adequada e não deve ter linhas no programa ladder. O LED do módulo analógico também deve acender.



ATENÇÃO: O procedimento descrito nesta seção de testes dos canais de entrada do módulo analógico pressupõe que todas as saídas do módulo de E/S que normalmente acionam dispositivos de movimento potencialmente perigosos foram desconectados desses dispositivos. **Não** tente realizar testes nos canais de entrada do módulo analógico, a menos que dispositivos de movimento potencialmente perigosos estejam desconectados dos módulos de E/S.

Os dispositivos conectados aos canais de entrada do módulo analógico são chamados de "sensores". Se os sensores podem ser alterados manualmente em sua faixa de operação normal, utilize-os para testar os canais de entrada do módulo analógico.

Se os sensores não podem ser alterados manualmente, uma fonte em tensão ou em corrente é necessária para testar os canais de entrada. Nesse caso, desconecte os canais de entrada do módulo analógico no sensor para testar a fiação do bloco de terminais. As etapas a seguir também, se aplicam ao procedimento de teste.

Importante: O procedimento a seguir não assegura que a mini-seletora do modo de entrada esteja configurada adequadamente. Faça uma inspeção visual na mini-seletora do modo de entrada antes de instalar o módulo analógico na gaveta.



ATENÇÃO: Deve-se tomar cuidado para se evitar a conexão de uma fonte em tensão em um canal configurado para entrada em corrente, pois pode ocorrer operação inadequada do módulo ou danos ao módulo.

Para testar as entradas analógicas, proceda como a seguir:

1. Determine as condições de limite para o canal de entrada do módulo analógico. Por exemplo, se o canal de entrada estiver conectado a um sensor que tem uma amplitude de saída de 1mA a 5mA, as condições de limite devem ser de 1mA (inferior) e 5mA (superior).
2. Utilizando as fórmulas do item *Conversão dos Dados de Entrada Analógica*, calcule os valores decimais de entrada que devem aparecer na tabela imagem do controlador quando as condições de limite estão presentes no canal de entrada do módulo analógico.

Por exemplo, se 1mA e 5mA são as condições de limite, os valores decimais devem ser 819 e 4096.

3. Com o dispositivo de programação em on-line com o controlador, selecione o modo teste e a função do modo varredura contínua.
4. Exiba os dados no Arquivo 1 (Tabela Imagem de Entrada).
5. Altere a base do display para decimal.
6. Se o canal de entrada do módulo foi desconectado do sensor, associe uma fonte em tensão (entrada em tensão) ou fonte em corrente (entrada em corrente) à entrada e ajuste a fonte à condição de *limite inferior*.

Se o canal de entrada estiver conectado ao sensor, ajuste o sensor na condição de *limite inferior*.

7. Localize os dados de entrada na tabela imagem. A palavra imagem de entrada para o canal de entrada que está sendo testado deve ler aproximadamente o limite inferior calculado na etapa 2.

O valor exato da palavra imagem é afetado pela precisão do módulo analógico e do sensor de entrada. Certifique-se de que o desvio do valor limite está de acordo com os limites de tolerância para a aplicação analógica.

8. Se o canal de entrada foi desconectado do sensor, associe a fonte em tensão (entrada em tensão) ou fonte em corrente (entrada em corrente) à entrada e ajuste a fonte para a condição *limite superior*.

Se o canal de entrada estiver conectado ao sensor, ajuste o sensor na condição de limite superior.

9. Repita a etapa 7 sobre a condição de limite superior.
10. Repita as etapas de 1 a 8 para as outras entradas analógicas.

11. Caso qualquer um dos canais de entrada analógica não passe pelo procedimento de inicialização, verifique as seguintes causas em potencial:

- O controlador não está no modo de varredura TEST/COTINUOUS.
- O bloco de terminais não está encaixado no módulo analógico.
- A fiação do bloco de terminais do módulo analógico não está adequada ou os fios estão partidos. Consulte o capítulo para obter mais informações sobre a fiação do módulo analógico.
- O sensor analógico, ou fonte de corrente ou fonte de tensão, não está operando adequadamente.

Se a fonte de corrente não está disponível para testar um canal de entrada em corrente, uma fonte de tensão pode ser aplicada ao canal de entrada em corrente para atingir as condições de limite da entrada. Em operação normal, uma fonte de tensão não deve ser conectada a um canal de entrada analógica no modo corrente. Para determinar as condições de limite, utilize a seguinte equação:

$$\text{Entrada em Tensão (V)} = \text{Entrada em Corrente (mA)} \times 0,25$$

Exemplo - Se as condições de limite de entrada em corrente são de 1mA e 5mA, as condições de limite em volts devem ser 0,25V e 1,25V. Se esse cálculo for feito corretamente, a fonte de tensão nunca deve exceder 5V.

Teste das Saídas Analógicas

Antes de realizar o teste dos canais de saída do módulo analógico, o sistema SLC 500 deve ser instalado e testado de acordo com o Manual de Operação e Instalação de Estrutura Modular ou Fixa do SLC 500. O controlador deve estar conectada a um dispositivo de programação, configurado de forma adequada e não deve ter linhas no programa ladder. O LED do módulo analógico deve estar aceso.



ATENÇÃO: O procedimento descrito nesta seção para o teste dos canais de saída do módulo analógico pressupõe que todas as saídas do módulo de E/S que normalmente acionam dispositivos de movimento potencialmente perigosos foram desconectados desses dispositivos.

Não tente realizar um teste dos canais de saída do módulo analógico, a menos que os dispositivos de movimento potencialmente perigosos sejam desconectados dos módulos de E/S.

Os dispositivos conectados diretamente nas saídas do módulo analógico são chamados de atuadores. Se os atuadores não afetam os dispositivos de movimento ou inicializam qualquer outra operação potencialmente perigosa, utilize esses dispositivos para testar as saídas.

Se os atuadores afetam os dispositivos de movimento ou inicializam uma operação potencialmente perigosa, utilize um voltímetro para testar as saídas de tensão e um amperímetro para testar as saídas em corrente. Observe que esses medidores possuem limitações que lhe são próprias.

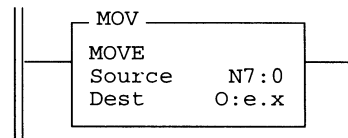
Nesse último caso, desconecte os atuadores das saídas do módulo analógico para testar os blocos de terminais.

O procedimento a seguir se aplica também às situações anteriores:

1. Determine as condições de limite para o canal de saída do módulo analógico. Por exemplo, se o canal de saída estiver conectado a um atuador cuja faixa de entrada é de 1V a 5V, as condições de limite são: 1V (inferior) e 5V (superior).
2. Utilizando as fórmulas da página 4-9, calcule os valores decimais de saída que devem ser colocados na tabela imagem do controlador para produzir as condições de limite do canal de saída do módulo analógico determinadas na etapa 1.

Por exemplo, se 1V e 5V são as condições de limite, os valores decimais devem ser 3277 e 16384.

3. Crie e salve a linha de teste mostrada a seguir:



"y": número da ranhura do módulo analógico

"X": número do canal de saída do módulo analógico que está sendo testado

4. Descarregue o programa no controlador e coloque-o no modo Programação.
5. Exiba os dados no endereço N7:0.
6. Estabeleça o valor da condição de limite inferior em N7:0. Por exemplo, se a condição de limite inferior é de 1V, digite 3277 em N7:0.
7. Se o canal de saída não foi desconectado do atuador, o atuador deve assumir a condição de limite inferior.

Se o canal de saída foi desconectado do atuador, conecte o amperímetro (saída em corrente) ou o voltímetro (saída em tensão) no canal de saída do módulo analógico. O valor exato da leitura é influenciado pela precisão do módulo analógico e do medidor. Certifique-se de que o erro da condição de *limite inferior* está de acordo com os limites de tolerância da aplicação onde o módulo analógico está sendo utilizado.

Por exemplo, se 1V é o valor da condição de *limite inferior*, o voltímetro deve ler aproximadamente 1V.

8. Estabeleça o valor da condição de limite superior em N7:0. Por exemplo, se a condição de limite superior é de 5V, coloque o valor 16384 em N7:0.
9. Repita a etapa 7 para estabelecer a condição de *limite superior*.
10. Repita as etapas de 1 a 9 para cada canal de saída.
11. Caso qualquer um dos canais de entrada analógica não esteja de acordo com os procedimentos de inicialização, verifique as seguintes causas principais:
 - O controlador não está no modo Operação.
 - O bloco de terminais não está encaixado no módulo analógico.
 - O bloco de terminais do módulo analógico não está conectado adequadamente ou os fios estão partidos. Consulte o capítulo 3 para obter mais informações sobre a fiação do módulo analógico.
 - O atuador ou voltímetro/amperímetro de teste não está funcionando de forma adequada.

Exemplos de Programação

Esse capítulo descreve vários exemplos de programação que possuem opções adicionais:

- Endereçamento, Detecção Fora de Faixa e Escala das Entradas Analógicas
- Endereçamento e Escala das Saídas Analógicas
- Offsets de Escala quando >32.767 ou <-32.768
- Escala e Verificação da Faixa de Entradas e Saídas Analógicas.

Importante: Os exemplos de programação neste capítulo servem somente como informação. Como há muitas variáveis e requisitos associados a cada aplicação, a Rockwell Automation não pode assumir quaisquer responsabilidades ou riscos pela utilização desses exemplos em situações reais.

Endereçamento, Detecção Fora da Faixa e Escala de Entradas Analógicas

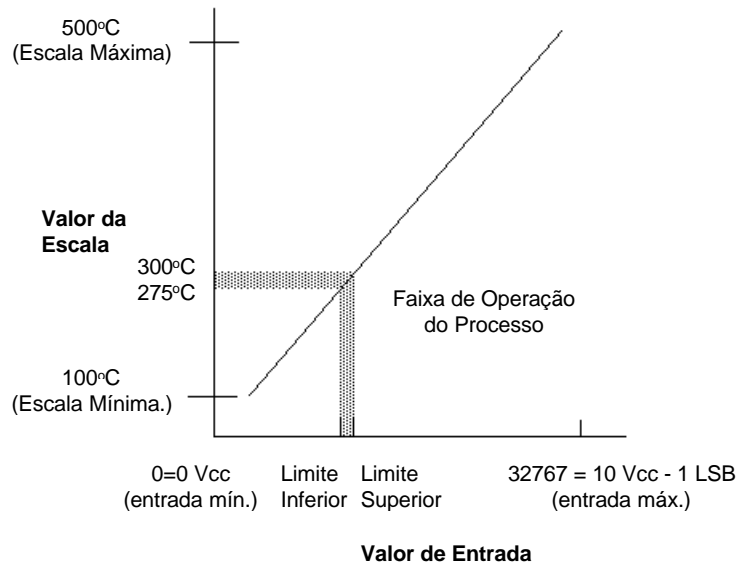
O exemplo a seguir utiliza um Módulo de Entrada Analógica 1746-NI4 para mostrar o endereçamento da entrada, faixa de verificação e escala das entradas analógicas em unidades de engenharia.

Considere que:

- O Módulo 1746-NI4 está localizado na ranhura 3 de um sistema de estrutura modular.
- O transdutor de temperatura com uma saída de 0 a 10V está conectado ao canal de entrada 2 no módulo analógico.
- O sinal de tensão do transdutor é proporcional à faixa de 100°C a 500°C.
- A temperatura do processo deve ficar entre 275°C e 300°C. Se a temperatura desviar dessa faixa, um flag é ajustado. O dado é apresentado em graus centígrados para ser monitorado e exibido.

A operação de escala é exibida no gráfico a seguir que mostra a relação linear entre os valores da entrada e da escala resultante.

Figura 6.1



Cálculo da Relação Linear

Utilize as equações a seguir para expressar a relação linear entre o valor de entrada e o valor de escala resultante.

Valor de escala = (valor de entrada x inclinação) + offset

Inclinação = (escala máx. - escala mín.) / (entrada máx. - entrada mín.)

$$(500 - 100) / (32.767 - 0) = 400 / 32.767$$

Offset = escala mínima - (entrada mínima x inclinação)

$$100 - (0 \times (400 / 32.767)) = 100$$

Valor da escala = (valor de entrada x (400 / 32767)) + 100

Cálculo do Flag Fora da Faixa

Utilize a seguinte equação para calcular os valores de entrada de limite superior e inferior que determinam o flag fora da faixa.

$$\text{Valor de entrada} = (\text{valor de escala} - \text{offset}) / \text{inclinação}$$

$$\text{limite inferior} \quad (275-100) / (400/32.767)=14.344$$

$$\text{limite superior} \quad (300-100) / (400/32.767)=16.393$$

Com a relação linear e o valor do flag fora de faixa calculados, esse exemplo permite:

- Ligar um aquecedor ou ventilador para manter a temperatura do processo entre 275°C e 300°C através dos flags fora de faixa.
- Monitorar a temperatura do processo utilizando um DTAM ou Terminal Manual Portátil (HHT).
- Exiba a temperatura do processo para a interface de operação das seguintes maneiras:
 - Movendo (MOV) o valor de escala para um módulo de saída assim como dados variáveis para um Dataliner;
 - Convertendo o valor de escala para BCD (utilizando a instrução TOD) e movendo-a (MOV) para um display

Os diagramas ladder a seguir mostram como programar o controlador. O primeiro exemplo utiliza instruções matemáticas básicas disponíveis em um controlador SLC 500. O diagrama ladder evita uma falha do controlador retendo o bit de overflow matemático S:5/0 antes do final da varredura.

