

MANUAL DE INSTRUÇÕES

CONVERSOR DE TEMPERATURA



KD-50TA/Ex Microprocessado

TERMoeLEMENTOS:

Termoresistência:

Os bulbos de resistência são sensores de temperatura formados por um resistor de fio, que irá de regra aumentar sua resistência com o aumento da temperatura.

Normalmente utilizam - se de fios de níquel (opcionalmente pode ser usados prata ou platina), que apresentam boa estabilidade ao longo do tempo e relação de temperatura / resistência adequada.

Os Pt-100 possuem 100,00Ω a 0°C e 138,5Ω a 100°C; o que equivale dizer que variam 0,385Ω/°C, e são normalizados segundo a IEC392.

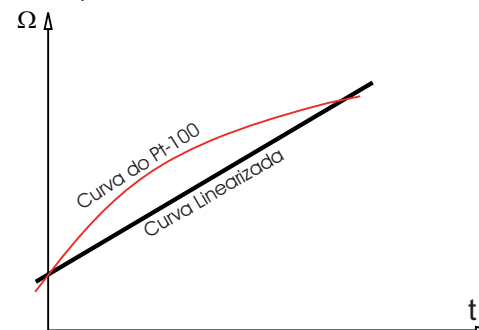
Linearização:

Como a curva de temperatura x resistência não é linear foi incluído no software do conversor KD-50, um algoritmo que lineariza o sinal gerado pelo bulbo de resistência.

$$R_t = 100 + 0,385t$$

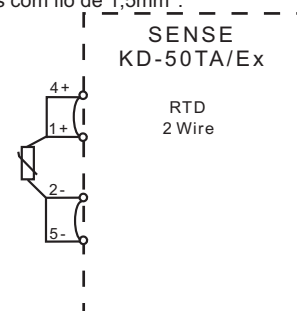
sendo:

R_t = resistência a temperatura t
 t = temperatura



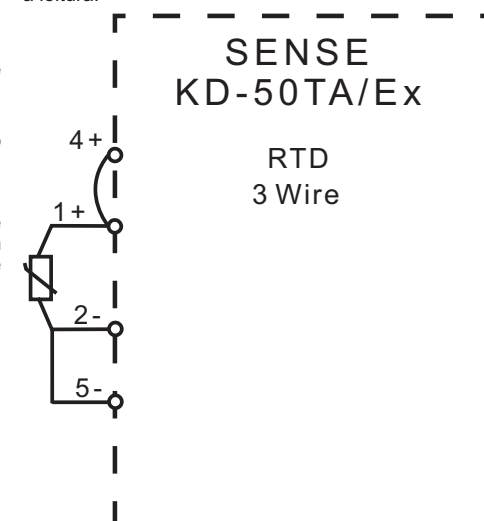
Conexão a 2 Fios:

A conexão de Pt-100 a 2 fios é possível com o KD-50, mas deve-se observar que nesta configuração, a cada 0,192Ω de resistência de cada um dos fios obtém-se uma indicação de 1°C maior que a verdadeira, fato que ocorre facilmente na prática quando se utiliza X metros de fio 1,0mm² ou Y metros com fio de 1,5mm².



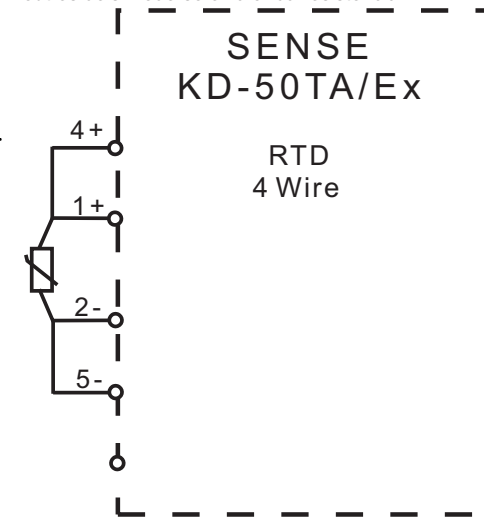
Conexão a 3 Fios:

Para aplicações que requer maior precisão, onde utiliza-se um terceiro fio para aplicar a tensão utilizada para medir a resistência do termoelemento, minimizando o erro pois utiliza-se o terceiro fio para a leitura.



