

1. Descrição do Produto

O módulo AL-1109 é integrante das séries AL-600, AL-1000 e AL-2000 de controladores programáveis. Destina-se a leitura de temperaturas provenientes de até quatro termopares.

Possui quatro canais diferenciais multiplexados, não isolados, com compensação de junta fria e alta impedância de entrada. Os sinais provenientes dos transdutores analógicos são convertidos para valores BCD de três dígitos e enviados para o processador. Os valores analógicos são atualizados a cada varredura.

Estão disponíveis os modelos de módulo termopar para interfaceamento com termopares dos tipos J, K, R, S e B, podendo estes serem isolados ou não.

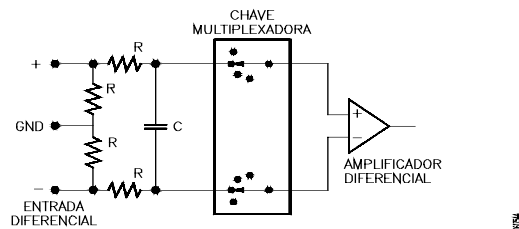
Os intervalos de temperatura que podem ser lidos por cada módulo são especificados a seguir, juntamente com as respectivas resoluções. Além disto, esta tabela fornece a relação graus centígrados por bit para cada tipo de módulo.

Modelo	Temperatura (°C)	Resolução	°C/bit
AL-1109/J	0 a 750	1,00 °C	0,75
AL-1109/K	0 a 1250	1,25 °C	1,25
AL-1109/R	0 a 1500	1,50 °C	1,50
AL-1109/S	0 a 1500	1,50 °C	1,45
AL-1109/B	800 a 1800	1,00 °C	1,00

No AL-1109/K, o valor fornecido pelo módulo deve ser multiplicado por 1,25 para se obter o valor em °C. Nos modelos AL-1109/R e AL-1109/S, por 1,5. E no modelo AL-1109/B o valor fornecido pelo módulo deve ser adicionado de 800.

O módulo possui proteção contra transientes de tensão de 10 V. Excedido este limite podem ocorrer danos ao módulo.

O circuito esquemático simplificado de uma entrada é mostrado na figura a seguir.



2. Itens Integrantes

A embalagem do produto contém o seguinte item:

- AL-1109 - módulo 4 entradas analógicas termopar tipo J, K, R, S ou B 10 bits

3. Características Funcionais

3.1. Características Gerais

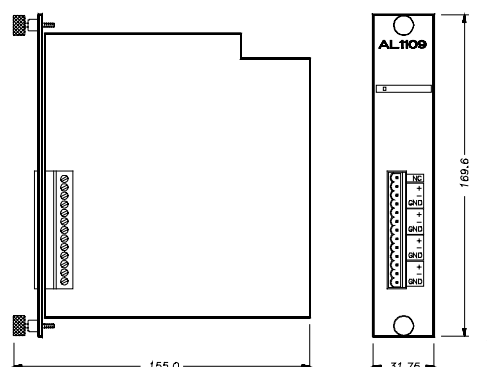
- Número de pontos: 4 entradas diferenciais multiplexadas não isoladas
- Conexão ao processo por borne parafusado
- Bitolas dos cabos de conexão: 0,5 a 1,5 mm²
- LED de atividade indicando que o módulo está sendo acessado
- MTBF: 49.000 horas @ 40 °C
calculado segundo norma MIL-HDBK-217E
- Temperatura de operação: 0 a 60 °C
conforme 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: 340 g
com embalagem: 400 g
- Índice de proteção: IP 20, contra acessos incidentais dos dedos e sem proteção contra água conforme norma IEC 529

