1. Descrição do Produto

O contador rápido AL-1450 é integrante das séries AL-600, AL-1000 e AL-2000 de controladores programáveis. Este módulo possibilita a contagem de pulsos com elevada freqüência (até 160 kHz) ou com duração muito pequena.

Possui a característica adicional de ser compatível com os transdutores de posição óticos lineares ou rotativos. Desta forma o controlador programável adquire a capacidade de executar tarefas de posicionamento com precisão micrométrica.

2. Itens Integrantes

A embalagem do produto contém o seguinte item:

- AL-1450 - módulo contador rápido com interface para transdutor de posição

3. Características Funcionais

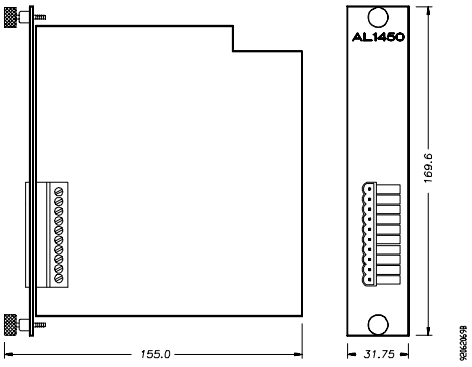
3.1. Características Gerais

- LED de atividade indicando que o módulo está sendo acessado
- Temperatura de operação: 0 a 55°C
  excede a norma IEC 1131
- Temperatura de armazenagem: -25 a 75°C
  conforme a norma IEC 1131
- Umidade de operação: 5 a 95% sem condensação
  conforme norma IEC 1131 nível RH2
- Peso:
  sem embalagem: 250 g
  com embalagem: 310 g
- Índice de proteção: IP 20, contra acessos incidentais dos dedos e sem proteção contra água
  conforme norma IEC Pub. 144(1963)

3.2. Características Elétricas

- Entradas:
  - impedância de entrada: 5 kΩ
  - "threshold": 1,7 ou 6,0 V
  - tensão máxima: 24 V
- Saídas:
  - contatos secos: NA ou NF
  - capacidade de corrente: 1 A @ 250 V
- Consumo:
  - 64 mA @ +12 V
  - O acionamento de cada relé aumenta o consumo em 40 mA na fonte de +12 V.

4. Dimensões Físicas

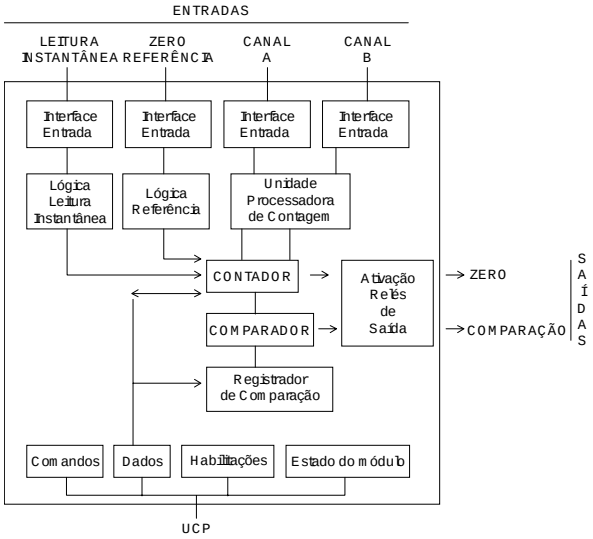


5. Utilização

5.1. Descrição do Módulo

5.1.1. Descrição Funcional

O módulo possui como unidade central um contador BCD com 6 décadas (24 bits), cobrindo a faixa de números inteiros entre -999,999 e +999,999.

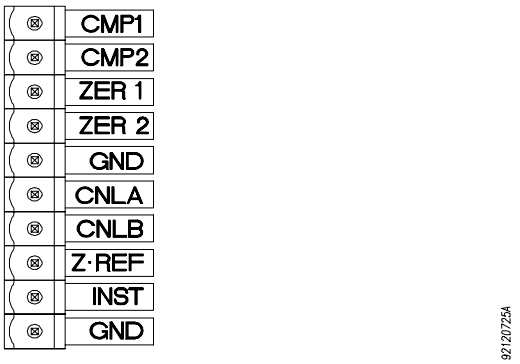


Este contador pode ser zerado ou pré-selecionado através de comandos provenientes da UCP AL-1000 por meio da Instrução Especial 18, ou da UCP AL-2000 por meio da função F-CONTR.004, que executam todas as tarefas de comunicação entre o módulo e a UCP.