O segundo exemplo utiliza a instrução de escala (SCL)^① disponível no Controlador SLC 5/02 ou mais potentes. O parâmetro “rate” é calculado multiplicando-se a inclinação por 10.000.

$$\text{rate} = (400/32767) \times 10.000 = 122$$

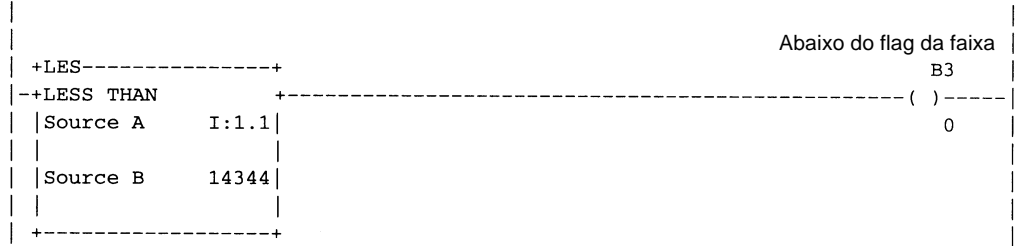
O terceiro exemplo utiliza a instrução SCP (escala com parâmetros), disponível apenas nos controladores SLC 5/03 (OS302 ou posterior) e SLC 5/04 (OS 401 ou posterior).

^① Se o resultado da multiplicação entre a Fonte e a o parâmetro “Rate” dividido por 10000 for superior a 32767, a instrução do SLC excede o valor máximo de registro, provocando uma falha 0020 (Bit de Falha de Advertência) e coloca o valor 32767 na palavra Destino. Isso ocorre independente do offset da corrente. Para utilizar um outro método, consulte o item Offsets de Escala quando >32,767 ou <-32,768.

Utilizando a Instrução de Cálculo Matemático Padrão

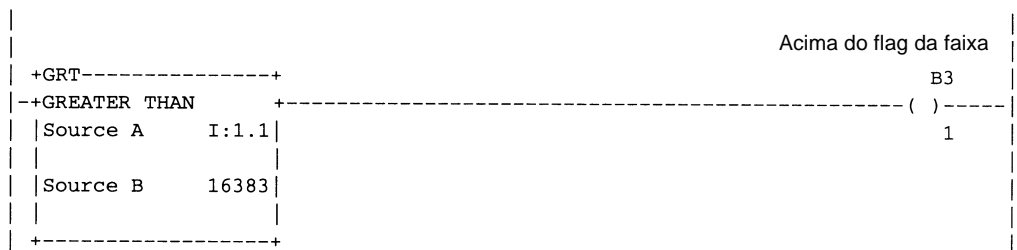
Linha 2:0

Verifique a faixa a seguir



Linha 2:1

Verifique a faixa acima



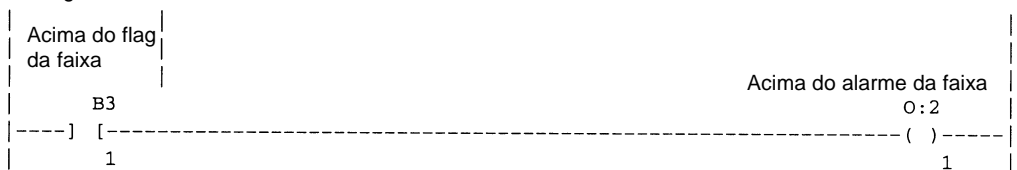
Linha 2.2

Ligue a saída de alarme abaixo quando a entrada analógica estiver na faixa abaixo



Linha 2.3

Ligue a saída de alarme acima quando a entrada analógica estiver na faixa acima



A lógica ladder continua na próxima página

Linha 2:4

Calcule o valor da entrada analógica e processe o resultado apenas quando estiver na faixa aceitável

Abaixo do flag da faixa	Acima do flag da faixa	
B3	B3	
0	1	
+MUL-----+		
+MULTIPLY		
		Source A I:1.1
		Source B 400
		Dest N7:0
		0
+-----+		
Divide result by input range		
+DDV-----+		
+DOUBLE DIVIDE		
		Source 32767
		Dest N7:0
		0
+-----+		
Add offset (N7:0 cont ains proce ss tempera ture)		
+ADD-----+		
+ADD		
		Source A N7:0
		0
		Source B 100
		Dest N7:0
		0
+-----+		
Clear flt bit from overflow S:5		
+---(U)-----+		
		0
+-----+		
+END+		

Linha 2:5

Utilizando a Instrução de Escala (SCL)

Linha 2:0

Verifique a faixa a seguir

		Abaixo do flag da faixa
+LES-----+		B3
-+LESS THAN	+-----	()-----
Source A I:1.1		0
0		
Source B 14344		
+-----+		

Linha 2:1

Verifique a faixa acima

		Acima do flag da faixa
+GRT-----+		B3
-+GREATER THAN	+-----	()-----
Source A I:1.1		1
0		
Source B 16383		
+-----+		

Linha 2.2

Ligue a saída de alarme abaixo quando a entrada analógica estiver na faixa abaixo

	Abaixo do flag da faixa		Abaixo do alarme da faixa
	B3		O:2
-----] [-----		-----	()-----
	0		0

Linha 2.3

Ligue a saída de alarme acima quando a entrada analógica estiver na faixa acima

	Abaixo do flag da faixa		Acima do alarme da faixa
	B3		O:2
-----] [-----		-----	()-----
	1		1

Linha 2:4

Calcule o valor da entrada analógica e processe o resultado apenas quando estiver na faixa aceitável

	Abaixo do flag da faixa			Calcule a entrada analógica
	B3	B3		+SCL-----+
-----] [-----		-----	-----	+SCALE-----+
	0	1		Source I:1.1
(2:0)	(2:1)			0
				Rate [/10000] 122
				Offset 100
				Dest N7:0
				0
				+-----+

Linha 2:5

+END+

Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP)

Linha 2:0

Verifique a faixa abaixo

```

|
|                                     Abaixo do flag da faixa
|                                     B3
| +LES-----+
| --+LESS THAN +----- ( )-----
| |Source A   I:1.1|
| |           0|
| |Source B   14344|
| +-----+

```

Linha 2:1

Verifique a faixa acima

```

|
|                                     Acima do flag da faixa
|                                     B3
| +GRT-----+
| --+GREATER THAN +----- ( )-----
| |Source A   I:1.1|
| |           0|
| |Source B   16383|
| +-----+

```

Linha 2.2

Ligue a saída de alarme abaixo quando a entrada analógica estiver na faixa abaixo

```

| Abaixo do flag
| da faixa                                     Abaixo do alarme da faixa
| B3                                           O:2
| ----] [----- ( )-----
| 0                                           0

```

Linha 2.3

Ligue a saída de alarme acima quando a entrada analógica estiver na faixa acima

```

| Abaixo do flag
| da faixa                                     Acima do alarme da faixa
| B3                                           O:2
| ----] [----- ( )-----
| 1                                           1

```

Linha 2:4

```

| Abaixo do flag | Acima do flag
| da faixa       | da faixa
| B3             | B3
| ----] / [-----] / [-----+-----+
| 0             | 1
|                                     Calcule a
|                                     entrada analógica
| +SCP-----+
| +SCALE W/PARAMETERS+
| |Input       I:1.1|
| |           0|
| |Input Min.  0|
| |           |
| |Input Max.  32767|
| |           |
| |Scaled Min. 100|
| |           |
| |Scaled Max. 500|
| |           |
| |Scaled Output N7:0|
| |           0|
| +-----+

```

Linha 2:5

```

|-----+-----+END+-----+

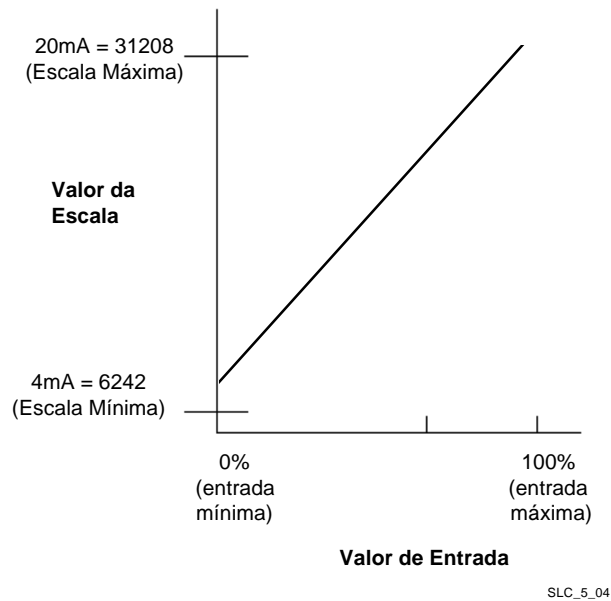
```

Endereçamento e Saídas em Escala

Considere que:

- O Módulo 1746-NIO4I está localizado na ranhura 2 do sistema SLC 500.
- Um atuador de uma válvula de controle de fluxo está conectada a um canal de saída 0.
- O atuador aceita um sinal proporcional de 4mA a 20mA que equivale de 0 a 100% da abertura da válvula. Para este exemplo, o atuador do sinal não pode receber um sinal fora da faixa de 4mA a 20mA.
- A porcentagem de abertura da válvula é uma entrada manual para o SLC.
- gráfico a seguir exhibe a relação linear.

Figura 6.2



Cálculo da Relação Linear

Utilize as seguintes equações para calcular o valor de saída da escala:

$$\text{Valor da escala} = (\text{valor de entrada} \times \text{inclinação}) + \text{offset}$$

$$\text{Inclinação} = (\text{escala máxima} - \text{escala mínima}) / (\text{entrada máxima} - \text{entrada mínima})$$

$$(31.208 - 6.242) / (100 - 0) = 24.966 / 100$$

$$\text{Offset} = \text{escala mínima} - (\text{escala mínima} \times \text{inclinação})$$

$$6.242 - (0 \times (24.966 / 100)) = 6.242$$

$$\text{Valor da escala} = (\text{válvula de entrada} \times 24.966 / 100) + 6.242$$

Os limites fora da faixa são pré-determinados porque qualquer valor inferior a 0% é 6.242 e qualquer valor superior a 100% é 31.208. A lógica ladder verifica o flag fora de faixa para observar se um valor inferior a 4mA ou um valor superior a 20mA está sendo fornecido ao canal de saída analógica.

A porcentagem da abertura da válvula pode ser *aplicada* ao controlador:

- através da entrada de dados realizada por um DTAM ou Terminal Portátil;
- ou movendo (MOV) os dados de uma chave thumbwheel ou de um teclado (provavelmente convertendo os dados a partir de BCD, com a instrução FRD).

A porcentagem de abertura da válvula pode ser *fornecida* para a interface de operação:

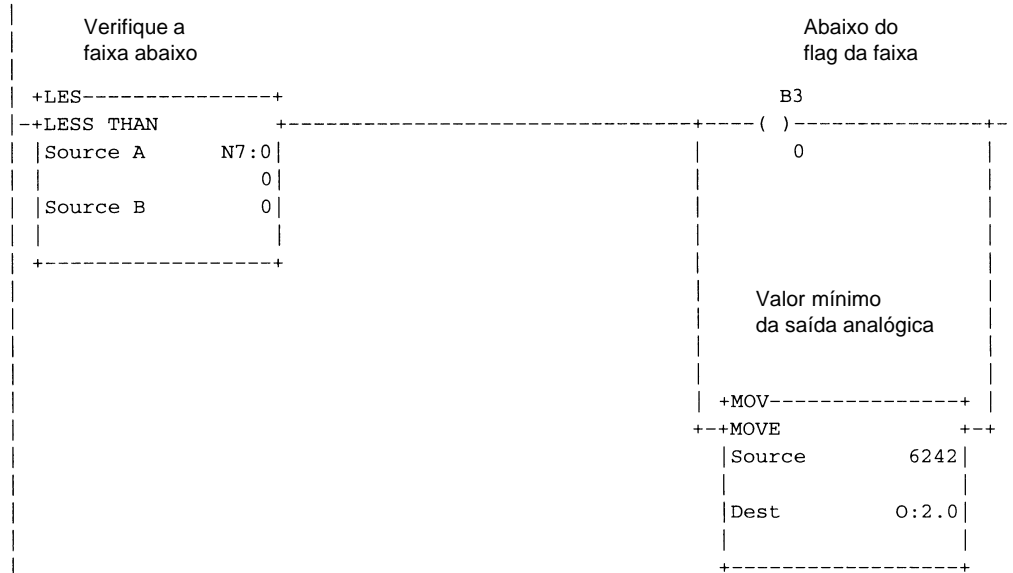
- monitorando-se os dados através de um DTAM ou HHT.
- movendo (MOV) os dados para um módulo de saída e os dados variáveis para um Dataliner.
- convertendo os dados para BCD (através da instrução TOD) e movendo-os (MOV) para um display.

Como a inclinação é superior a 3,2767, somente o cálculo matemático padrão pode ser utilizado para o diagrama ladder. O diagrama ladder evita uma falha no controlador, desenergizando o bit de overflow matemático S:5/0 antes do término da varredura. Consulte o exemplo com diagrama ladder na próxima página. Depois do exemplo de cálculo matemático padrão é apresentado um diagrama ladder utilizando a instrução SCP, disponível apenas nos controladores SLC 5/03 (OS302 ou posterior) e SLC 5/04 (OS401 ou posterior).