3.2. Características Elétricas

- Faixa de leitura:
0 a 999
- Impedância de entrada:
100 KΩ
- Constante de tempo do filtro de entrada:
1,8 s
- Atenuação do módulo diferencial a 60 Hz:
90 dB
- Rejeição de modo comum a 60 Hz:
melhor que 60 dB
- Máxima tensão de modo comum:
2 Vpp
- Conversão A/D:
método dupla rampa com taxa de conversão de 96 Hz
- Resolução:
10 bits (1:1000)
- Precisão a 25°C:
0,15 % do fundo de escala
- Linearidade:
± 1 bit menos significativo
- Compensação da junta-fria:
erro máximo de +3 °C
o termopar do tipo B não necessita de compensação de junta-fria
- Tempo mínimo de atualização do valor convertido para qualquer número de módulos:
 - para AL-1000 = 400 ms * número de canais utilizados
 - para AL-600 e AL-2000 = 100 ms * número de canais utilizados
- Proteção contra ruptura do termopar, forçando o valor lido para 999
- Efeito de resistência de linha:
uma resistência de 50 Ω (termopar + cabo de compensação) provoca um erro de 1°C no valor medido
- Proteção contra transientes de tensão:
10 V
- Não necessita alimentação externa
- Consumo:
63 mA @ +12 V

4. Dimensões Físicas



5. Instalação

O nível do sinal gerado por termopares é muito baixo. Apesar do módulo possuir uma alta rejeição a ruído, deve-se tomar especial cuidado para evitar qualquer tipo de interferência eletromagnética ao sistema formado pela UCP, módulo AL-1109 e fios de extensão.

Algumas formas para evitar a interferência eletromagnética são:

- Evitar que os cabos de sinal passem próximos ou compartilhem da mesma canaleta onde passam cabos de alta tensão, alimentação de potência ou condutores sujeitos a surtos de corrente (alimentação de motores, por exemplo).
- Identificar e eliminar outras fontes de ruído, tais como contadoras defeituosas ou sem proteção e faiscamento produzido por escovas de motores desgastadas.
- Os fios de extensão devem ter seu comprimento minimizado. Devem ser conduzidos até o painel do módulo pois a compensação de junta fria é feita no mesmo. Se razões práticas determinarem o uso de bornes intermediários, a malha não deve ser aterrada nestes e sim tratada como um sinal.

As entradas não utilizadas devem ser postas em curto-circuito no painel do módulo.

5.1. Aterramento

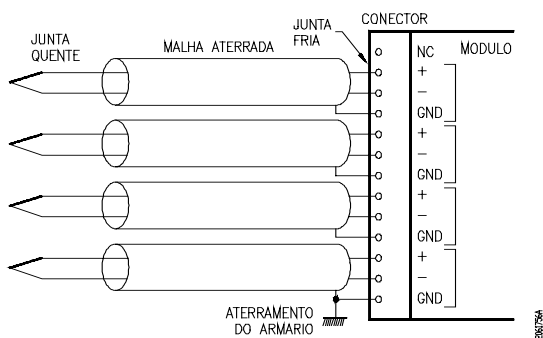
Sempre que possível, recomenda-se o uso de fios de extensão com malha de blindagem. O aterramento desta blindagem pode ser feito junto ao CP ou junto aos transdutores.

5.1.1. Ponto de Aterramento Junto ao CP

Deve-se conectar a blindagem ao respectivo terra de cada canal. O terra do módulo deve ser conectado ao sistema de aterramento do armário elétrico.

Deve-se ter em mente que o aterramento da blindagem em mais de um ponto pode permitir a circulação de corrente através dela e, em consequência, induzir ruído nos fios de extensão.

Caso existam borneiras intermediárias, estas devem tratar as blindagens como se fossem sinais, sem interromper ou aterrar as mesmas.



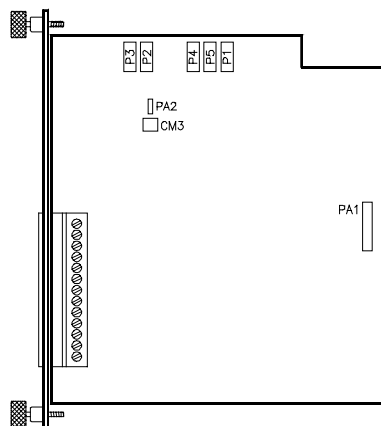
5.1.2. Ponto de Aterramento Junto aos Transdutores

Deve-se conectar a blindagem ao terra somente junto aos transdutores. O terra do módulo deve ser conectado ao sistema de aterramento do armário elétrico.

Deve-se ter em mente que o aterramento da blindagem em mais de um ponto pode permitir a circulação de corrente através dela e, em consequência, induzir ruído nos fios de extensão.