A contagem é realizada em função dos sinais elétricos presentes nos canais A e B. Estes sinais são filtrados e amplificados pelas interfaces de entrada e interpretados pela unidade processadora de contagem, que conforme o modo de operação determina o número de pulsos de contagem e a sua direção, ascendente ou descendente.

Quando ocorre "overflow" (positivo ou negativo), o contador assume no mesmo instante o valor zero, recomeçando a contagem, na mesma direção que estava contando antes do "overflow".

O valor do contador também pode ser zerado por meio de um pulso na entrada ZERO/REFERÊNCIA (Z-REF). A atuação desta entrada depende de habilitação fornecida por software na UCP.

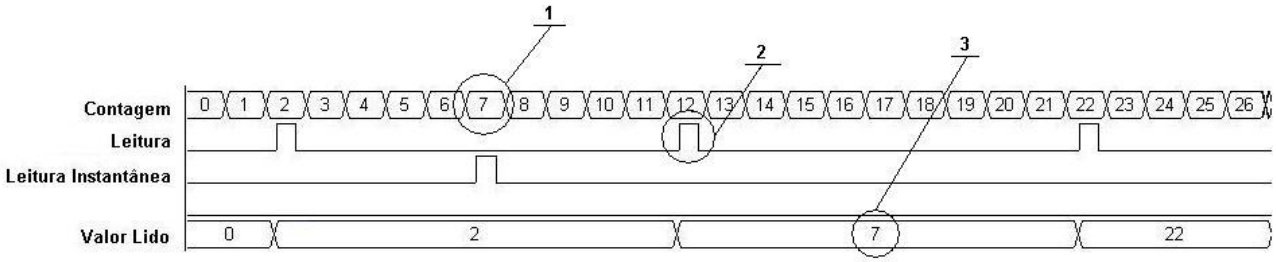


Detalhe do Conector do AL-1450

Quando a entrada LEITURA INSTANTÂNEA (INST) é ativada, o valor do contador é memorizado naquele instante em um registrador sem interromper a contagem. A ativação deste sinal gera um pulso na saída correspondente da Instrução Especial 18 ou da função F-CONTR.004, conforme o caso. A primeira leitura após este evento é denominada "Atendimento de Leitura Instantânea", quando então é lido o valor do contador no

instante em que houve o pedido de leitura instantânea. As leituras subseqüentes fornecerão o valor atual da contagem. Esta entrada pode ser desabilitada por meio de uma ponte de ajuste na placa do módulo.

Exemplo de funcionamento da entrada LEITURA INSTANTÂNEA (INST):



1 — Contagem no Momento do Pedido de Leitura Instantânea

2 — Atendimento de Leitura Instantânea

3 — Valor Lido é Igual à Contagem no Momento do Pedido de Leitura Instantânea

Associado ao contador existe o registrador de comparação, cujo valor é carregado pela UCP. O módulo possui dois pontos de saída (contatos de relé): um é ativado quando o valor do contador é zero e outro quando o contador atinge valor igual ao do registrador de comparação. Estas saídas a relé são habilitadas ou não de acordo com os comandos fornecidos pela UCP, através de programação.

5.1.2. Modos de Operação

A unidade processadora de contagem pode operar em quatro modos distintos, atendendo a um amplo espectro de aplicações. Sua programação é realizada por meio de pontes de ajuste na placa do módulo.

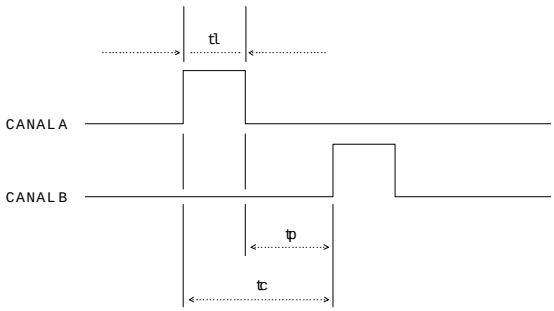
Os valores entre parênteses nas especificações a seguir referem-se ao caso de ser utilizada filtragem adicional nas entradas (seção 5.2).

■ Modo 1

Nesta configuração, um pulso positivo aplicado ao canal A produz um incremento do valor do contador, enquanto que no canal B, produz um decremento do valor de contagem.

