

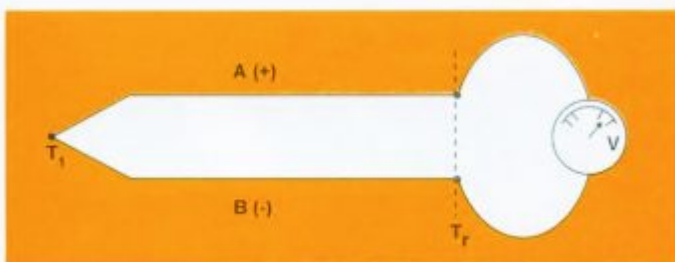
TERMOELEMENTO CONVENCIONAL



CONVENCIONAL

1- DEFINIÇÃO DE TERMOPAR OU PAR TERMOELÉTRICO

Dos variados tipos de sensores para medição de temperatura, o Termopar ou par termoeletrico é o mais utilizado industrialmente e também em laboratórios. Definimos Termopares ou par termoeletrico como sensores de medição de temperatura que são constituídos de dois condutores metálicos e distintos, puros ou homogêneos. Em uma de suas extremidades são unidos e soldados, a qual convencionou-se o nome de: junta de medição ou junta quente, e a outra extremidade aberta onde se faz as devidas interligações de: junta de referência. Quando submetemos suas extremidades em temperaturas diferentes a composição química dos metais gera uma F.E.M. (força eletromotriz) da ordem de mV este principio é conhecido mundialmente como efeito SEEBEK.



2- CARACTERÍSTICAS DAS COMBINAÇÕES DE LIGAS TERMOPAR

Foram desenvolvidas várias combinações de ligas para termopares com características onde se reúnem a alta potência termoeletrica, a homogeneidade dos fios condutores, a durabilidade e resistência a corrosão e ainda uma relação regular de temperatura/ força eletromotriz.

ABAIXO ALGUMAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE CADA TERMOPAR, CONFORME A NORMA IEC 584-2

TERMOPAR TIPO E

Sua composição química é formada pela combinação em um dos seus fios pelo níquel-cromo e o outro fio pelo cobre-níquel sendo sua polaridade: Níquel-cromo(+) Cobre-níquel(-) é o termopar que apresenta a maior geração de força eletromotriz/ temperatura. Sua faixa de temperatura é de -200 a 870°C, porém, este termopar é recomendado para ser utilizado em faixas de temperatura baixas ou negativas sem o risco de contaminação por umidade.

TERMOPAR TIPO J

Sua composição química é formada pelo Ferro(+) Cobre-níquel(-), sua faixa de temperatura é de 0 a 760°C. A principal característica deste termopar é o baixo custo. São recomendados para utilização no vácuo e em atmosfera oxidante. Não deve ser utilizado em locais onde contenha enxofre, sempre utilizar tubo de proteção para os fios em temperaturas acima de 400°C para não oxidar os fios de ferro. Não recomendado para temperaturas negativas.

TERMOPAR TIPO T

É formado pela combinação dos metais Cobre(+) Cobre-níquel(-). Sua faixa de temperatura é de -200 a 370°C, sua principal característica é a excelente resistência à corrosão, e por isso é recomendado para ser utilizado em temperaturas negativas ou temperaturas positivas baixas.

TERMOPAR TIPO K

Este termopar é o mais utilizado na indústria em geral, possui uma ampla faixa de atuação, excelente resistência a oxidação em alta temperatura e a corrosão podendo ser utilizado também em temperaturas negativas. Sua faixa de utilização é de -200 a 1260°C, sua composição química é formada pelo Níquel-cromo(+) Níquel-alumínio(-).

TERMOPAR TIPO N

Apresenta características idênticas ao termopar tipo K, porém, com algumas vantagens, como menor potência termoeletrica, excelente estabilidade, resistência a corrosão, maior vida útil no processo. Sua composição é formada pelos metais Níquel-cromo-silício(+) Níquel-silício(-). Sua faixa de temperatura de operação é de -200 a 1260°C.

3- TERMOPARES NOBRES (TIPOS E CARACTERÍSTICAS)

Estes termopares são classificados como termopares nobres, por apresentarem alto grau de pureza e homogeneidade de suas ligas, baixa potência termoeletrica e uma excelente precisão de leitura. O custo de um termopar nobre é relativamente maior que os termopares básicos. A composição química de suas ligas são na maioria das vezes de platina.