Utilizando a Instrução de Cálculo Matemático Padrão

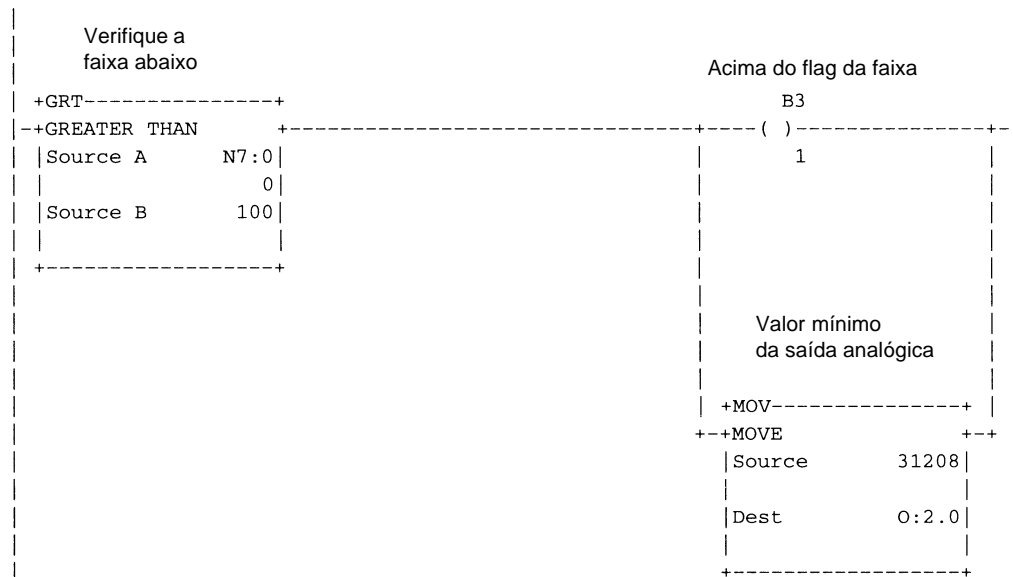
Linha 2:0

N7:0 contém a porcentagem de abertura da válvula. Se esse valor mínimo para a saída analógica (6242 decimal = 4mA na saída analógica)



Linha 2:1

N7:0 contém a porcentagem **de abertura da válvula**. Se esse valor for maior que 100, mova o valor máximo para a saída analógica (31208 decimal = 20mA na saída analógica)



A lógica ladder continua na próxima página

Linha 2:2
 Calcule os valores na faixa de 0 a 100% à faixa decimal para a saída analógica de 4-20mA

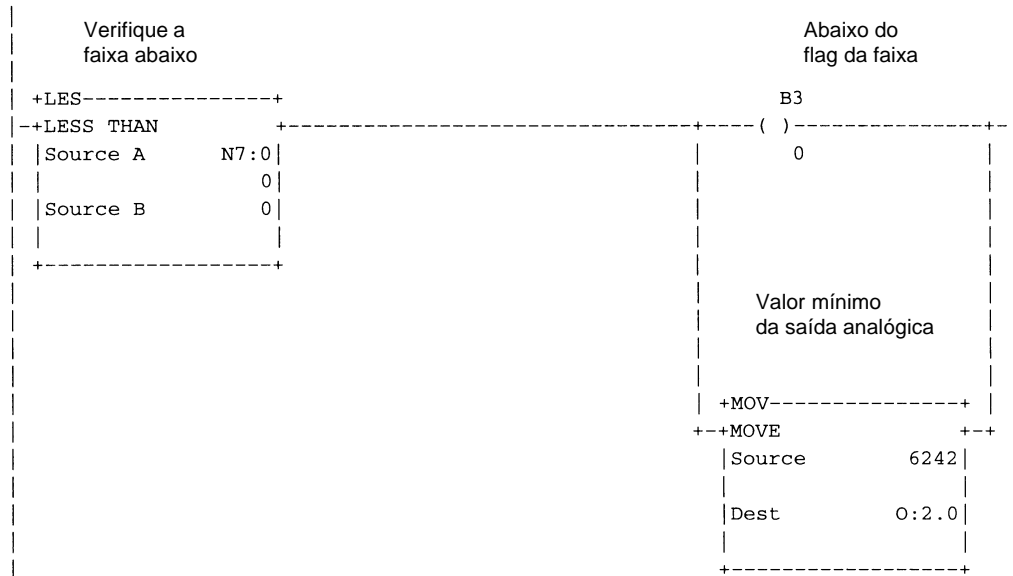
Abaixo do flag da faixa	Acima do flag da faixa	Multiplique pela faixa calculada
B3	B3	+MUL-----+
-----] / [-----]	-----] / [-----]	+MULTIPLY +--+
0	1	Source A N7:0
		0
		Source B 24966
		Dest N7:1
		0
		+-----+
		Divida pela faixa de entrada
		+DDV-----+
		+--DOUBLE DIVIDE +--+
		Source 100
		Dest N7:1
		0
		+-----+
		Adicione offset
		+ADD-----+
		+--ADD +--+
		Source A N7:1
		0
		Source B 6242
		Dest 0:2.0
		+-----+
		Remove o bit matemático de overflow
		S:5
		+---(U)-----+
		0
		+END+

Linha 2:3

Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP)

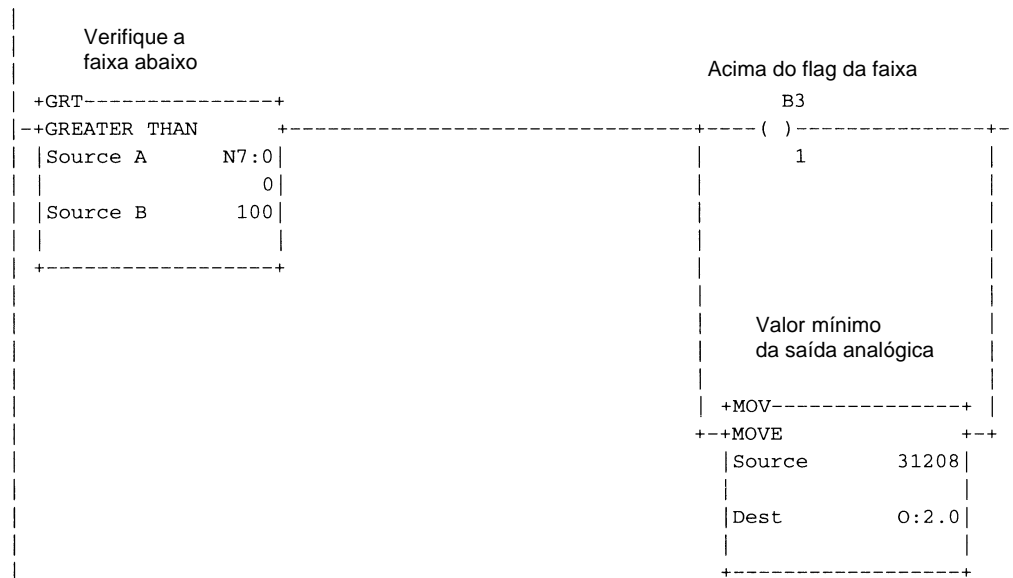
Linha 2:0

N7:0 contém a porcentagem de abertura da válvula. Se esse valor mínimo para a saída analógica (6242 decimal = 4mA na saída analógica)



Linha 2:1

N7:0 contém a porcentagem **de abertura da válvula**. Se esse valor for maior que 100, mova o valor máximo para a saída analógica (31208 decimal = 20mA na saída analógica)



A lógica ladder continua na próxima página

Linha 2:2

Calcule os valores na faixa de 0 a 100%
à faixa decimal para a saída analógica de 4-20 mA

Abaixo do flag da faixa	Acima do flag da faixa	
B3	B3	+SCP-----+-----+
-----] / [-----]	-----] / [-----]	+SCALE W/PARAMETERS +-----+
0	1	Input N7:0
		0
		Input Min. 0
		Input Max. 100
		Scaled Min. 6242
		Scaled Max. 31208
		Scaled Output 0:2.0
		+-----+-----+

Linha 2:3

-----+END+-----

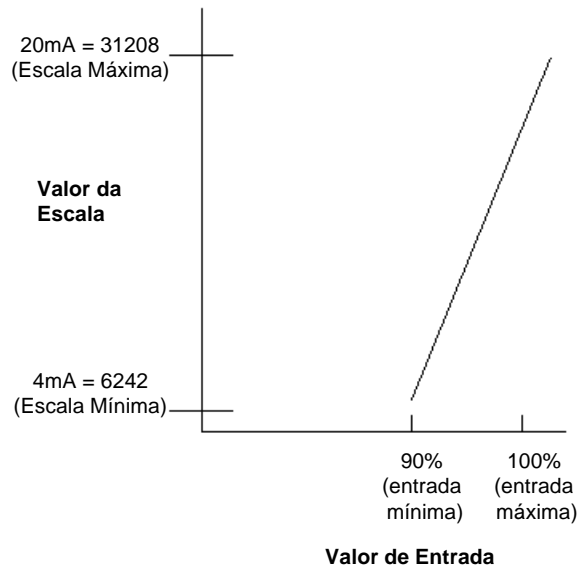
Offsets de Escala quando >32.767 ou <-32.768

Podem haver aplicações em que o valor de offset colocado em instruções matemáticas padrões seja superior a 32.767 ou inferior a -32.768. Nesses casos, é mais fácil alterar a relação linear no eixo do valor de entrada e reduzir os valores.

Esse exemplo, é semelhante à situação descrita no exemplo 2, exceto o sinal de 4mA a 20mA que é colocado em escala equivalente aos valores de 90 a 100%. O Módulo 1746-NIO4I localiza-se na ranhura 2 e o dispositivo de saída está conectado no canal 0.

O gráfico abaixo exhibe a relação linear.

Figura 6.3



Cálculo da Relação Linear

Utilize as equações a seguir para calcular as unidades colocadas em escala.

$$\text{Valor de escala} = (\text{valor de entrada} \times \text{inclinação}) + \text{offset}$$

$$\text{Inclinação} = (\text{escala máxima} - \text{escala mínima}) / (\text{entrada máxima} - \text{entrada mínima})$$

$$(31.208 - 6.242) / (100 - 90) = 24.966 / 10$$

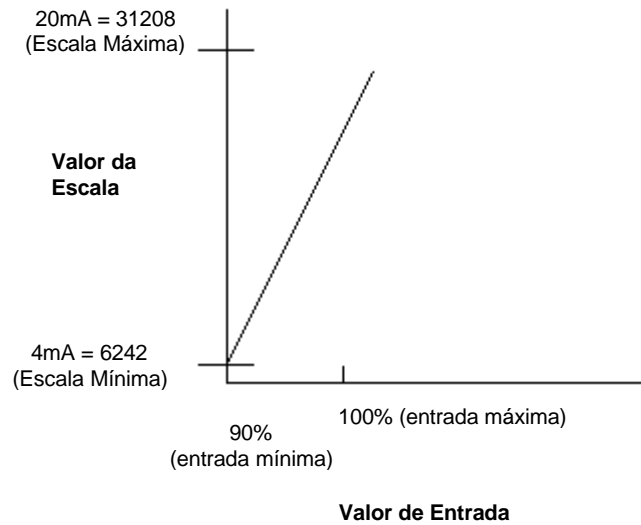
$$\text{Offset} = \text{escala mínima} - (\text{entrada mínima} \times \text{inclinação})$$

$$6242 - (90 \times (24.966 / 10)) = -218.452$$

$$\text{Valor de escala} = (\text{valor de entrada}) \times (24.966 / 10) - 218.452$$

Observe que o valor de offset é menor do que -32.768.

O gráfico a seguir ilustra a relação linear alterada. Observe que o valor resultante de offset é reduzido.



SLC 5 07

Cálculo da Relação Linear Alterada

Utilize as equações a seguir para recalculer a relação linear:

$$\text{Valor de escala} = ((\text{valor de entrada} - \text{entrada mínima}) \times \text{inclinação}) + \text{offset}$$

$$\text{Inclinação} = (\text{escala máxima} - \text{escala mínima}) / (\text{entrada máxima} - \text{entrada mínima})$$

$$(31.208 - 6.242) / (100 - 90) = 24.966 / 10$$

$$\text{Offset} = \text{escala mínima}$$

$$6.242$$

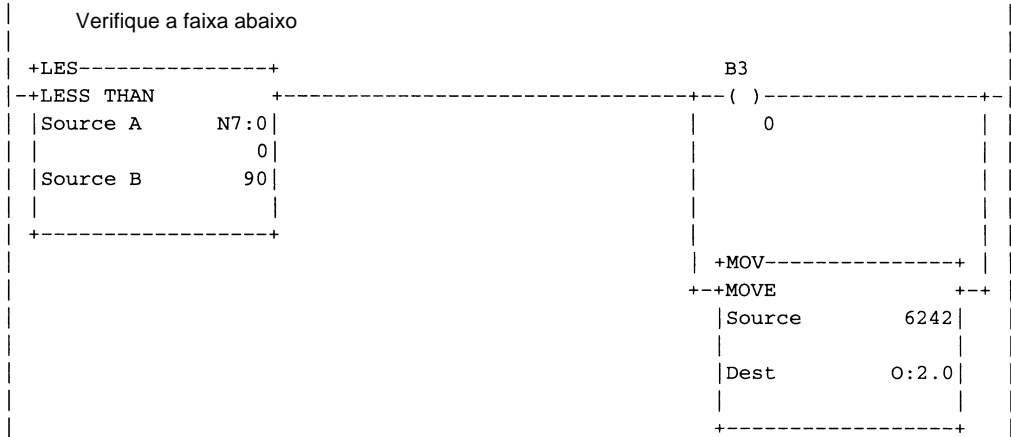
$$\text{Valor de escala} = (\text{valor de entrada} - 90) \times (24.966 / 10) + 6242$$

Como a inclinação é maior do que 3,2767, somente o cálculo matemático pode ser utilizado para o diagrama ladder. O diagrama ladder a seguir evita uma falha do controlador, desenergizando o bit de overflow matemático S:5/0 antes do término da varredura. Consulte o exemplo de diagrama ladder a seguir. Depois desse exemplo, aparece um outro diagrama ladder desempenhando a mesma função, porém utilizando a instrução SCP (escala com parâmetros), disponível apenas nos controladores SLC 5/03 (OS302) e SLC 5/04 (OS401).