Se for desejada uma contagem unidirecional, basta utilizar somente o canal desejado, deixando o outro aterrado.

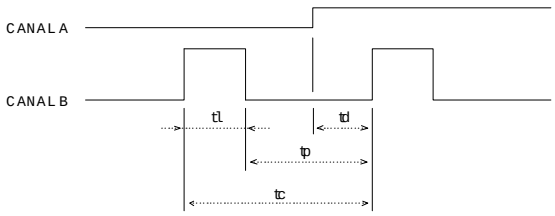
Neste modo observam-se os seguintes limites de freqüência:



tc: período de contagem	≥ 10 µs	(30 µs)
fc: freqüência de contagem	≤ 100 kHz	(33 kHz)
tl: duração do pulso	≥ 5 µs	(15 µs)
tp: período entre pulsos	≥ 5 µs	(15 µs)

■ Modo 2

Com a seleção do modo 2, o pulso de contagem deve ser aplicado ao canal B, enquanto que a direção é fornecida ao canal A. Nível lógico 1 no Canal A implica em contagem ascendente e nível lógico 0, em contagem descendente. Neste modo observam-se os seguintes limites de freqüência:



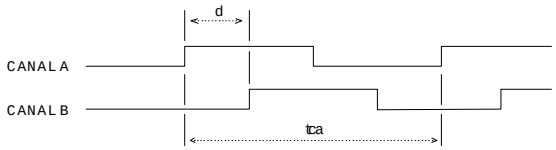
tc: período de contagem	≥ 10 µs	(30 µs)
fc: freqüência de contagem	≤ 100 kHz	(33 kHz)
tl: duração do pulso	≥ 5 µs	(15 µs)
tp: período entre pulsos	≥ 5 µs	(15 µs)
td: "set-up" de direção	≥ 5 µs	(15 µs)

■ Modos 3 e 4

Nestes modos a unidade processadora de contagem decodifica os sinais de entrada em quadratura de acordo com o padrão usualmente fornecido por transdutores óticos de posição. A direção é obtida a partir da relação de fase entre os sinais, enquanto que os pulsos de contagem estão relacionados com as transições.

No modo 3 são gerados 4 pulsos de contagem por período do sinal de entrada (x 4), enquanto que no modo 4 são gerados 2 pulsos por período (x 2).

Os limites de freqüência envolvidos nestes casos são:



	Modo 3	Modo 4
tca: período do canal	≥ 25 µs (40 µs)	≥ 12 µs (20 µs)
fca: freq. do canal	≤ 40 kHz (25 kHz)	≤ 80 kHz (50 kHz)
fc: freq. de contagem	≥ 160 kHz (100 kHz)	≤ 160 kHz (100 kHz)
d: relação de fase	= 90° ± 10°	= 90° ± 10°

ou:

	Modo 3	Modo 4
tca: período do canal	≥ 33 µs (50 µs)	≥ 16 µs (25 µs)
fca: freq. do canal	≤ 30 kHz (20 kHz)	≤ 60 kHz (40 kHz)
fc: freq. de contagem	≥ 120 kHz (80 kHz)	≤ 120 kHz (80 kHz)
d: relação de fase	= 90° ± 30°	= 90° ± 30°

Os limites são especificados em função da tolerância da relação de fase existente entre os dois sinais.

A aplicação básica destes dois modos é o interfaceamento com transdutores óticos de posição.

5.2. Entradas

No conector do painel aparecem as seguintes entradas:

- CNLA e CNLB: estas entradas, correspondentes ao canal A e canal B, respectivamente, são interpretadas pela unidade processadora de contagem, a qual fornece , conforme a sua programação, a direção e os pulsos de contagem. Os sinais aplicados a estas entradas devem obedecer aos limites de freqüência impostos pelo modo de operação escolhido.
- Z-REF: a ativação desta entrada (ZERO/REFERÊNCIA) é sensível ao nível lógico 1, provocando o zeramento do valor do contador, se habilitada por programação.
- INST: a ativação desta função (LEITURA INSTANTÂNEA) é sensível à transição de nível lógico 0 para 1 na entrada, se não estiver desabilitada pela ponte de ajuste correspondente.

Todas as entradas acima descritas, com exceção da leitura instantânea, possuem seleção de nível de "threshold" (tensão a partir da qual é reconhecido nível lógico 1 na entrada) e intensidade do filtro passa-baixas de entrada (permite reforço na ação do filtro para operação em ambientes ruidosos). Esta seleção é feita através de pontes de ajuste na placa do módulo, descritas na seção 5.4.