TERMOPAR TIPO S

Este é o mais conhecido e usado entre os termopares nobres, possui uma precisão altíssima, ampla faixa de utilização, alta repetibilidade de leitura, baixa potência termoeletrica. Com todas essas características, este termopar é utilizado em laboratórios de calibração como um termopar padrão. A composição das ligas de um termopar nobre tipo S, é de platina 90% - ródio 10%(+) platina(-), sua faixa de utilização vai de 0 a 1480°C e operando nesta faixa são recomendados para trabalharem em locais oxidantes, sempre com tubos de proteção. Não se recomenda o uso contínuo em temperatura muito altas, pois os fios de platina com o tempo podem ficar sujeitos a contaminação e com isso perderem a característica e precisão.

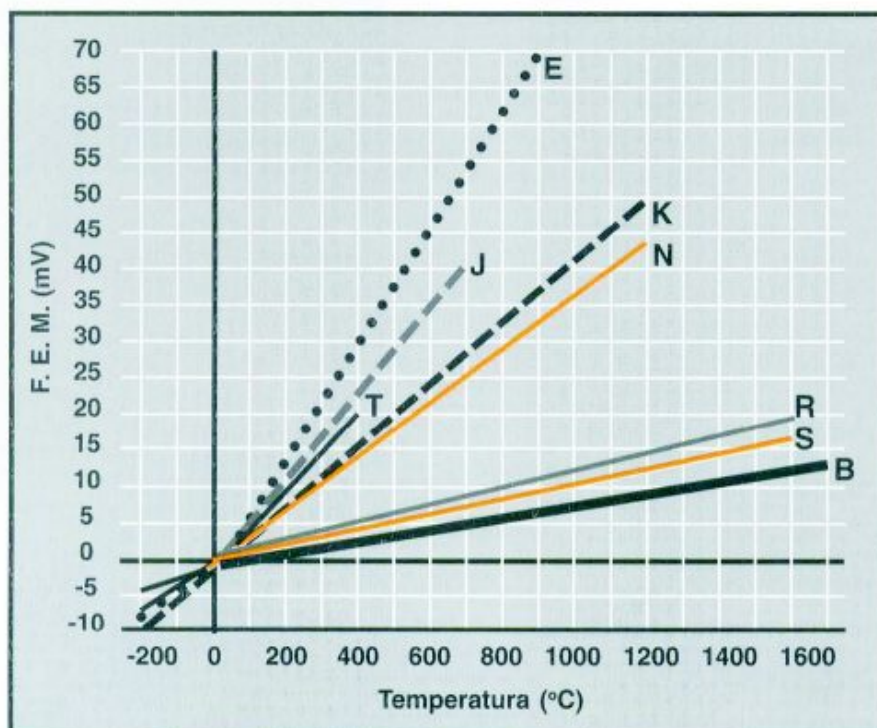
TERMOPAR TIPO R

Possui as mesmas características de uso e recomendações de termopar tipo S, porém, sua composição é um pouco diferente contendo platina 87% -ródio 13%(-) platina(-) este termopar também é utilizado em laboratórios como padrão.

TERMOPAR TIPO B

Também possui características de uso idênticos aos do tipos: S e R, recomenda-se o tubo de proteção como os S e R em locais onde contenha vapores de metais. Possui uma resistência mecânica dos fios maior que os S e R, gera um sinal termoeletrico muito baixo. Sua faixa de utilização é de 870 a 1700°C, por isso é recomendado para temperaturas altas. Sua composição das ligas é formada pela platina 70% - ródio 30%(+) platina 94% - ródio 6% (-)

4- GRÁFICO DEMONSTRATIVO DA FORÇA ELETROMOTRIZ/TEMPERATURA DOS TERMÓPARES



Tipo de Termopar	Faixa de Temperatura	Limites de tolerância	
		standard (escolher o maior)	especial (escolher o maior)
T	0 a 370°C	±1°C ou ±0,75%	±0,5°C ou ±0,4%
J	0 a 760°C	±2,2°C ou ±0,75%	±1,1°C ou ±0,4%
E	0 a 870°C	±1,7°C ou ±0,5%	±1°C ou ±0,4%
K/N	0 a 1260°C	±2,2°C ou ±0,75%	±1,1°C ou ±0,4%
S/R	0 a 1480°C	±1,5°C ou ±0,25%	0,6°C ou ±0,1%
B	870 a 1700°C	±0,5%	±0,25%
T	-200 a 0°C	±1°C ou ±1,5%	-
E	-200 a 0°C	±1,7°C ou ±1%	-
K	-200 a 0°C	±2,2°C ou ±2%	-