5.2. Pontes de Ajuste

A seguir é descrita a função das pontes de ajuste, conector e trimpots existentes no módulo.



- PA1 - posição 1 (habilita compensação da junta fria)
- PA2 - ajuste de endereço e grupo
- P1 - ajuste de ganho ("span")
- P3 - ajuste para cancelamento de modo comum
- P4 - ajuste de zero ("offset")
- P5 - ajuste da compensação da junta fria
- P6 - ajuste do ganho do conversor

Os trimpots P2 e P7 são utilizados somente pelo fabricante.

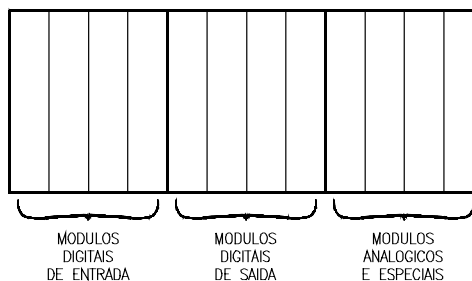
Não é aconselhável ao usuário efetuar qualquer tipo de ajuste nos trimpots P3 e P6.

5.3. Endereçamento

O módulo AL-1109 deve ser instalado no bastidor na posição escolhida pelo usuário e configurado através das pontes de ajuste PA1 para responder ao endereço determinado pelo software aplicativo. A PA1 serve para determinar a posição do cartão no bastidor (0 a 7) e para determinar o grupo (0 e 1).

Os quatro pontos de entrada do módulo termopar AL-1109 respondem aos endereços RXXX0 a RXXX3 na série AL-1000 e RXXX.0 a RXXX.3 na série AL-2000, embora ocupem todo o octeto.

O preenchimento dos endereços deve ser executado de forma que o módulo termopar ocupe um endereço maior que qualquer outro módulo de E/S digital.



6. Programação

6.1. Série AL-1000

No modelo de executivo P2 e P3 do AL-1000/128 ou 256, ou no AL-1000/512 a partir da versão de software 1A do executivo aparece a instrução especial 07, que se destina especificamente para o módulo termopar, possibilitando uma simplificação da programação deste módulo.

Nos outros modelos de executivo de AL-1000/128 ou 256 e versões anterior do executivo do AL-1000/512 a programação sugerida é descrita a seguir.

O módulo lê os valores de temperatura de forma multiplexada, sendo que o controle da multiplexação é feito pelo programa do usuário. Se mais de um módulo é utilizado, a multiplexação pode ser feita em paralelo em todos os módulos. O valor lido do módulo é na forma BCD com 3 dígitos.

A leitura de cada canal do módulo é feita em duas etapas, separadas por um intervalo mínimo de 100 ms.

Na primeira etapa, o canal é selecionado através de uma instrução D/A. Por exemplo: seleção do canal 2 de um módulo termopar no endereço 100 (o valor da memória é ignorado).