Utilizando a Instrução de Cálculo Matemático Padrão

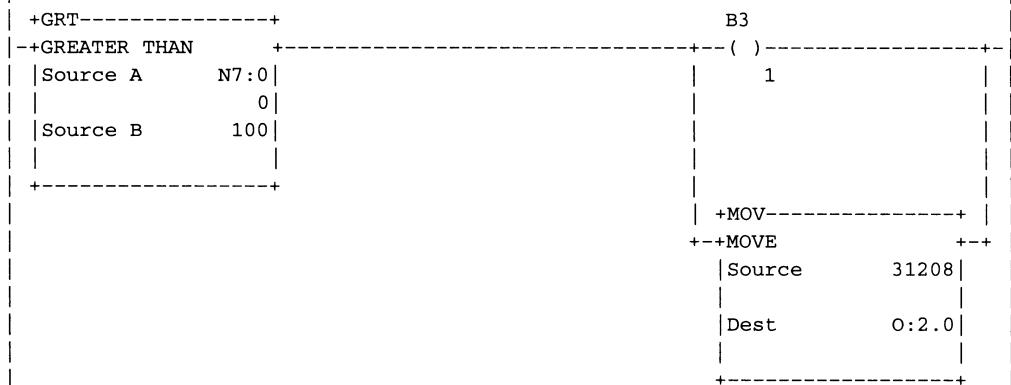
Linha 2:0

N7:0 contém a porcentagem de abertura da válvula



Linha 2:1

Verifique a faixa acima



A lógica ladder continua na próxima página

Linha 2:2

Calcule os valores na faixa de 90 a 100% à faixa decimal para a saída analógica

```

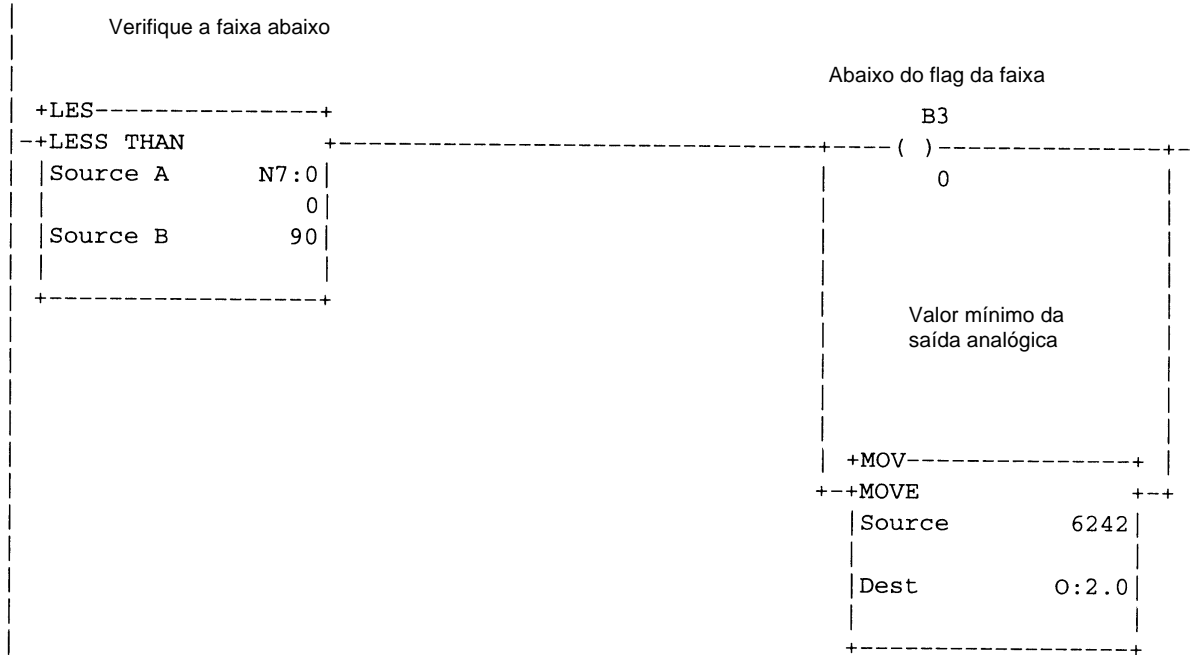
                                Subtraia a entrada nínima
                                +SUB-----+
                                |SUBTRACT      |
                                |Source A      N7:0|
                                |              0|
                                |Source B      90|
                                |              |
                                |Dest          N7:1|
                                |              0|
                                +-----+
                                |
                                |Multiplique pela
                                |faixa calculada
                                |
                                +MUL-----+
                                +MULTIPLY      +
                                |Source A      N7:1|
                                |              0|
                                |Source B      24966|
                                |              |
                                |Dest          N7:1|
                                |              0|
                                +-----+
                                |
                                |Divida o resultado
                                |pela faixa de entrada
                                |
                                +DDV-----+
                                +DOUBLE DIVIDE +
                                |Source         10|
                                |              |
                                |Dest          N7:1|
                                |              0|
                                +-----+
                                |
                                |Adicione offset
                                +ADD-----+
                                +ADD           +
                                |Source A      N7:1|
                                |              0|
                                |Source B      6242|
                                |              |
                                |Dest          0:2.0|
                                +-----+
                                |
                                |Remova o bit de
                                |falha do overflow
                                |
                                S:5
                                +---(U)-----+
                                |              0|
                                +-----+
                                +END+
    
```

Linha 2:3

Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP)

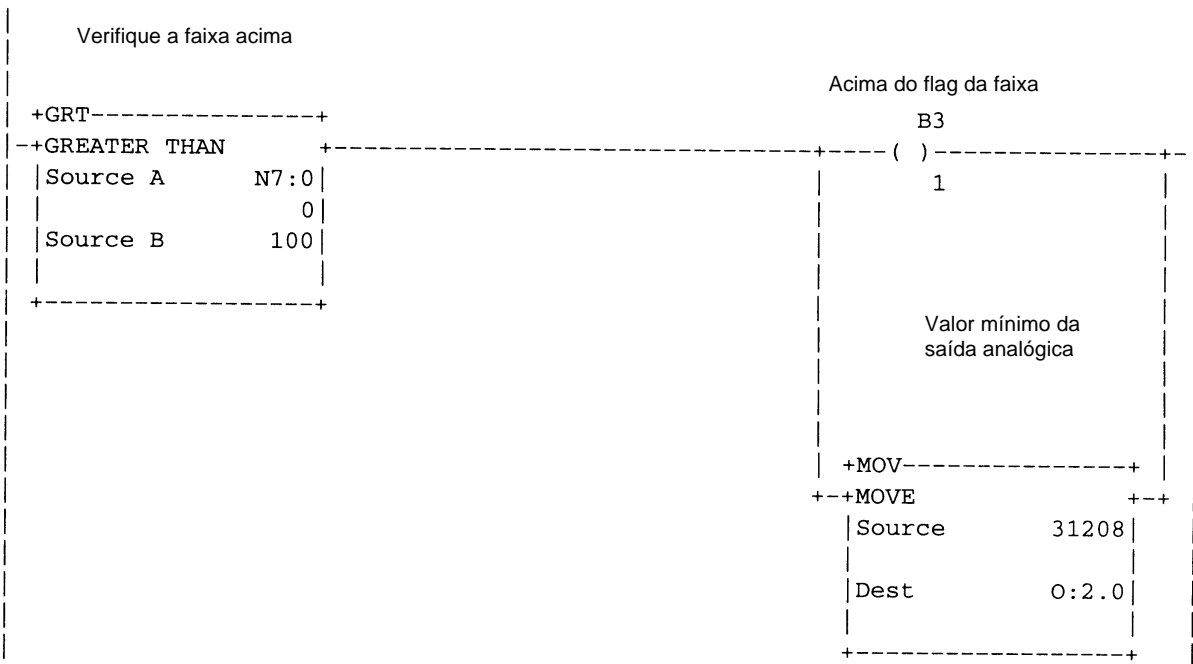
Linha 2:0

N7:0 contém a porcentagem de abertura da válvula. Se esse valor for menor que 90, mova o valor mínimo para a saída analógica (6242 decimal = 4 mA na saída analógica)



Linha 2:1

N7:0 contém a porcentagem de abertura da válvula. Se esse valor for maior que 100, mova o valor máximo para a saída analógica (31208 decimal = 20 mA na saída analógica)



A lógica ladder continua na próxima página

Linha 2:2

Calcule os valores na faixa de 90 a 100% à faixa decimal para a saída analógica

Abaixo do flag da faixa	Acima do flag da faixa	Calcule a saída analógica
B3	B3	+SCP-----+ SCALE W/PARAMETERS +
0	1	Input N7:0 0 Input Min. 90 Input Max. 100 Scaled Min. 6242 Scaled Max. 31208 Scaled Output 0:2.0 +-----+

Linha 2:3

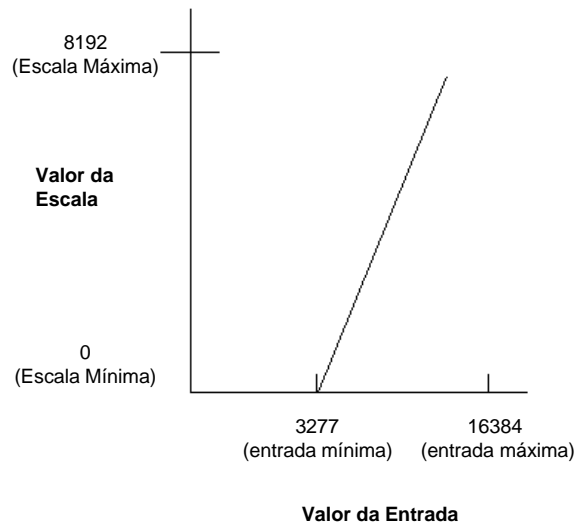
-----+END+-----

Verificação de Faixa e Escala das Saídas e Entradas Analógicas

Esse exemplo demonstra o endereçamento das E/S analógicas e a verificação da faixa e da escala dos valores de saída e entrada analógicos. Um Módulo 1746-NIO4V é colocado na ranhura 1 de um sistema SLC 500. Um sensor de pressão de 0 a 200psi é uma entrada da mesma forma que um sinal de 4mA a 20mA é uma entrada para o canal 0. O valor da entrada é verificado para assegurar que o mesmo permanece na faixa de 4mA a 20mA.

O valor de entrada é então colocado em uma escala e transformado em saída como um sinal de 0 a 2,5V para um display medidor de pressão no painel conectado no canal de saída 0. Se uma condição fora de faixa é detectada, um bit de flag é ajustado. A operação de escala é mostrada a seguir.

O gráfico ilustra a relação linear entre o valor de entrada e o valor resultante da escala.



Cálculo da Relação Linear

Utilize as seguintes equações para expressar a relação entre o valor da entrada e o valor resultante da escala:

$$\text{Valor da escala} = (\text{valor da entrada} \times \text{inclinação}) + \text{offset}$$

$$\text{Inclinação} = (\text{escala máxima} - \text{escala mínima}) / (\text{entrada máxima} - \text{entrada mínima})$$

$$(8192 - 0) / (16384 - 3277) = 8192 / 13107$$

$$\text{Offset} = \text{escala mínima} - (\text{entrada mínima} \times \text{inclinação})$$

$$0 - 3277 (8192 / 13.107) = -2048$$

$$\text{Valor de escala} = (\text{valor de entrada} \times 8192 / 13017) - 2048$$

Essa equação pode ser implementada, utilizando-se as capacidades do cálculo matemático de inteiros do sistema SLC 500. Três exemplos de programas são mostrados. O primeiro roda em qualquer controlador do sistema SLC 500 e o segundo utiliza a instrução de escala disponível nos controladores SLC 5/02 ou posterior. O terceiro programa utiliza a instrução SCP (escala com parâmetros) disponível apenas nos controladores SLC 5/03 (OS302 ou posterior) e SLC 5/04 (OS401 ou posterior).

No primeiro exemplo, o valor da entrada analógica é verificado, comparando-se os valores de entrada mínimo e máximo permitidos.