Nestas tolerâncias não estão incluídos erros de montagens e instalações

Tipo de Termopar	Bitola 8 AWG (Ø 3,26mm)	Bitola 14 AWG (Ø 1,63mm)	Bitola 20 AWG (Ø 0,81mm)	Bitola 24 AWG (Ø 0,51mm)
T	-	370°C	260°C	200°C
J	760°C	590°C	480°C	370°C
E	870°C	650°C	540°C	430°C
K	1260°C	1090°C	980°C	870°C
S/R	-	-	-	1480°C
B	-	-	-	1700°C

Nota: Estes limites se aplicam para termopares convencionais em uso contínuo, com peças ou tubos de proteção com a extremidade fechada, portanto, NÃO sendo válida para os termopares de isolamento mineral

5- TOLERÂNCIA DE ERRO DE UM TERMOPAR

Erro de um termopar é o desvio maior que ele possa apresentar em uma medição, comparando-se a um padrão absoluto. Ao lado a tabela mostra os erros admissíveis para os termopares de classe standard e classe especial e suas faixas de operação. Estes erros são expressos em graus Celsius e em porcentagem da temperatura que está sendo medida (sempre utilizar o erro maior para efeito de cálculos)

Esta tabela de erros está baseada na NORMA ASTM E230-98, segundo a ITS-90 (escala internacional de temperatura)

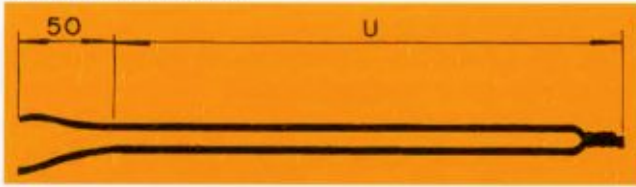
5.1- TABELA DE TEMPERATURA MÁXIMA/ BITOLA DO FIO TERMOPAR

Na utilização de um termopar convencional, deve-se atentar para os diâmetros dos fios em relação à temperatura de operação no processo.

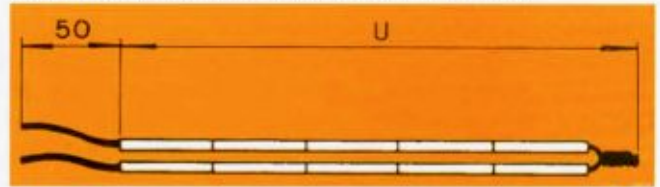
Ao lado tabela de diâmetros do fio/ temperatura máxima conforme a NORMA ASTM E230-98