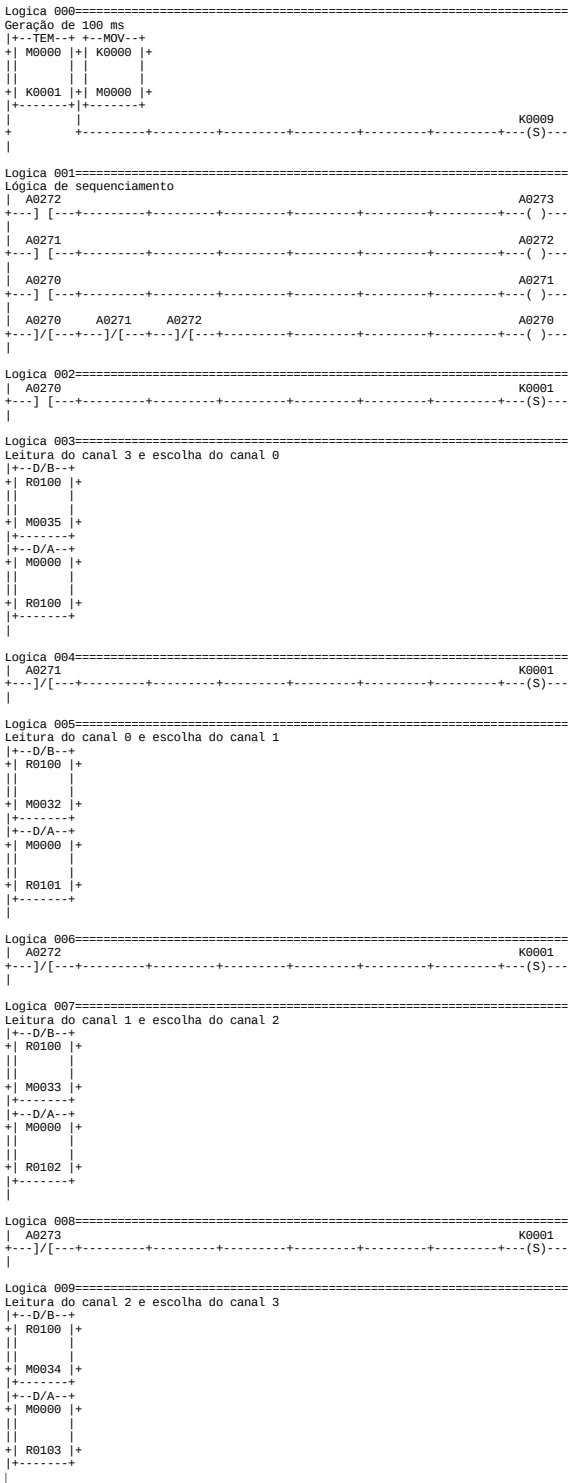
Na segunda etapa (no mínimo 100 ms após a primeira), o canal escolhido anteriormente é lido através de uma instrução D-B. Por exemplo: leitura do canal 2 (selecionado pela instrução D/A anterior) de um módulo termopar no endereço 100. A memória 13 recebe o valor lido pelo módulo.



A seguir é apresentado um exemplo de programa para quatro canais. Os valores de temperatura ficam disponíveis nas seguintes memórias:

- canal 0 : M032
- canal 1 : M033
- canal 2 : M034
- canal 3 : M035

Outros módulos podem ser adicionados acrescentando-se nas lógicas 3, 5, 7 e 9 a leitura dos mesmos.



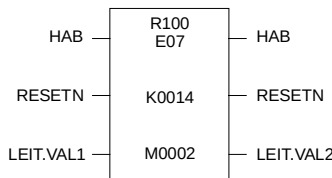
6.1.1. Instrução Especial 07 - Instrução Termopar

Descrição

Esta instrução tem por objetivo ler o valor de temperatura fornecido pelo módulo termopar e linearizá-lo, colocando o resultado em memória ou tabela.

Está disponível apenas nas UCPs AL-1000/128 e 256 nos modelos P2 e P3, e na AL-1000/512 a partir da versão IA.

Representação



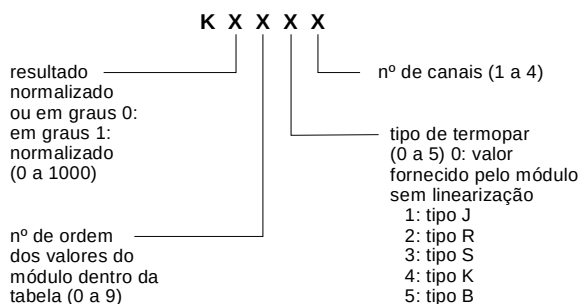
Células

■ 1ª célula

RXX0 indica o endereço físico no barramento onde está alojado o módulo AL-1109, o qual ocupa todo o octeto escolhido.

■ 2ª célula

O 1º dígito mais significativo de KXXXX indica se os resultados serão apresentados normalizados (valores de 0 a 1000) ou em graus. O 2º dígito indica o número de ordem onde serão colocados os resultados no caso de uma tabela. O 3º dígito indica o tipo de termopar (J, K, R, B ou S). O 4º dígito indica o número de canais a serem processados. O número de canais pode variar de 1 a 4. A leitura inicia sempre pelo canal 0; se o número de canais for 2, será feita a conversão apenas dos canais 0 e 1.