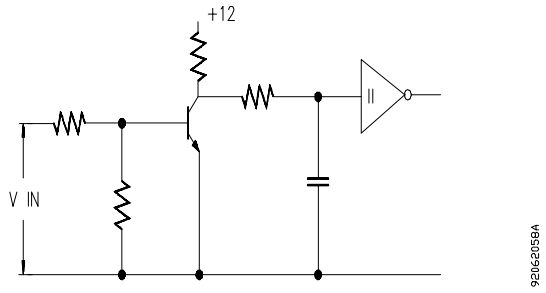
A ação do filtro de entrada reforçado reflete-se nas especificações de freqüências máximas de trabalho, conforme descrito nos modos de operação da Unidade Processadora de Contagem.

A entrada leitura instantânea só opera com "threshold" de 1,7 Vdc (TTL), apesar de também suportar 24 Vdc aplicados ao borne correspondente.

A seguir resumem-se as características das entradas:

- Níveis de "threshold": 1,7 Vdc (TTL) ou 6 Vdc (para sistemas alimentados com 12 ou 24 V)
- Máxima tensão de entrada: 24 Vdc
- Impedância de entrada: 5 kΩ

O esquema elétrico simplificado das entradas é o seguinte:



5.3. Saídas

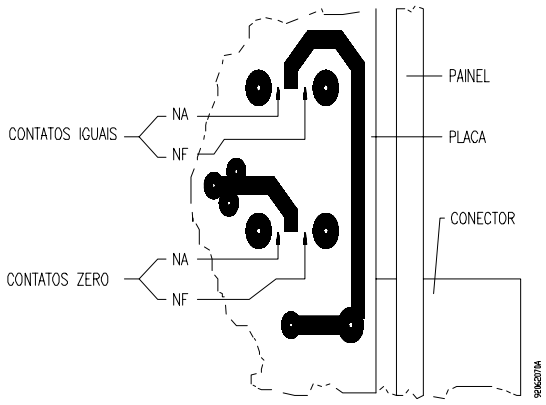
No conector do painel aparecem as seguintes saídas:

- CMP1 e CMP2: contatos secos de relés NA ou NF ativados sempre que o conteúdo do contador for igual ao do registrador de comparação.
- ZER1 e ZER2: contatos secos de relés NA ou NF ativados sempre que o valor do contador for igual a zero.

Cada uma destas saídas possui um monoestável retrigável que garante um período de acionamento por 120 ms além do tempo em que a condição de ativação for válida. É importante notar que a ativação destas saídas é processada no próprio módulo, sem haver necessidade de intervenção por parte da UCP. Desta forma são evitados atrasos dependentes da varredura do programa, que podem ser grandes e variáveis. O único atraso que existe é o tempo de acionamento dos relés, de aproximadamente 10 ms. Este tempo de atraso é constante, de forma que pode ser previsto nas aplicações em que ele é significativo perante os outros tempos do processo de posicionamento ou contagem.

A capacidade de corrente do acionamento dos contatos é de 1 A/250 V.

A seleção de contatos NA ou NF para cada caso é feita através de pontes de solda na face inferior da placa do módulo (rev. B), conforme explicado pelo desenho a seguir:



5.4. Pontes de Ajuste

5.4.1. Unidade Processadora de Contagem

O modo de operação da unidade processadora de contagem é selecionado pelas pontes de ajuste PA1 a PA4, conforme:

Modo	Colocar
1	PA1.2 e PA4
2	PA1.2
3	PA1.1 e PA3
4	PA1.3 e PA3

ATENÇÃO:
A colocação das pontes de ajuste PA1 a PA4 deve ser feita somente nas combinações acima indicadas.

5.4.2. "Threshold" das Entradas

Sem as seguintes pontes de ajuste o "threshold" fica em 1,7 Vdc, ao passo que com as pontes colocadas o "threshold" passa para 6 Vdc:

Canal A	PA5
Canal B	PA7
ZERO/REF	PA9

É recomendado adotar "threshold" de 1,7 Vdc para sinais com nível TTL (5 V) e de 6 Vdc para sinais com 12 ou 24 V.

5.4.3. Filtros das Entradas

A ação dos filtros das entradas pode ser reforçada para operação em ambientes ruidosos eletricamente. O reforço dos filtros implica em uma queda no desempenho em freqüência.