5.2- TIPOS DE MONTAGENS DE TERMOPAR CONVENCIONAL

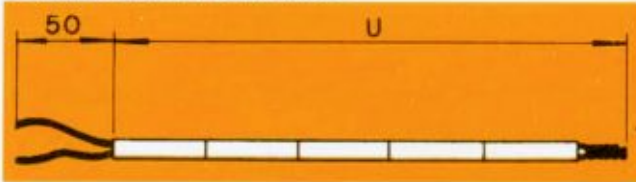
FIO TERMOPAR NU



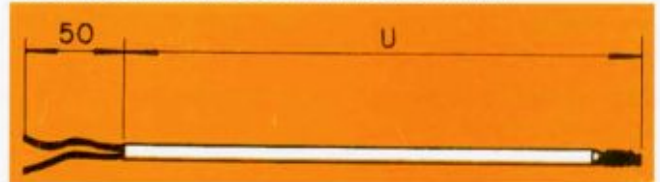
COM ISOLADORES CERÂMICOS SIMPLES



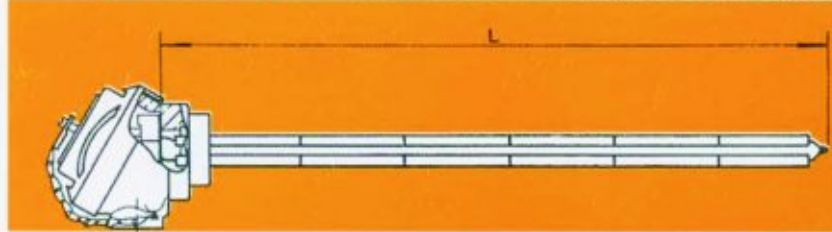
COM ISOLADOR CERÂMICO



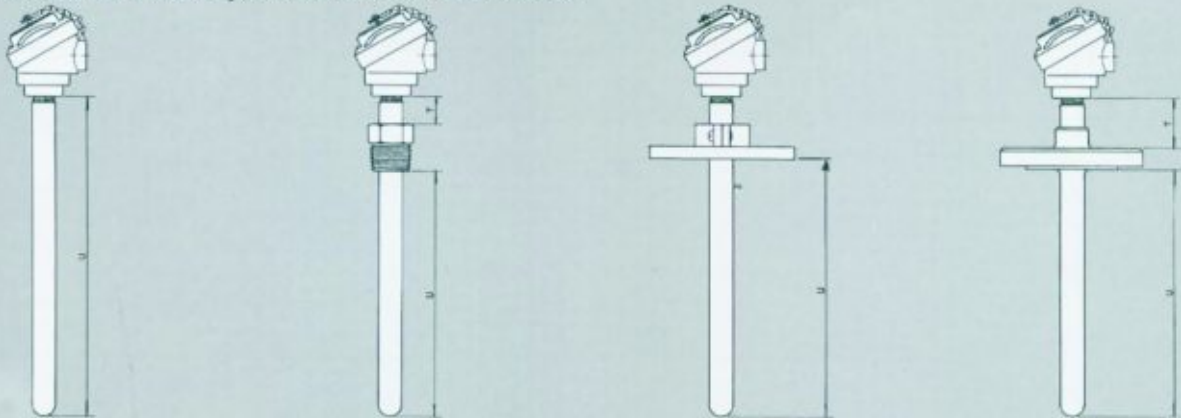
COM ISOLADORES CERÂMICO CAPILAR



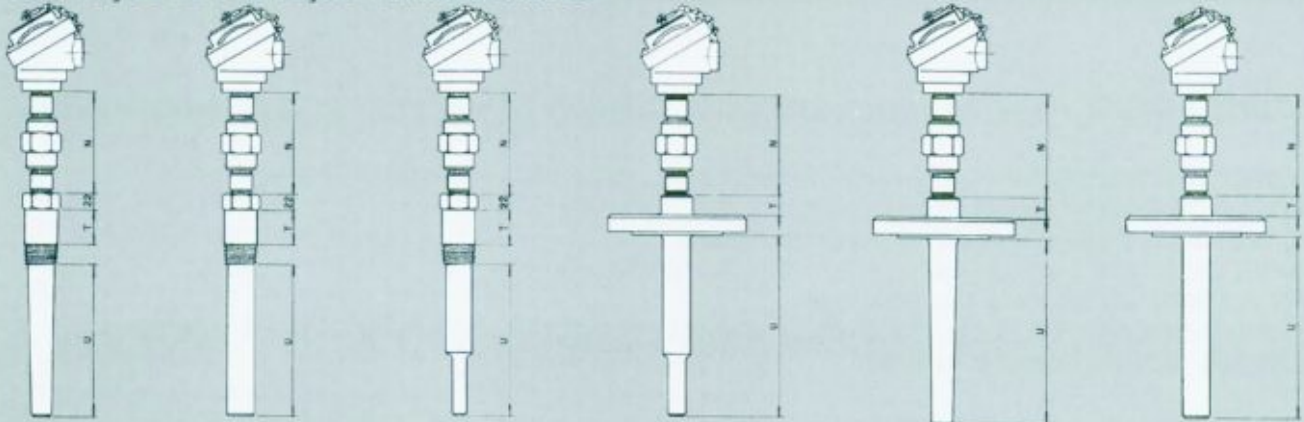
COM ISOLADORES CERÂMICO, BLOCO DE LIGAÇÃO E CABEÇOTE



COM TUBOS DE PROTEÇÃO METÁLICO/ CERÂMICO



COM POÇOS DE PROTEÇÃO TERMOMÉTRICOS



FIOS E CABOS

10- FIOS E CABOS DE EXTENSÃO/ COMPENSAÇÃO

Possuem as mesmas características de um termopar, porém, com uma qualidade inferior. São utilizados para interligar o termopar, que na maioria das vezes se encontra distante do instrumento de indicação.

Os Cabos e Fios de Extensão são fabricados com as mesmas ligas dos termopares, podendo assim serem utilizados como termopares com algumas restrições porque sua composição química não é tão homogênea.

Os Cabos e Fios de Compensação são fabricados com ligas diferentes a dos termopares, mas, apresentam a mesma curva. Não é recomendado utilizar um cabo de compensação como um termopar, pois suas características são limitadas.

11- TIPOS DE ISOLAÇÃO DE UM CABO OU FIO DE ESTENSÃO/ COMPENSAÇÃO

Para um melhor desempenho dos Cabos e Fios, a isolação de seus condutores é imprescindível no processo quanto a temperatura de utilização, umidade, abrasão, contatos com qualquer produto líquido.