Se a entrada estiver fora da faixa, o valor de saída ajustado em seus valores mínimo e máximo. Se o valor de entrada estiver na faixa, o valor de saída é determinado, colocando-se a entrada em escala. Para colocar uma entrada analógica em escala, proceda como a seguir:

1. Multiplique a entrada pela faixa em escala

$$\text{Faixa em escala} = (\text{escala máxima} - \text{escala mínima})$$

2. Divida o resultado do bit 32 pela faixa de entrada

$$\text{Faixa de entrada} = (\text{entrada máxima} - \text{entrada mínima})$$

3. Some ao valor do offset (nesse caso negativo). O valor final é então movido para o canal de saída analógica 0.

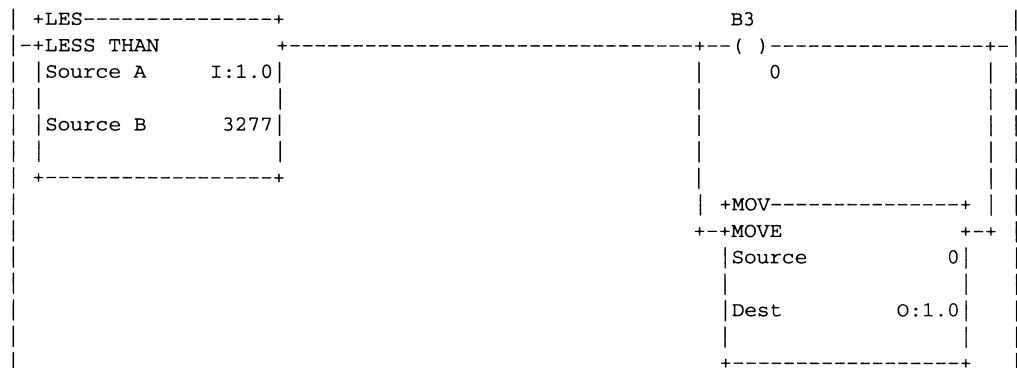
A operação de multiplicação gera um bit de overflow e um flag de advertência sempre que o resultado exceder 16 bits. Quando o registrador matemático de 32 bits for preenchido em função de uma divisão, o overflow não apresentará um problema. O flag de erro de advertência deve ser removido antes do término da varredura do programa para evitar um erro no sistema.

Consulte o exemplo de diagrama ladder a seguir.

Utilizando a Instrução de Cálculo Matemático Padrão

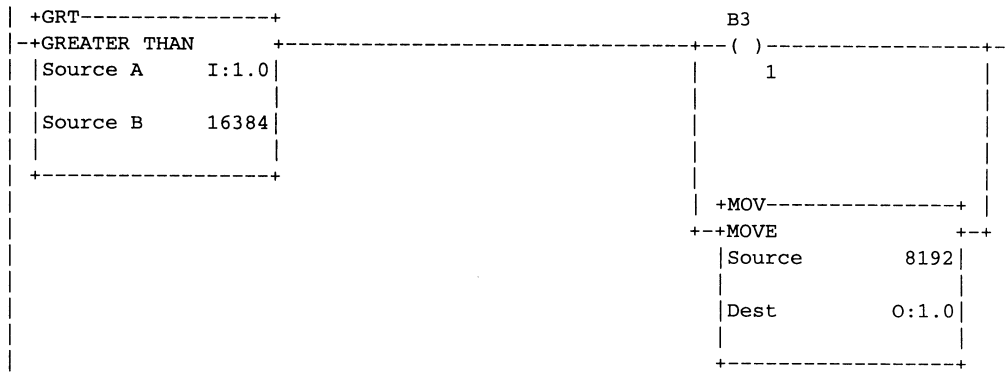
Linha 2:0

Verifique a faixa abaixo

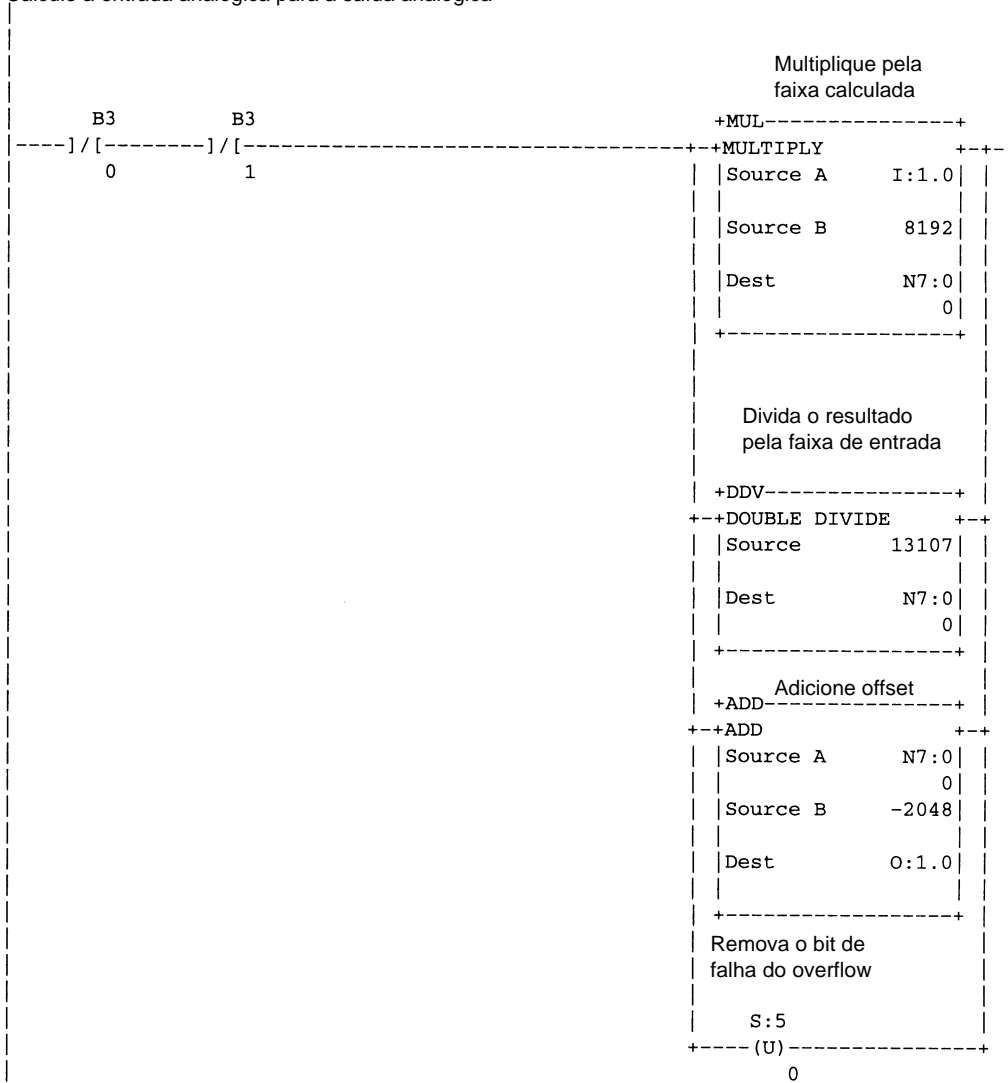


A lógica ladder continua na próxima página

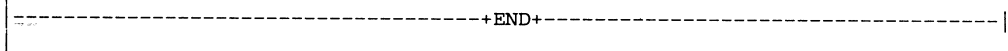
Linha 2:1
Verifique a faixa acima



Linha 2:2
Calcule a entrada analógica para a saída analógica



Linha 2:3



Verificação da Escala e da Faixa das Saídas e Entradas Analógicas

A instrução de escala disponível no Controlador SLC 5/02 é utilizada para realizar um programa mais eficiente. A instrução de escala utiliza o mesmo algoritmo de adição, divisão e multiplicação, mas o controlador só faz isso em uma faixa única, ao invés de faixa em escala e valores da faixa de entrada. A faixa é determinada por:

$$\text{Faixa} = (\text{faixa em escala}/\text{faixa de entrada}) \times 10.000$$

Para o exemplo de programação, a faixa é de 6250

Utilizando a Instrução SCL

Linha 2:0

Verifique a faixa abaixo

+LES-----+		B3
-+LESS THAN		()
Source A	I:1.0	0
Source B	3277	
+-----+		
		+MOV-----+
		+--+MOVE
Source	0	
Dest	O:1.0	
		+-----+

Linha 2:1

Verifique a faixa acima

+GRT-----+		B3
-+GREATER THAN		()
Source A	I:1.0	1
Source B	16384	
+-----+		
		+MOV-----+
		+--+MOVE
Source	8192	
Dest	O:1.0	
		+-----+

Linha 2:2

Calcule a entrada analógica para a saída analógica

B3	B3	+SCL-----+
----	----	+SCALE
0	1	Source
		I:1.0
		Rate [/10000]
		6250
		Offset
		-2048
		Dest
		O:1.0
		+-----+

Linha 2:3

+-----+	
+END+	

Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP)

Linha 2:0

Verifique a faixa abaixo

+LES-----+		B3
+LESS THAN		()
Source A	I:1.0	0
Source B	3277	
+-----+		
		+MOV-----+
		+MOVE
		Source 0
		Dest 0:1.0
		+-----+

Linha 2:1

Verifique a faixa acima

+GRT-----+		B3
+GREATER THAN		()
Source A	I:1.0	1
Source B	16384	
+-----+		
		+MOV-----+
		+MOVE
		Source 8192
		Dest 0:1.0
		+-----+

Linha 2:2

Calcule a entrada analógica para a saída analógica

B3	B3	+SCP-----+
0	1	SCALE W/PARAMETERS
		Input I:1.0
		Input Min. 3277
		Input Max. 16384
		Scaled Min. 0
		Scaled Max. 8192
		Scaled Output 0:1.0
		+-----+

Linha 2:3

+-----+	
+END+	
+-----+	

Manutenção e Segurança

Generalidades

Este capítulo apresenta informações sobre segurança e manutenção preventiva para localização de falhas no sistema SLC 500.

Manutenção Preventiva

As placas do circuito impresso dos módulos analógicos devem ser protegidas da sujeira, óleo e umidade. Para proteger essas placas, o sistema SLC 500 deve ser instalado em um gabinete adequado ao ambiente. A parte interna do gabinete deve estar sempre limpa e a porta deve ser mantida fechada sempre que possível.

As conexões dos terminais devem ser inspecionadas periodicamente para verificar se estão firmes. As conexões que não estiverem bem fixadas podem causar funcionamento inadequado do sistema SLC 500 ou danificar os componentes do sistema.



ATENÇÃO: Para garantir segurança pessoal e evitar danos ao equipamento, inspecione as conexões com a alimentação de entrada desligada.

Consulte os requisitos específicos de sua região, para verificar os procedimentos de manutenção para o equipamento elétrico.

- *Europa:* Consulte os padrões descritos no EN 60204 e os padrões nacionais.
- *Estados Unidos:* Consulte o artigo 70B do National Fire Protection Association (NFPA) para verificar os requisitos gerais referentes às práticas de segurança no trabalho.

Considerações sobre Segurança na Localização de Falhas

A segurança é um elemento importante que deve ser observado nos procedimentos para localização de falhas. A sua segurança e a de outras pessoas, bem como as condições do equipamento são de fundamental importância. Consulte a publicação 1747-NI001 ou 1747-NI002 para obter informações adicionais sobre a localização de falhas. A seguir, são apresentadas várias áreas de segurança às quais o operador deve estar atento, quando da localização de falhas no sistema SLC 500.

Luzes de Indicação: quando o LED vermelho do módulo analógico estiver aceso, indica o fornecimento de alimentação de 24Vcc ao módulo.

Ativando dispositivos na localização de falhas: durante os procedimentos para localização de falhas, não toque nunca na máquina para ativar um dispositivo, pois pode ocorrer movimento inesperado de máquina. Utilize um objeto pontiagudo.

Afastando o pessoal: ao proceder com a localização de falhas no sistema SLC 500, mantenha todo o pessoal afastado da máquina. O problema pode ser intermitente, provocando movimento inesperado da máquina. Portanto, mantenha uma pessoa pronta para operar a chave de parada de emergência, caso seja necessário desligar a alimentação da máquina.

Ao localizar falhas, observe com atenção esta advertência:



ATENÇÃO: Nunca toque em uma máquina para atuar uma chave, pois pode ocorrer movimento inesperado de máquina, provocando danos.

Remova toda a alimentação elétrica nas chaves seccionadoras da alimentação principal, antes de verificar conexões elétricas ou entradas e saídas que podem provocar movimento de máquina.

Alteração de programa: há vários aspectos que podem causar alterações no programa do usuário, incluindo condições ambientais severas, interferência eletromagnética, aterramento e conexões da fiação inadequados e manipulação não autorizada. Se há alguma suspeita de alteração do programa, realize uma comparação com um programa gravado anteriormente em um módulo de memória EEPROM ou UVPRM.

Circuitos de segurança: os circuitos instalados na máquina por motivos de segurança, como por exemplo, chaves de fim de curso, botões de parada e intertravamento devem sempre estar conectadas ao relé de controle mestre. Esses dispositivos devem estar conectados em série, de forma que, caso um dispositivo abra, o relé de controle mestre seja desenergizado, removendo, portanto, a alimentação da máquina. Nunca altere esses circuitos para anular as suas funções, pois podem ocorrer sérios danos pessoais e materiais.

Especificações

Especificações dos Módulos Analógicos

A seguir, são apresentadas as especificações dos Módulos Analógicos 1746-NI4, -NIO4I, -NIO4V, -NO4I e -NO4V. As especificações apresentam as seguintes informações:

- especificações gerais;
- especificações de entrada em corrente e tensão;
- especificações de saída em corrente e tensão.