A colocação das seguintes pontes de ajuste seleciona reforço nos filtros das respectivas entradas.

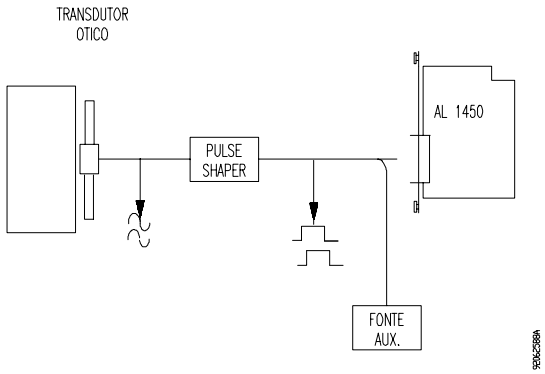
Canal A	PA6
Canal B	PA8
ZERO/REF	PA10

5.4.4. Leitura Instantânea

A colocação da ponte de ajuste PA11 desabilita a ativação de pedido de leitura instantânea.

5.5. Conexão com Transdutores de Posição

O esquema básico de interfaceamento do módulo com transdutores óticos é apresentado a seguir:



O transdutor ótico (linear ou rotativo) fornece sinais senoidais defasados de 90° entre si, com baixa capacidade de corrente.

O conformador de sinais (PULSE SHAPER) recebe os sinais do transdutor, amplifica estes sinais e os transforma em sinais retangulares que são enviados para o AL-1450. Além disto, o conformador de sinais fornece a alimentação para o sistema de lâmpadas/fotocélulas do transdutor. Para tanto, o conformador de sinais recebe energia de uma fonte auxiliar, tipicamente de 5 V, 400 mA.

O conformador de sinais deve situar-se o mais próximo possível do transdutor e as ligações entre os elementos do sistema devem ser feitas por meio de cabos blindados aterrados em uma das extremidades.

Para obter-se informações sobre o cabo que é ligado ao módulo contador rápido, deve-se consultar as especificações sobre o cabo que é ligado ao módulo contador rápido, deve-se consultar as especificações do PULSE SHAPER ou as do próprio transdutor ótico, (caso ela possua internamente o PULSE SHAPER), com relação ao comprimento máximo do cabo.

Os seguintes sinais, provenientes do conformador, devem ser conectados ao AL-1450:

- Os dois canais de saída (Ua1 e Ua2) às entradas CNLA e CNLB do módulo
- O terra (GND) e a blindagem à entrada GND
- Opcionalmente, o sinal de referência (Ua0) ou marca zero à entrada Z-REF

Trocando-se entre si as ligações do CNLA e CNLB, inverte-se o sentido da contagem.

5.6. Especificação de Transdutores

Os parâmetros que determinam a especificação de um transdutor ótico linear a ser acoplado ao AL-1450 são:

- Comprimento físico da régua
- Resolução
- Velocidade máxima de deslocamento
- Aceleração máxima

Quanto ao comprimento físico, este deve ser adotado de forma a ser compatível com o deslocamento desejado. Os fabricantes de transdutores lineares (réguas óticas) oferecem comprimentos padrões que variam entre 0,22 m a 3,00 m.

A resolução desejada usualmente é de centésimo ou milésimo de milímetro (1 micron), embora seja possível obter outras. É conveniente adotar resolução tal que permita representar o comprimento escolhido com seis ou menos dígitos significativos. A capacidade máxima do AL-1450 é de seis dígitos. Em caso de utilizar-se mais, deve ser feita a lógica de "carry" em software, aproveitando o sinal de comparação por zero.

Tem-se que:

Número de dígitos = INT (1 + log (l/r))

onde:

l = comprimento da régua em mm

r = resolução em mm

A resolução obtida é função da graduação da régua (espaçamento entre traços), do fator de multiplicação do conformador de sinais e do modo de operação da interface (Modo 3 ou 4).

É oportuno esclarecer que tipicamente existem conformadores de sinais ditos X1, X5 e X10, que aumentam a resolução por um fator de 1, 5 e 10 vezes, respectivamente.

Assim pode-se calcular a resolução obtida por:

resolução = d/(p*m) (µm)

onde:

d = espaçamento entre traços da régua em microns

m = fator de multiplicação do conformador de sinais

p = fator de multiplicação da interface (MODO 3: p = 4; MODO 4: p = 2)

Em outras palavras, resolução significa o quanto o cursor da régua deve se deslocar para incrementar de ± 1 o valor do contador.