Abaixo alguns tipos de isolação dos Cabos e Fios com suas características:

ISOLAÇÃO		CARACTERÍSTICAS DA ISOLAÇÃO		TEMPERATURA MÁX. UTILIZAÇÃO DA ISOLAÇÃO	OBSERVAÇÕES
Interna	Externa	Resistência à abrasão	Resistência à absorção de umidade	Graus Celsius	
PVC	PVC	Muito boa	Excelente	105	Uso geral - resistente à maioria dos óleos e produtos químicos
Borracha	Borracha	Excelente	Muito boa	90	Resistente à óleos
Silicone	Amianto	Razoável	Muito boa	250	Uso geral substituindo com vantagens: amianto/ amianto, devido sua resistência à absorção de umidade
Silicone	Fibra de vidro	Boa até 200º	Muito boa	250	Uso geral, acima de 200ºC a resistência à abrasão desaparece
Fibra de vidro	Fibra de vidro	Boa até 200º	Boa até 200º	540	Acima de 200ºC a resistência à abrasão e umidade desaparece
Teflon	Teflon	Excelente 260º	Excelente 260º	260	Resistente à abrasão e umidade

ALGUNS ACESSÓRIOS DA LINHA QUE COMPÕEM OS VARIADOS TIPOS DE MONTAGENS:

- * CABEÇOTES SIMPLES OU À PROVA DE TEMPO/ EXPLOÇÃO, DE ALUMÍNIO OU FERRO
- * BLOCOS DE LIGAÇÃO SIMPLES OU VARIADOS (2-4-6 LIGAÇÕES)
- * CONECTORES COMPENSADOS, MACHO OU FÊMEA
- * PAINEL DE INTERLIGAÇÃO COM CONECTORES COMPENSADOS
- * ISOLADORES, MISSANGAS E CAPILARES
- * POÇOS TERMOMÉTRICOS DE AÇO, TUBOS DE PROTEÇÃO METÁLICOS DE AÇO OU DE CERÂMICA
- * FLANGES, NIPLES, UNIÃO E BUCINS

(Estes acessórios são fornecidos juntamente com as montagens conforme especificação ou separadamente para simples reposição)

SIMBOLO Termopar	CÓD.	CONDUTORES (+) (-)	FAIXA DE TEMPERATURA °C	TOLERÂNCIA	N O R M A S				
					AMERICANA ANSI MC 96.1	ALEMÃ DIN 43714	INGLESA BS 1843/S2	JAPONESA JIS C1610/B1	FRANÇESA NF C42-303
T	TX	EXTENSÃO TIPO T Cobre (+) Cobre-Níquel (-)	-60 a 100°C	Standard ±1,0°C Especial ±0,5°C					
J	JX	EXTENSÃO TIPO J Ferro (+) Cobre-Níquel (-)	0 a 200°C	Standard ±2,2°C Especial ±1,1°C					
E	EX	EXTENSÃO TIPO E Níquel-Cromo (+) Cobre-Níquel (-)	0 a 200°C	Standard ±1,7°C Especial -					
K	KX	EXTENSÃO TIPO K Níquel-Cromo (+) Níquel-Alumínio (-)	0 a 200°C	Standard ±2,2°C Especial -					
K	WX	COMPENSAÇÃO TIPO K Ferro (+) Níquel-Cobre (-)	-20 a 150°C	Standard ±3,0°C Especial -					
K	VX	COMPENSAÇÃO TIPO K Cobre (+) Cobre-Níquel (-)	-20 a 150°C	Standard ±2,5°C Especial -					
S R	SX RX	COMPENSAÇÃO TIPO S/R Cobre (+) Cobre-Níquel (-)	0 a 200°C	Standard ±5,0°C Especial -					
B	BX	Cabos de cobre comuns Cobre (+) Cobre (-)	0 a 100°C	Standard 0°C/ -3,7°C Especial -					
N	NX	EXTENSÃO TIPO N Níquel-Cromo-Silício (+) Níquel-Silício (-)	0 a 200°C	Standard ±2,2°C Especial -					

OBS.: Refere-se somente ao TIPO SX.

TABELA DE CÓDIGO DE CORES, FAIXA DE UTILIZAÇÃO E TOLERÂNCIA PARA OS FIOS E CABOS DE EXTENSÃO E COMPENSAÇÃO



Salvi Casagrande
Medição e Automação. Qualidade Absoluta.