Especificações Gerais para os Módulos NI4, NIO4I, NIO4V, NO4I E NO4V

Tabela A.A

Descrição	Especificação
Formato de Comunicação do SLC	. Binário com complemento de dois de 16 bits
Fiação de Campo para Isolação da Placa de Fundo do Chassi	. 500Vcc
Tempo de Atualização	. 512µs para todos os canais em paralelo
Cabo Recomendado	. Cabo Blindado Belden nº 8761
Secção Nominal Máxima do Cabo	. Cabo Flexível com secção nominal de 1,5mm ²
Bloco de Terminais	. Removível
Localização	. Chassi 1746
Calibração	. Calibrado de fábrica (Consulte os procedimentos de calibração na página C-2)
Imunidade a Ruído	. Padrão NEMA ICS 2-230
Condições Ambientais Temperatura de Operação Temperatura de Armazenamento Umidade Relativa	. 0° a +60°C . -40° a +85°C . 5 a 95% (sem condensação)
Certificação (quando o produto ou a embalagem estiver marcada)	<ul style="list-style-type: none"> • certificado CSA • CSA Classe I, Divisão 2 Grupos A, B, C, D certificados • UL listado • CE marcado para todas as diretrizes aplicáveis

Tabela A.B

Cód. de Catálogo 1746-	Canais de Entrada por Módulo	Canais de Saída por Módulo	Corrente Requerida pelo Circuito Lógico do Módulo		Alimentação Externa
			5V(máx.)	24V(máx.)	
NI4	4 diferenciais, selecionáveis para tensão ou corrente por canal, não isolados individualmente.	ND	35mA	85mA	ND
NIO4I	2 diferenciais, selecionáveis para tensão ou corrente por canal, não isolados individualmente.	2 saídas de corrente, não isoladas individualmente	55mA	145mA	ND
NIO4V	2 diferenciais, selecionáveis para tensão ou corrente por canal, não isolados individualmente.	2 saídas de tensão, não isoladas individualmente	55mA	115mA	ND
NO4I	ND	4 saídas de corrente, não isoladas individualmente	55mA	195mA	24±10% em 195mA máx. (21,6 a 26,4Vcc) [Ⓞ]
NO4V	ND	4 saídas de tensão, não isoladas individualmente	55mA	145mA	24±10% em 145mA máx. (21,6 a 26,4Vcc) [Ⓞ]

[Ⓞ]Necessário para algumas aplicações.

Especificações Gerais de Entrada para os Módulos 1746-NI4, NIO4I e -NIO4V

Tabela A.C

Descrição	Especificação
Resolução do Conversor	. 16 bits
Repetibilidade	. ±1 LSB
Localização do LSB na Palavra da Tabela Imagem de E/S	. 0000 0000 0000 0001
Não-linearidade	. 0,01%
Faixa de Tensão no Modo Comum	. -20 a +20V
Rejeição no Modo Comum de 0 a 10Hz (mín.)	. 50dB
Rejeição no Modo Comum a 60Hz (mín.)	. 105dB
Rejeição no Modo Normal a 60Hz (mín.)	. 55dB
Largura de Banda do Canal	. 10Hz
Resposta ao Degrau	. 60ms em 95%
Método de Conversão	. Modulação Delta-Sigma
Impedância para ANL COM	. 500 K Ohms
Impedância entre Canais	. 1 Mohms

**Especificações de
Entrada em Corrente
para os Módulos
1746-NI4, -NIO4I e
-NIO4V**

Tabela A.D

Descrição	Especificação
Faixa de Entrada (Operação normal)	. -20 a +20mA
Corrente de Entrada Máxima Absoluta	. -30 a +30mA
Tensão de Entrada Máxima Absoluta	. $\pm 7,5V_{cc}$ ou $7,5V_{ca}$ RMS
Codificação de Entrada de Corrente -20 a +20 mA	-16.384 a +16.384
Impedância de Entrada	. 250 Ohms
Resolução	. $1,22070\mu A$ por LSB
Fundo de Escala	. 20mA
Precisão Geral a 25°C (máx.)	. $\pm 0,365\%$ de fundo de escala
Precisão Geral de 0° a +60°C (máx.)	. $\pm 0,642\%$ de fundo de escala ²
Desvio da Precisão Geral (máx.)	. $\pm 79\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ de fundo de escala
Erro de Ganho a +25°C (máx.)	. $\pm 0,323\%$
Erro de Ganho de 0° a +60°C (máx.)	. $\pm 0,556\%$
Desvio de Erro de Ganho (máx.)	. $\pm 67\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$
Erro de Offset a +25°C (máx.) (Lin = 0, Vcm = 0)	. ± 7 LSB
Erro de Offset de 0° a +60°C (máx.) (Lin = 0, Vcm = 0)	. ± 14 LSB
Desvio de Erro de Offset (máx.) (Lin = 0, Vcm = 0)	. $\pm 0,20$ LSB/ $^{\circ}\text{C}$

² Consulte o Apêndice C para um método de melhorar a precisão de temperatura.

**Especificações de
Entrada em Tensão para
os Módulos 1746-NI4,
-NIO4I e -NIO4V**

Tabela A.E

Descrição	Especificação
Faixa de Entrada	. -10 a +10Vcc -1 LSB
Codificação de Entrada de Tensão	-32.768 a +32.767
Impedância de Entrada	. 1 Mohms
Resolução	. 305,176 μ V por LSB
Fundo de Escala	. 10Vcc
Precisão Geral a +25°C (máx.)	. \pm 0,284% de fundo de escala
Precisão Geral de 0° a +60°C (máx.)	. \pm 0,504% de fundo de escala
Desvio de Precisão Geral (máx.)	. \pm 63ppm/°C de fundo de escala
Erro de Ganho a +25°C (máx.)	. \pm 0,263%
Erro de Ganho de 0° a +60°C (máx.)	. \pm 0,461%
Desvio de Erro de Ganho (máx.)	. \pm 57ppm/°C
Erro de Offset a +25°C (máx.)	. \pm 7LSB
Erro de Offset de 0° a +60°C (máx.)	. \pm 14 LSB
Desvio de Erro de Offset (máx.)	. \pm 0,20 LSB/°C
Proteção contra Sobretensão (máx. nos Terminais IN+ a IN-)	. 220Vca RMS continuamente ou 220Vcc continuamente

Especificações de Saída em Corrente para os Módulos 1746-NIO4I e -NO4I

Tabela A.F

Descrição	Especificações
Resolução do Conversor	. 14 bits
Localização de LSB na Palavra da Tabela Imagem de E/S	. 0000 0000 0000 01XX
Não-linearidade	. 0,05%
Método de Conversão	. R-2R ladder
Resposta ao Degrau	. 2,5ms (em 95%)
Faixa de Carga	. 0 a 500Ohms
Reatância Máxima da Carga	. 100 μ H
Codificação de Saída em Corrente (0 a +21mA - 1 LSB)	. 0 a +32764
Faixa de Saída (normal)	. 0 a +20mA
Capacidade de Sobrefaixa	. 5% (0 a +21mA - 1 LSB)
Resolução	. 2,56348 μ A por LSB
Fundo de Escala	. 21mA
Precisão Geral a +25°C (máx.)	. \pm 0,298% de fundo de escala
Precisão Geral de 0° a +60°C (máx.)	. \pm 0,541% de fundo de escala
Desvio de Precisão Geral (máx.)	. \pm 70ppm/°C de fundo de escala
Erro de Ganho a +25°C (máx.)	. \pm 0,298%
Erro de Ganho de 0° a +60°C (máx.)	. \pm 0,516%
Desvio de Erro de Ganho (máx.)	. \pm 62ppm/°C
Erro de Offset a +25°C (máx.)	. \pm 10 LSB
Erro de Offset de 0° a +60°C (máx.)	. \pm 12 LSB
Desvio de Erro de Offset (máx.)	. \pm 0,06 LSB/°C

Especificações de Saída em Tensão para os Módulos 1746-NIO4V e -NO4V

Tabela A.G

Descrição	Especificação
Resolução do Conversor	. 14 bits
Localização de LSB na Palavra da Tabela Imagem de E/S	. 0000 0000 0000 01XX
Não-linearidade	. 0,05%
Método de Conversão	. R-2R ladder
Resposta ao Degrau	. 2,5ms (em 95%)
Faixa da Carga	. 1K a ∞ Ohms
Corrente de Carga Máxima	. 10mA
Reatância de Carga Máxima	. 1 μ F
Codificação de Saída em Tensão (-10 a +10Vcc - 1LSB)	. -32768 a +32764
Faixa de Saída (normal)	. -10 a +10V - 1LSB
Resolução	. 1,22070mV por LSB
Fundo de Escala	. 10Vcc
Precisão Geral a +25°C (máx.)	. $\pm 0,208\%$ de fundo de escala
Precisão Geral de 0° a +60°C (máx.)	. $\pm 0,384\%$ de fundo de escala
Desvio de Precisão Geral (máx.)	. $\pm 54\text{ppm}/^\circ\text{C}$ de fundo de escala
Erro de Ganho a +25°C (máx.)	. $\pm 0,208\%$
Erro de Ganho de 0° a +60°C (máx.)	. $\pm 0,374\%$
Desvio de Erro de Ganho (máx.)	. $\pm 47\text{ppm}/^\circ\text{C}$
Erro de Offset a +25°C (máx.)	. ± 9 LSB
Erro de Offset de 0° a +60°C (máx.)	. ± 11 LSB
Desvio de Erro de Offset (máx.)	. $\pm 0,05$ LSB/ $^\circ\text{C}$

Números Binários com Complemento de Dois

A memória do Controlador SLC 500 armazena números binários de 16 bits. O número binário com complemento de dois é utilizado para realizar cálculos matemáticos internos no controlador. Os valores das entradas analógicas retornam ao controlador no formato de número binário de 16 bits com complemento de dois. Para os números positivos, a anotação binária e a anotação binária com complemento de dois são idênticas.

Conforme indicado na figura a seguir, cada posição no número possui um valor decimal, iniciando no lado direito com 2^0 e terminando no lado esquerdo com 2^{15} . Cada posição pode ser 0 ou 1 na memória do controlador. Um 0 indica o valor 0 e o número 1 indica o valor decimal da posição. O valor decimal equivalente ao número binário é a soma dos valores da posição.

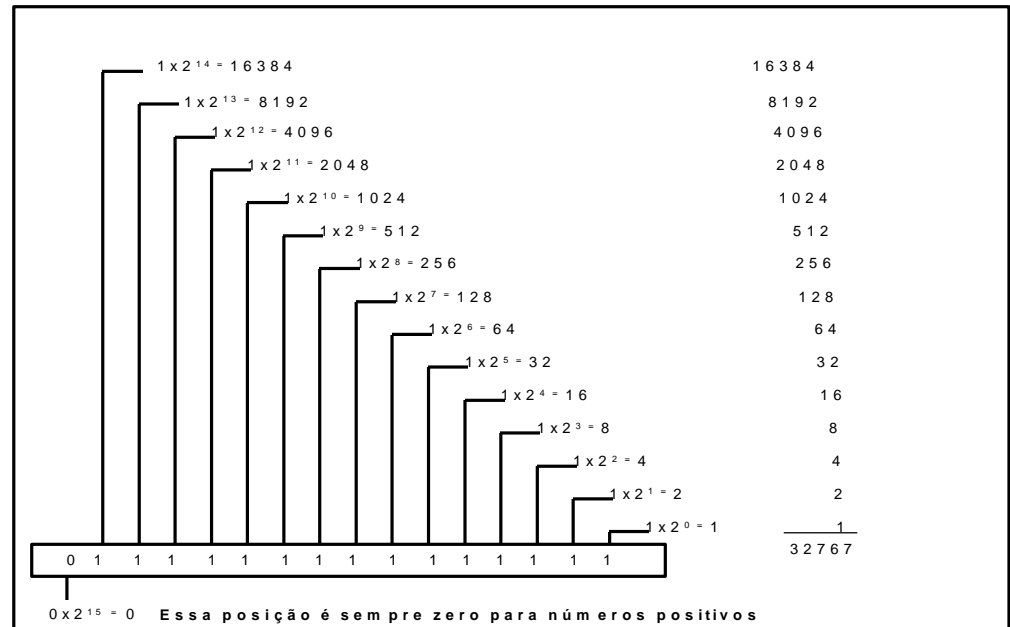
Valores Decimais Positivos

A posição à esquerda é sempre 0 para valores positivos. Conforme indicado na figura, isso limita o valor decimal positivo máximo em 32767 (todas as posições são 1, exceto a posição da extrema esquerda). Por exemplo:

$$\begin{aligned} 0000\ 1001\ 0000\ 1110 &= 2^{11} + 2^8 + 2^3 + 2^2 + 2^1 \\ &= 2048 + 256 + 8 + 4 + 2 = 2318 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0010\ 0011\ 0010\ 1000 &= 2^{13} + 2^9 + 2^8 + 2^5 + 2^3 \\ &= 8192 + 512 + 256 + 32 + 8 = 9000 \end{aligned}$$

Figura B.1



S.L.C._A._01

Valores Decimais Negativos

Em uma anotação de complemento de dois, a posição da extrema esquerda é sempre 1 para valores negativos. O valor decimal equivalente ao número binário é obtido subtraindo-se o valor da posição da extrema esquerda, 32768 da soma dos valores de outras posições. Na figura a seguir (todas as posições são 1), o valor é $32767 - 32768 = -1$. Por exemplo:

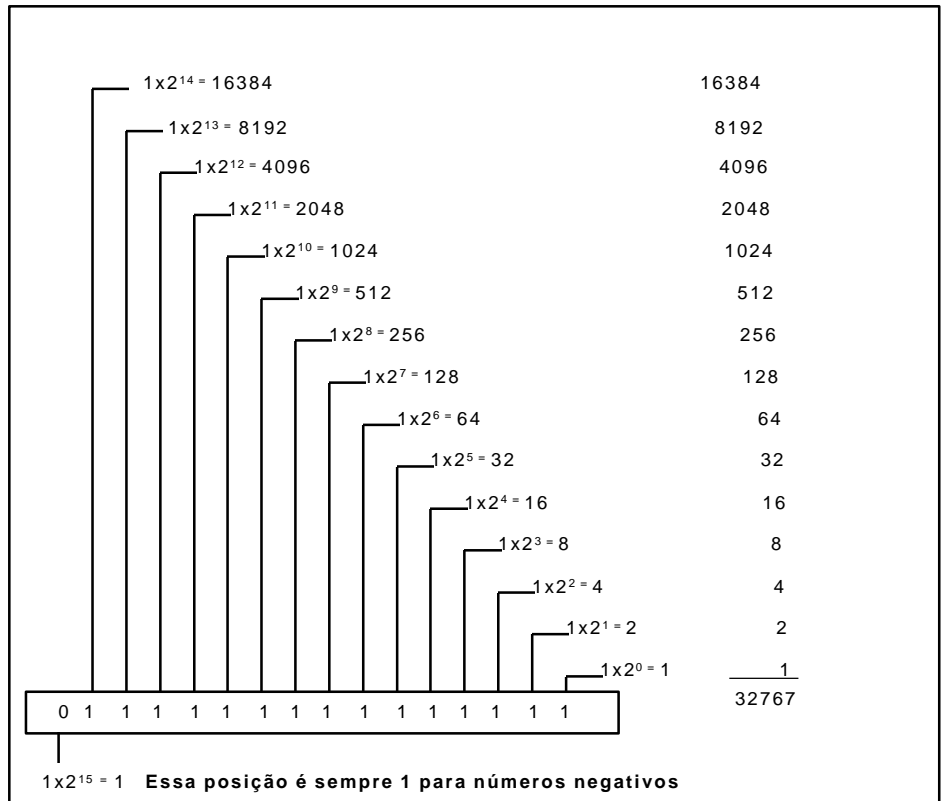
$$1111\ 1000\ 0010\ 0011 =$$

$$(2^{14} + 2^{13} + 2^{12} + 2^{11} + 2^5 + 2^1 + 2^0) \cdot 2^{15} =$$

$$(16384 + 8192 + 4096 + 2048 + 32 + 2 + 1) - 32768 =$$

$$30755 - 32768 = -2013$$

Figura B.2



Calibração do Software de Entrada Analógica Opcional

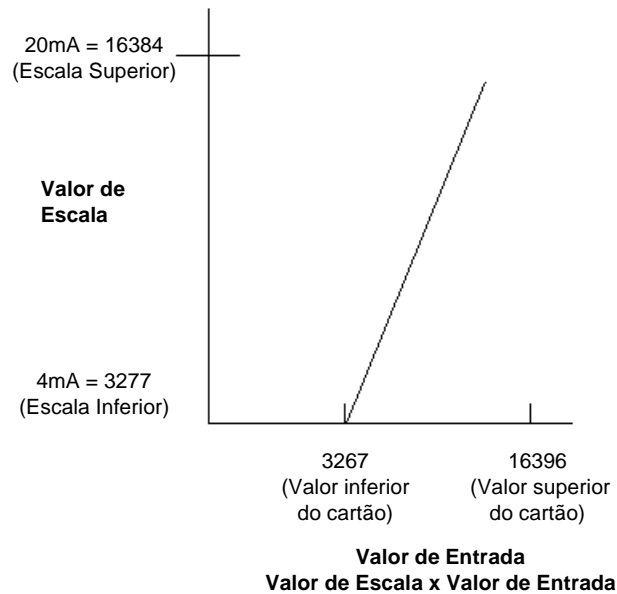
Este apêndice descreve como se deve proceder para calibrar um canal de entrada analógica utilizando os offsets do software para aumentar a precisão esperada de um circuito de entrada analógica. O apêndice apresenta, ainda, exemplos de equações e um diagrama ladder para consulta. A calibração do software reduz o erro de offset e o erro de ganho em uma determinada temperatura, colocando os valores em escala que foram lidos durante a calibração. (O prefácio contém um glossário).

Calibrando um Canal de Entrada Analógica

O procedimento a seguir pode ser adaptado para todas as entradas analógicas, corrente ou tensão. Neste exemplo, utilizou-se o Módulo 1746-NI4 com uma entrada de 4mA a 20mA. Consulte as especificações desse módulo no Capítulo 1. Essas especificações representam as situações mais críticas. O erro máximo para o Módulo 1746-NI4, com a garantia de que não seja superior a $\pm 0,365\%$ inclui não-linearidade, repetibilidade, erro de offset e erro de ganho em uma determinada temperatura.

O erro máximo de $\pm 0,365\%$ à 20mA se iguala a ± 60 LSB de erro ou uma faixa de código de 16324 a 16444. Qualquer valor nessa faixa retorna por um canal de entrada analógica à 20mA. O valor nominal esperado à 20mA é 16384. Depois de realizar a calibração do software, esse erro é reduzido para 3LSB ou uma faixa de código de 16381 a 16387.

O gráfico a seguir ilustra a relação linear entre o valor de entrada e o valor de escala resultante. Os valores do gráfico são do programa utilizado como exemplo.

Figura C.1

SLC_B_01

Cálculo da Calibração do Software

Utilize a seguinte equação para realizar a calibração do software

$$\text{Valor da escala} = (\text{valor de entrada} \times \text{inclinação}) + \text{offset}$$

$$\text{Inclinação} = (\text{escala máx.} - \text{escala mín.}) / (\text{entrada máx.} - \text{entrada mín.})$$

$$\text{Offset} = \text{escala mín.} - (\text{entrada mín.} \times \text{inclinação})$$

Procedimento

1. Coloque o sistema SLC 500 na temperatura normal de operação. Certifique-se de que os módulos de E/S adjacentes no sistema não provoquem flutuações de temperatura. Por exemplo, coloque módulos de E/S de carga e de alta potência afastados do módulo de entrada analógica.
2. Determine os valores de baixa e alta escala que serão utilizados na aplicação. Nesse exemplo, o valor superior é 16384 e o inferior é 3277.
3. Utilizando-se uma fonte de calibração de entrada analógica ou o dispositivo de entrada do sistema colocado na posição de 4mA, receba o valor inferior, energizando a entrada inferior calibrada. Certifique-se de que o valor inferior localiza-se na faixa de conversão da entrada analógica.
4. Utilizando-se uma fonte de calibração de entrada analógica ou o dispositivo de entrada do sistema colocado na posição de 20mA, receba o valor inferior, energizando a entrada inferior calibrada. Certifique-se de que o valor inferior localiza-se na faixa de conversão da entrada analógica.

5. Energize a entrada calibrada. Isso faz com que o SLC calcule os valores de offset e inclinação utilizados para realizar a correção do erro para a entrada analógica.

O canal analógico está agora calibrado em ± 3 LSB à temperatura de operação. Utilize o desvio do erro de offset e o desvio do erro de ganho para calcular o erro adicional que pode ser introduzido no sistema devido à variação de temperatura.

Recomenda-se realizar a calibração uma vez a cada 6 meses. Se uma aplicação possui uma grande variedade de temperaturas de operação, a calibração do software deve ser realizada a cada 3 ou 4 meses.

Exemplo de Diagrama Ladder

O diagrama ladder a seguir necessita de 3 entradas externas que serão utilizadas para realizar o procedimento de calibração. *Inf* faz com que o diagrama ladder receba o valor da calibração de 4mA e *Sup* faz com que o diagrama ladder receba o valor de calibração de 20mA. *Cal*, por sua vez, faz com que o diagrama ladder transforme por escala os valores *Sup* e *Inf* em valores nominais, fornecendo os valores de inclinação e offset utilizados para calibrar o canal de entrada analógica.

Os símbolos a seguir são utilizados neste exemplo:

Cal_Inf	=	I:1.0/0
Cal_Sup	=	I:1.0/1
Calibrar	=	I:1.0/2
Conversão		
Habilitada	=	N10:10/3
Analog_E	=	I:2.0
Inf_Valor	=	N10:1
Sup_Valor	=	N10:2
Escala_Sup	=	N10:3
Escala_Inf	=	N10:4
Escala_Span	=	N10:7
Span	=	N10:9
Incl_x10K	=	N10:18
Offset	=	N10:19
Analog_Esc	=	N10:20


```

| +MUL-----+ |
+--+MULTIPLY +--+
| Source A      LO_VALUE |
|                3267 |
| Source B      SLOPE_X10K|
|                9983 |
| Dest          N10:5 |
|                32767 |
+-----+
+DDV-----+
+--+DOUBLE DIVIDE +-----+
| Source        10000 |
| Dest          N10:6 |
|                3261 |
+-----+
+SUB-----+
+--+SUBTRACT +-----+
| Source A      SCALE_LO |
|                3277 |
| Source B      N10:6 |
|                3261 |
| Dest          OFFSET |
|                16 |
+-----+
| S:5
+--(U)-----+
|
| 0
|
+-----+

Linha 2:3
Conversão
Habilitada
N10:0
] [-----]
| 3
|
+-----+
| +MUL-----+ |
+--+MULTIPLY +--+
| Source A      ANALOG_IN |
|                8000 |
| Source B      SLOPE_X10K|
|                9983 |
| Dest          N10:8 |
|                0 |
+-----+
| S:5
+--(U)-----+
|
| 0
|
+DDV-----+
+--+DOUBLE DIVIDE +-----+
| Source        10000 |
| Dest          N10:12 |
|                0 |
+-----+
+ADD-----+
+--+ADD +-----+
| Source A      N10:12 |
|                0 |
| Source B      OFFSET |
|                16 |
| Dest          ANALOG_SCL |
|                8002 |
+-----+

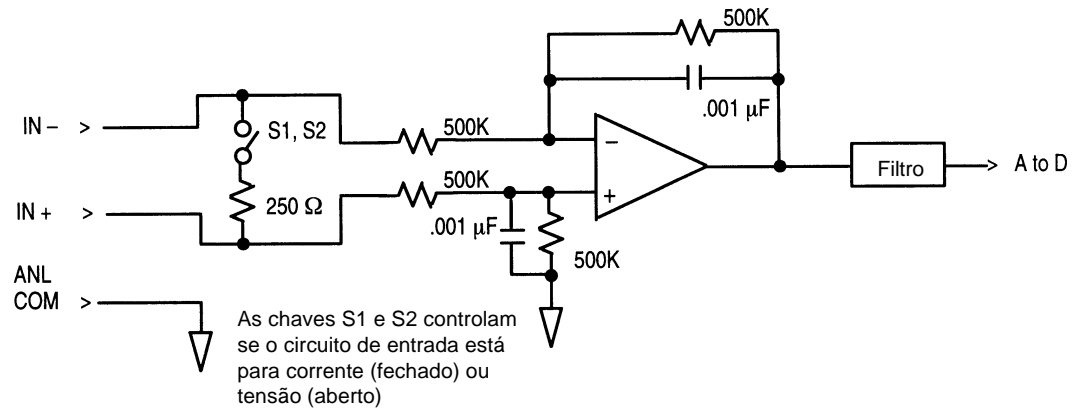
Linha 2:4
+-----+
+END+