Assim:

distância real = resolução * valor do contador

Quanto aos valores máximos da velocidade de deslocamento e da aceleração, deve ser verificado em primeiro lugar se o transdutor escolhido suporta os valores envolvidos no processo.

Em segundo lugar, deve ser avaliado o valor máximo da freqüência de contagem (fc), que tem seu limite em 160 kHz (100 kHz).

Tem-se que:

fcmax = Vmax/(60*r)

onde:

fcmax = máxima freqüência de contagem obtida em kHz

Vmax = máxima velocidade de deslocamento em m/min

r = resolução em mm

Deve ser previsto pelo usuário que distúrbios mecânicos, tais como impactos violentos, podem ocasionar vibrações de alta freqüência, que não são capturados pela interface de posição.

Desta forma, é importantíssimo considerar que os valores especificados de velocidade/freqüência são efetivamente os máximos; tolerâncias devem ser previstas conforme a aplicação.

5.6.1. Procedimento de Especificação

1. Verificar se a resolução adotada é compatível com Vmax e fcmax (limite de fcmax conforme seção 5.1.2)
2. Verificar número de dígitos necessários para representar o valor de comprimento com a resolução adotada. Em caso de exceder a 6, avaliar a relação custo/benefício de adotar lógica utilizando a saída de passagem por zero da saída da Instrução Especial 18 ou da função F-CONTR.004 como "carry" para contador implementado em software (a capacidade máxima do Contador Rápido é 6 dígitos); se for o caso então é necessário adotar outra resolução e recomeçar o procedimento de especificação.
3. Com o auxílio da expressão que relaciona resolução, espaçamento entre traços da régua e fatores de multiplicação do conformador de sinais e da interface, proceder de forma iterativa até chegar à especificação do transdutor e conformador que forneçam a resolução desejada (incluindo seleção de operação da interface em Modo 3 ou 4).
4. Verificar as demais características do transdutor, como por exemplo a aceleração máxima, temperatura de trabalho, vedação, dimensões e outras.
5. Revisar o procedimento de especificação realizado.

Para transdutores rotativos o procedimento é o mesmo, apenas com as seguintes diferenças:

- **Número de dígitos = INT (1 + log (g/r))**

onde:

g = graus percorridos no percurso

(em caso de zerar o contador a cada volta, g=380)

r = resolução em graus (forma decimal de representação)

- **resolução = 360/(p*m) (graus)**

ou

- **resolução = 360/(4*m*g) (graus)**

onde:

h = espaçamento entre traços em graus

m = fator de multiplicação do conformador

q = número de pulsos por volta

- **fcmax = Wmax/(60*r) (Hz)**

onde:

fcmax = máxima freqüência de contagem em Hz

Wmax = máxima velocidade angular em graus/min

r = resolução em graus

5.6.2. Exemplo de Aplicação

Deseja-se atuar no posicionamento de uma mesa que se desloca com um curso de 32 cm, velocidade máxima de 8 m/min, aceleração máxima de 12 m/s2 e com uma resolução de centésimo de milímetro.

Seguindo o procedimento sugerido tem-se:

1.

fcmax = 8/(60*0,01) = 13,33 kHz

que está dentro dos limites de operação do AL-1450.

2.

Número de dígitos = INT (1 + log (320/0,01)) = 5

Ainda sobra um dígito no contador.

3.

resolução = d/(p*m)

se d = 40 µm e r = 0,01 mm = 10 µm e

p = 4 (Modo 3)

então m = 40/(10*4) = 1

Portanto pode ser adotado conformador de sinais com fator multiplicativo igual a 1, interface configurada no MODO 3.

4. A régua adotada é compatível com as especificações do processo.

5. Procedimento revisado: OK.

6. Programação

6.1. Série AL-1000

A programação do módulo AL-1450 na série AL-1000 está descrita no Manual de Programação CPs AL-1000/AL-500, Instrução Especial 18.

6.2. Séries AL-600 e AL-2000

A programação do módulo AL-1450 na série AL-2000 está descrita no manual de utilização do programador, função F-CONTR.004.

7. Manuais

Para maiores informações sobre instalação e utilização dos módulos de E/S, consultar também o manual de utilização do CP utilizado.

Para informações sobre programação, consultar o manual de utilização do software programador.