■ 3ª célula

Especifica o número da memória inicial ou da tabela onde serão colocados os resultados do processamento. Se a escolha for memória:
1ª posição : uso exclusivo do executivo para apontador de canais e contador de tempos (400 ms - tempo do módulo para realizar a conversão)
2ª posição : resultado do canal 0
3ª posição : resultado do canal 1
4ª posição : resultado do canal 2
5ª posição : resultado do canal 3

O número colocado em MXXXX será o da primeira posição a ser ocupada. Memórias subsequentes serão alocadas conforme o número de canais desejado. O número de memórias alocadas é igual ao número de canais mais 1. No caso de memória, o 2º dígito de KXXXX não tem efeito.

Se a escolha for tabela:
Neste caso a 3ª célula deve conter o número da tabela onde serão colocados os resultados. A posição da tabela é dada pelo número de ordem (definido no 2º dígito da KXXXX), multiplicado por 4.
O tamanho da tabela deve ser maior do que o número de módulos termopar utilizado no sistema, multiplicado por 5. As últimas posições da tabela são alocadas pelo programa executivo.

O número de canais a serem convertidos é sempre 4.

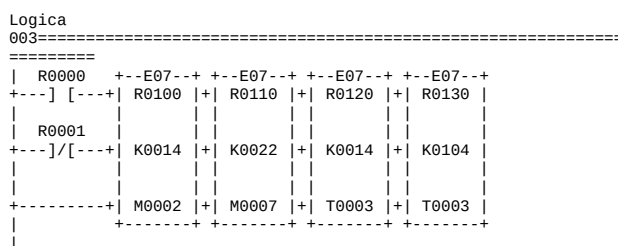
Entradas

- HAB: habilita a execução da instrução, ativo alto
- RESETN: sinal ativo baixo que:
zera apontador de canal do módulo
zera contador de tempo
zera para memórias ou tabela (onde for colocado o resultado)
- LEIT.VAL1: entrada auxiliar que faz parte da lógica para o sinal de saída LEIT.VAL2

Saídas

- HAB: cópia de entrada
- RESETN: cópia da entrada

Estes sinais foram implementados de maneira a possibilitar a habilitação e reset de módulos termopares simultaneamente, permitindo assim a programação com instruções sucessivas em uma mesma lógica. Por exemplo:



Acionando a entrada R000 são habilitadas todas as instruções E07 da lógica 3. Acionando a entrada R001 são resetadas todas as instruções E07 da lógica.

Para que a entrada RESETN seja entendida, é necessário que a instrução esteja habilitada.

Neste exemplo a primeira E07 faz a linearização de um módulo colocado no endereço R100, o número de canais a serem lidos é 4, o módulo termopar é do tipo J e os resultados serão colocados a partir da M0002.

- LEIT.VAL2: esta saída é função de duas entradas e do resultado da leitura do módulo termopar:
entrada 1: LEIT.VAL1
entrada 2: RESETN
DADO OK significa que o valor fornecido pelo módulo, após ter sido realizada a conversão se encontra no intervalo normalizado (de 000 a 999).

O sinal LEIT.VAL2 tem o seguinte comportamento:

RESET N	LEIT.VAL 1	DADO OK	LEIT.VAL 2
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

A equação lógica que determina a leitura válida é:
LEIT.VAL2 = (RESETN) . (LEIT.VAL1) . (DADO OK)

O diagrama de tempos para o sinal LEIT.VAL2 para um canal é:



Valor analógico na entrada do conversor A/D	Valor fornecido pela instrução
0 a 999 mV	ver próxima tabela
menor que -99 mV	8099 a 8001 - dado não OK
maior que 999 mV	8999 - dado não OK
	9999 - dado não OK

Tipo de termopar	Dado em variável de engenharia (°C)	Dado normalizado
J	000 a 1000	000 a 1000
R	000 a 1500	000 a 1000
S	000 a 1500	000 a 1000
K	000 a 1250	000 a 1000
B	800 a 1800	000 a 1000

O dado normalizado corresponde ao dado em graus dividido pelo fator de escala variável para cada tipo de termopar (tipo J: 1.00, tipo K: 1.25, tipos R e S: 1.50) e subtraído de 800 para o termopar tipo B.

Podemos observar que para termopar do tipo J o valor normalizado e em variável de engenharia são iguais.