```

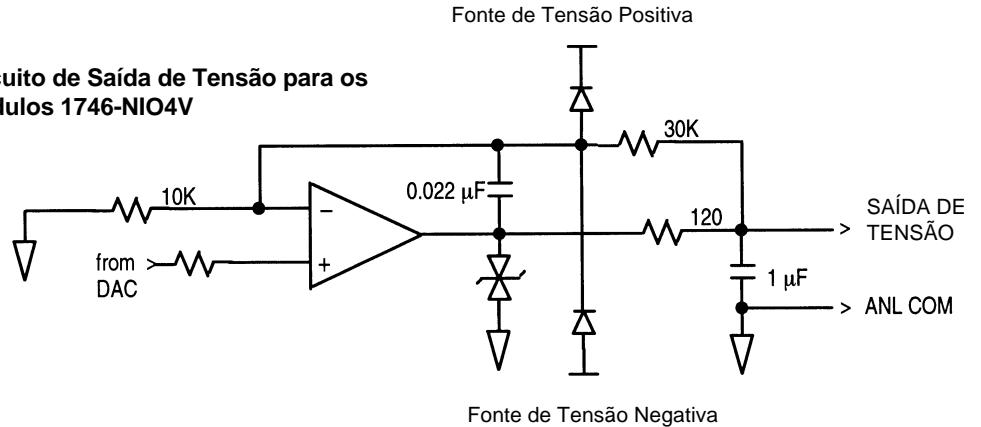
Circuitos de Módulo de Entrada e Saída

Figura D.1

Circuito de Entrada para os Módulos 1746-NI4, -NIO4I e NIO4V



Circuito de Saída de Tensão para os Módulos 1746-NIO4V



Circuito de Saída de Corrente para os Módulos 1746-NIO4I

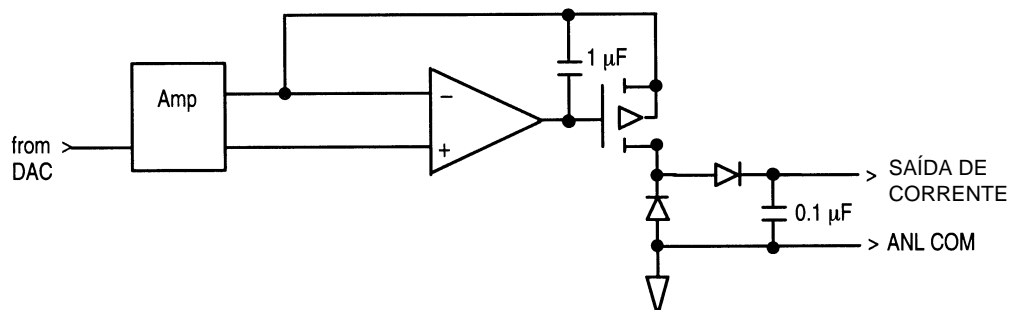
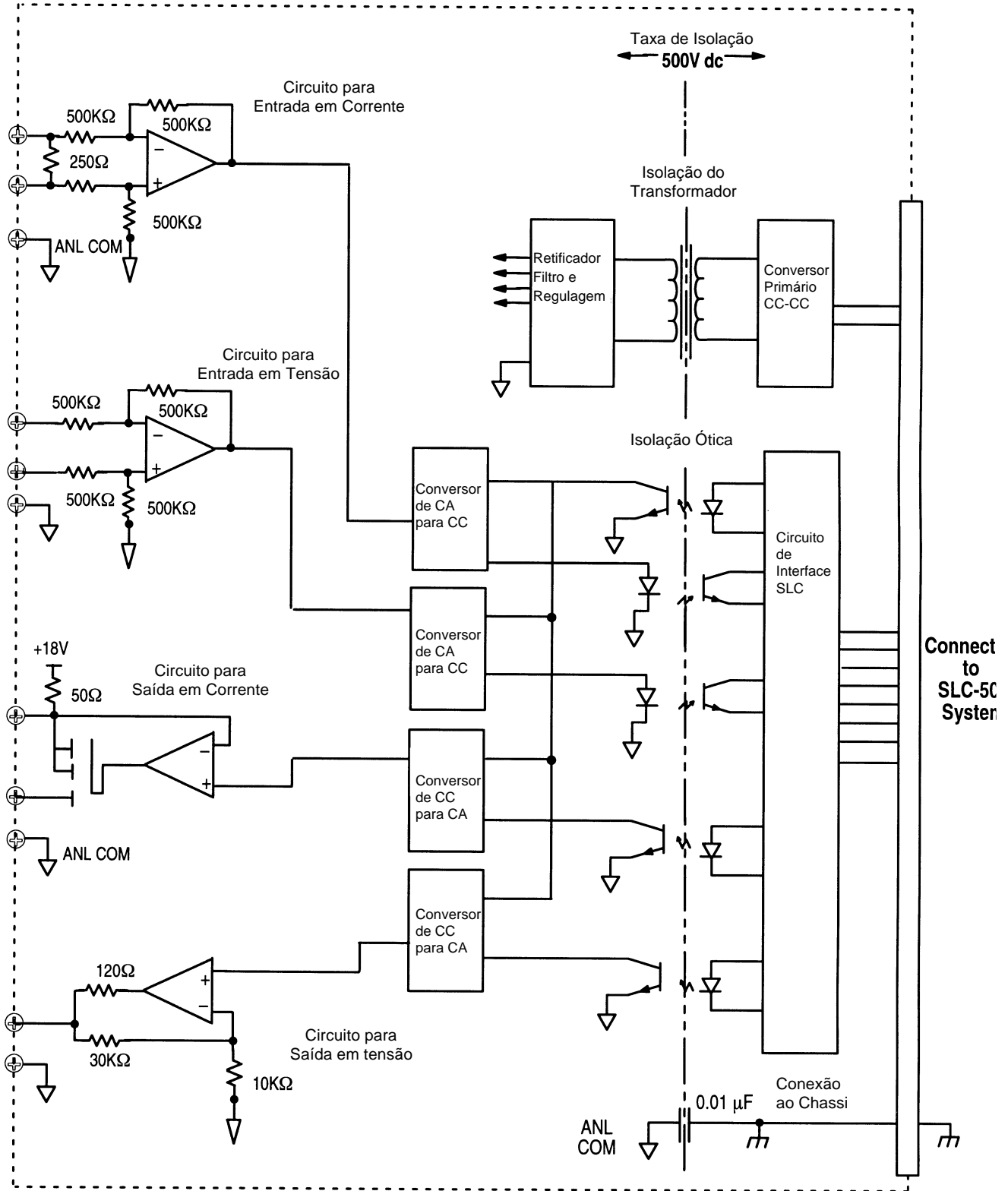


Figura D.2
Diagrama de Isolação



A

- Alimentação, 2-1
- Alteração de Programa, 6-2
- Amperímetro, 4-7
- Atendimento às Diretrizes da União Européia, 3-1
- Aterramento das Blindagens e Fios Drenos, 3-12
- Atuadores, 4-7
- Atualização dos Dados Analógicos realizada pelo Controlador, 4-6

B

- Bit Menos Significativo (LSB) P-3
- Bloco de Terminais
 - identificação e instalação, 3-12
 - remoção, 3-7

C

- Cabo
 - Aterramento, 2-8
 - Belden 2-7, 2-14
 - de Saída 2-9
- Cálculo Matemático Padrão 5-4, 5-11, 5-14
- Calibração do Software de Entrada Analógica Opcional, Calibrando um Canal de Entrada Analógica, C-1
- Canal, P-2
- Certificação CE, 3-1
- Chassi, P-2
- Circuitos de Segurança, 6-2
- Circuito de Entrada para os Módulos 1746-NI4, -NIO4I e -NIO4V, D-1
- Circuito de Saída em Corrente para os Módulos 1746-NIO4I, D-1
- Circuito de Saída em Tensão para os Módulos 1746-NIO4V, D-1
- Códigos de Identificação dos Módulos, 4-2
- Como Utilizar o Analógico, 1-1
- Configuração do Módulo
 - Ajuste das Mini-Seletoras do Módulo 1746-NI4, 3-4

- Ajuste das Mini-Seletoras dos Módulos 1746-NIO4I e NIO4V, 3-5
- Ajuste das Mini-Seletoras dos Módulos 1746-NO4I e NO4V, 3-5
- Considerações sobre Fiação
 - Aterramento do Cabo, 3-9
 - Determinando o Comprimento do Cabo, 3-9
 - Instruções para Montar a Fiação do Sistema, 3-8
- Considerações sobre Segurança na Localização de Falhas, 7-2
- Considerações sobre o sistema, 4-10
- Contatando a Rockwell Automation para Assistência, P-9
- Conteúdo do Manual, P-7
- Conversão A/D, P-2
- Conversão D/A, P-2
- Conversão de Dados de Entrada Analógica, 4-7
- Conversão de Dados de Saída Analógica, 4-8

D

- Definições, P-2
- Desabilitação de Ranhura
 - Resposta de Entrada, 3-12
 - Resposta de Saída, 3-13
- Desconexão dos Dispositivos de Movimento, 5-2
- Desvio de Erro de Ganho, P-3
- Desvio no Erro de Offset, P-5
- Determinando os requisitos de Alimentação
 - controlador de estrutura fixa, 3-3
 - controlador de estrutura modular, 3-2
- Dispositivos de Movimento, 4-2

E

- Endereçamento
 - a Nível de Bit, 4-5
 - de Entrada, 5-1
 - de Módulos Analógicos, 4-2

- Endereçamento e Saídas em Escala
 Cálculo da Relação Linear, 6-8
 visão geral, 6-8
 Utilizando o Cálculo Matemático Padrão, 6-10
 Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP), 6-12
 Endereçamento, Detecção Fora de Faixa, e Entradas Analógicas em Escala
 Cálculo da Relação Linear, 6-2
 Cálculo do Flag Fora da Faixa
 Utilizando a Instrução de Escala, 6-3
 visão geral, 6-1
 Utilizando o Cálculo Matemático Padrão, 6-4
 Utilizando a Instrução de Escala (SCL), 6-6
 Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP), 6-7
 Equipamentos necessários, 2-1
 Erro de Ganho P-3
 Erro de Linearidade P-4
 Erro de Offset P-5
 Especificações
 de Entrada em Corrente para os módulos NI4, NIO4I, NIO4V, A-3
 de Saída em Corrente para os módulos NIO4I, NO4I, A-5
 de Entrada em Tensão para os módulos NI4, NIO4I, NIO4V, A-4
 de Saída em Tensão para os módulos NIO4V, NO4V, A-6
 de Entrada para os módulos NI4, NIO4I, NIO4V, A-2
 gerais, A-1
 Estado Seguro, P-6
 Exemplo de Saída Analógica Não-Retentiva, 4-11
- F**
 Faixa de Tensão de Modo Comum, P-2
 Ferramentas Necessárias, 2-1
 Fiação do Módulo Analógico, 3-10
 Filtro do Canal de Entrada, 4-15
 Fundo de Escala, P-2
- G**
 Ganho, P-3
 Guia Rápido para Usuários Experientes, 2-1
- I**
 Identificação e Instalação do Bloco de Terminais, 3-12
 Inclinação, 5-2, 5-9, 5-10
 Inicialização
 visão geral, 2-1
 procedimentos, 2-2
 Inspeção do Módulo Analógico, 5-2
 Instalação do Módulo, 3-6
 Instrução
 de Escala (SCL) 5-3, 5-5,5-15
 TOD 5-3, 5-7
 Instruções de Inicialização, 2-1
- L**
 Localização de Falhas, contatando a Rockwell Automation, P-9
- M**
 Manutenção Preventiva, 7-1
 Mini-seletoras 2-5, 4-1
 Módulo 1746-NI4 1-1, 1-3, 1-4, 1-5, 2-1, 2-3, 3-2
 Módulo 1746-NIO4I 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6, 2-1, 2-3, 3-2
 Módulo 1746-NIO4V 1-3, 1-4, 1-5, 1-7, 2-1, 2-3, 3-2
 Módulo 1746-NO4I 1-6, 2-1, 2-3, 3-2
 Módulo 1746-NO4V 1-7, 2-1, 2-3, 3-2
 Módulos Analógicos
 configuração, 3-4
 considerações sobre o sistema, 4-10
 diminuição de ruído elétrico, 3-16
 endereçamento, 4-2
 Especificações, A-1
 fiação, 3-10
 instalação 3-6

inspeção, 5-2
tipos, 1-2
Monitoração dos Dados de Entrada e Saída, 4-6

N

Número Binário com Complemento de Dois, A-1
Número de Bits Significativos, P-4

O

Offset, P-4
Offset de Escala quando >32.767 ou < -32.768
 Cálculo da Relação Linear, 6-14
 Cálculo da Relação Linear Alterada, 6-15
 Utilizando a Instrução de Cálculo Matemático Padrão, 6-16
 Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP), 6-18
 Visão Geral, 6-20, 6-14
Opção de Programação Retentiva, 4-10
Operação Diferencial, P-2

P

Precisão Geral, P-5

R

Reciclo de Alimentação, 3-11
Referência Bibliográfica, P-7
Rejeição de Modo Comum, P-2
Relação Linear, 5-6, 5-9, 5-12
Relação Linear Alterada, 5-10
Repetibilidade, P-6
Representação Decimal, 3-7
Resolução, P-6
Resposta de Entrada para Desabilitação da Ranhura, 4-14
Resposta de Saída para Desabilitação da Ranhura, 4-14
Resposta ao Degrau, P-6
Ruído Elétrico, redução, 3-16

S

Seleção de uma Ranhura do Chassi, 3-6

T

Tempo de Atualização, P-6
Tensão de Modo Comum, P-2
Tensão Diferencial Máxima, P-2
Termos, P-2
Teste das Entradas Analógicas, 5-4
Teste das Saídas Analógicas, 5-6
Troca de Modo, 3-11

V

Valor
 Nominal, B-1
 Decimal Negativo, B-2
 Decimal Positivo, B-1
Verificação da Escala e da Faixa das Saídas e Entradas Analógicas,
 Cálculo da Relação Linear, 6-20
 Utilizando a Instrução SCL, 6-23
 Utilizando a Instrução de Cálculo Matemático Padrão, 6-21
 Utilizando a Instrução de Escala com Parâmetros (SCP), 6-24
 Visão Geral, 6-20, 6-23



A Rockwell Automation ajuda seus clientes a obter um melhor retorno sobre o investimento, oferecendo-lhes marcas líderes de automação industrial e criando uma grande variedade de produtos fáceis de integrar. Esses produtos são suportados por recursos técnicos locais disponíveis em todo o mundo, por uma rede global de fornecedores de soluções para sistemas e pelos avançados recursos tecnológicos da Rockwell.

Representação Mundial.



África do Sul • Alemanha • Arábia Saudita • Argentina • Austrália • Áustria • Barein • Bélgica • Bolívia • Brasil • Bulgária • Canadá • Catar • Chile • Chipre • Cingapura • Colômbia • Coreia do Sul • Costa Rica • Croácia • Dinamarca • Egito • El Salvador • Emirados Árabes Unidos • Equador • Eslováquia • Eslovênia • Espanha • Estados Unidos • Filipinas • Finlândia • França • Grécia • Guatemala • Holanda • Honduras • Hong Kong • Hungria • Ilha Maurício • Índia • Indonésia • Irlanda • Islândia • Israel • Itália • Iugoslávia • Jamaica • Japão • Jordânia • Kuwait • Líbano • Macau • Malásia • Malta • México • Marrocos • Nigéria • Noruega • Nova Zelândia • Omã • Panamá • Paquistão • Peru • Polónia • Porto Rico • Portugal • Quênia • Reino Unido • República Dominicana • República Popular da China • República Tcheca • Romênia • Rússia • Suécia • Suíça • Tailândia • Taiwan • Trindade • Tunísia • Uruguai • Venezuela • Vietnã • Zimbábwe

Rockwell Automation, Sede Central: 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204, USA, Tel.: (1) 414 382-2000, Fax: (1) 414-382-4444

Rockwell Automation, Sede Européia: Avenue Hermann Debroux, 46, 1160 Bruxelas, Bélgica, Tel.: (32) 2 663 06 00, Fax: (32) 2 663 06 40

Brasil: Rockwell Automation do Brasil Ltda., R. Comendador Souza, 194, São Paulo (05037-900), Brasil, Tel.: (55-11) 3874-8912, Fax: (55-11) 3874-8968

Portugal: Rockwell Automation, Taguspark, Edifício Inovação II, n 314 e 324, 2780 Oeiras, Portugal, Tel.: (351) 1 422 55 00, Fax: (351) 1 422 55 28