As duas opções são disponíveis para que se possa optar entre utilizar o valor normalizado para entrada em uma instrução PID ou o valor da temperatura em graus para exibição em um display, por exemplo.

A disposição em tabela facilita o tratamento de blocos de dados que se deseja manipular. Esta é bastante aplicada quando se tem vários módulos termopares. Cada instrução trata um módulo, carregando os resultados numa tabela comum a vários módulos/instruções.

Observações

Uma instrução ESP07 não pode ser chamada durante um ciclo mais de uma vez para um mesmo módulo, já que o tempo mínimo de atualização por canal é de 400 ms.

O resultado colocado em memória ou tabela é em binário.

Tempo de Execução

O tempo máximo gasto pela instrução é:

Estado	7 MHz	11 MHz
1 - desabilitada	64 µs	43 µs
2 - habilita c/ RESETN = 0	438 µs	292 µs
3 - habilita c/ RESETN = 1	856 µs	571 µs

6.2. Série AL-600 e AL-2000

A programação do módulo AL-1109 na série AL-2000 está descrita no Manual de Utilização do programador utilizado, função F-TERMO.003.

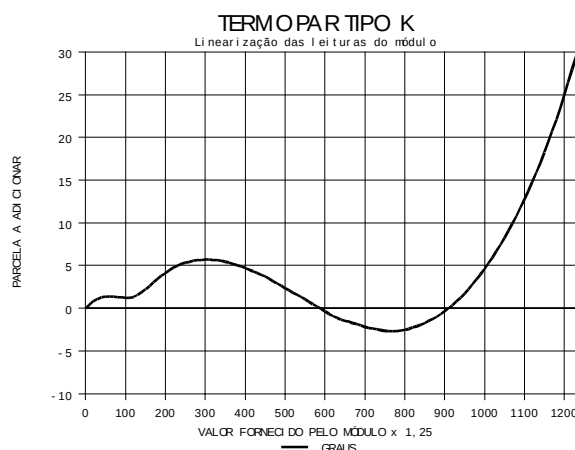
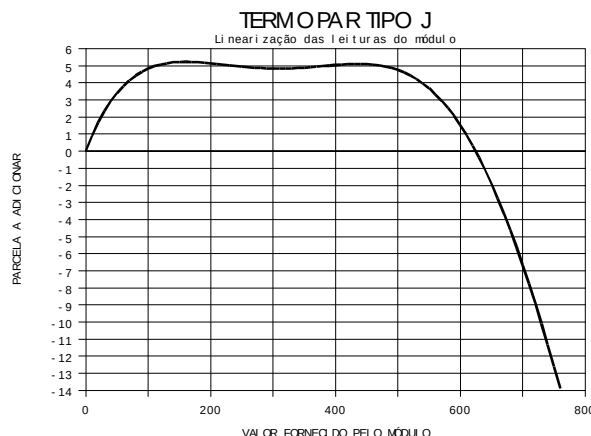
7. Curvas de Linearização

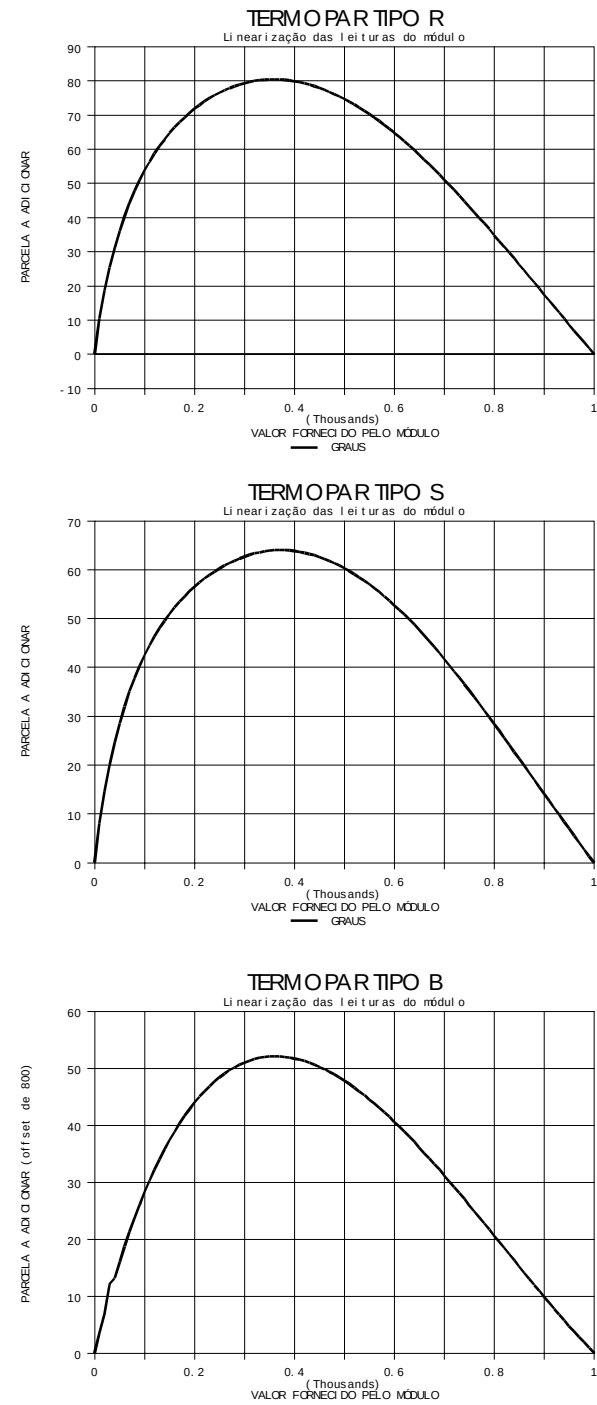
Cada tipo de termopar possui uma curva de temperatura versus tensão não linear, ou seja, a relação mV/°C não é constante em toda a faixa de temperatura de utilização. Essas curvas estão compiladas nas tabelas N.I.S.T. Monograph 175 revised to ITS-90.

O módulo utiliza uma relação constante de conversão (aproximação linear) calibrada na temperatura de 0°C e em uma temperatura conveniente próxima ao fim da escala útil de cada termopar.

Os gráficos apresentados a seguir servem para linearizar os valores medidos. Para obter o valor real da temperatura deve-se adicionar os valores positivos e subtrair os negativos dos gráficos aos valores fornecidos pelo módulo.

Caso seja necessário, a linearização pode ser feita de forma automática pelo programa do usuário, através da Instrução Especial 07 ou função F-TERMO.003, conforme o caso. Para maiores detalhes, ver seção Programação.





8. Precisão de Termopares

Como referência, indica-se abaixo os erros devidos à precisão dos próprios termopares, que devem ser considerados quando da avaliação de um sistema.

Devido a impossibilidade de se fabricar dois termopares exatamente iguais, foi estabelecido um limite de erro para cada tipo.

A tabela a seguir fornece os limites de erros normalizados pela circular MC96.1 - 1975 - da ANSI (American National Standard Institute). Quando o limite de erro é expresso em porcentagem, este se aplica a temperatura que está sendo medida.

Calibração ANSI	Intervalo de temperatura °C	Limites de erro (o que for maior)	
		STANDARD	ESPECIAL
J	0 a 750	±2,2 °C ou ±0,75%	±1,1 °C ou ±0,4%
K	0 a 1250	±2,2 °C ou ±0,75%	±1,1 °C ou ±0,1%
R	0 a 1500	±1,5 °C ou ±0,25%	±1,5 °C ou ±0,1%
S	0 a 1450	±1,5 °C ou ±0,25%	±1,5 °C ou ±0,1%
B	0 a 1750	±1,5 °C ou ±0,5%	±1,5 °C ou ±0,5%

9. 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.

10. Dados para Compra

10.1. Produto

	Denominação
AL-1109/J	módulo 4 entradas analógicas termopar tipo J 10 bits
AL-1109/K	módulo 4 entradas analógicas termopar tipo K 10 bits
AL-1109/R	módulo 4 entradas analógicas termopar tipo R 10 bits
AL-1109/S	módulo 4 entradas analógicas termopar tipo S 10 bits
AL-1109/B	módulo 4 entradas analógicas termopar tipo B 10 bits