Conexão a 4 Fios:

A maior precisão com relação ao fio de interligação observe com a configuração a 4 fios onde dois deles são utilizados para a alimentação do bulbo e os outros dois mede-se o valor da resistência.

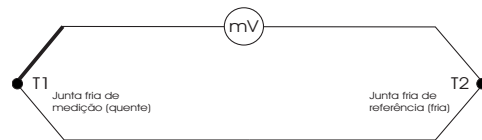


Termopares:

Os termopares baseiam-se no efeito Seebeck, onde uma força eletromotriz é gerada quando dois metais distintos são unidos e oferece maior diferença de potencial quando maior a diferença de temperatura entre as junções.

O valor da tensão gerada é função somente do tipo de metais (A e B) e da diferença de temperatura entre suas juntas quente e fria, independentemente do gradiente de temperatura intermediária entre os pontos T1 e T2.

A medição de temperatura com termopares requer algumas técnicas pois conforme unificado por Pelher, cada uma das juntas é sede de uma FEM e deve ser considerado como uma bateria com tensão dependente da temperatura e dos metais em contato.

**Lei do Circuito Homogêneo:**

garante para metais puros, que a FEM desenvolvida independe da seção dos metais e da variação de temperatura ao longo do cabo.

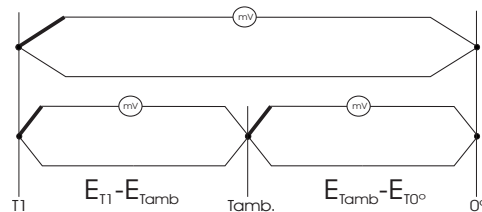
Lei dos Metais Intermediários:

trilhas de circuito impresso de cobre, podem ser introduzidas no circuito desde que não exista diferença de temperatura nestas novas juntas, não acarretam desvios na medição.

Lei das Temperatura intermediárias:

com aplicação imediata permitindo que o valor da FEM depende unicamente da temperatura da junção de medição, pois não é prático manter-se a junta fria a 0°C, como por exemplo em um banho de gelo.

Desta forma, para se contornar este problema basta, medir a temperatura ambiente onde encontra-se a junta fria e acrescentar-se os milivolts correspondente ao desenvolvido pelo termopar se estivesse medindo a temperatura ambiente.

**Tipos de Termopares:**

Existem vários tipos de termopares que utilizam metais especiais que proporcionam bom coeficiente termodinâmico, o mais linear possível, preciso e resistente a corrosão.

Tipo	Positivo	Negativo	Temp. mínimo		Temp. máximo		Tolerâncias (°C)
			°C	mV	°C	mV	
T	Cobre	Constantan	-270	-6,258	400	20,872	-40 a +125 (±0,5)
J	Ferro	Constantan	-210	-8,096	460	42,919	-40 a +375 (±1,5)
E	Chromel	Constantan	-200	-9,835	900	76,373	-40 a +375 (±1,5)
K	Chromel	Alumel	-270	-6,458	1200	48,838	-40 a +375 (±1,5)
R	Platina Ródio-13%	Platina	-50	-0,226	1768	21,101	0 a 1000 (±1)
S	Platina Ródio-10%	Platina	-50	-0,236	1768	18,693	0 a 1000 (±1)
B	Platina Ródio-30%	Platina Ródio-30%	0	0	1820	13,820	Classe 2 600 a 800 (±0,0025)

Fios de Compensação:

O ideal é utilizar os termopares que tenham os fios que cheguem ao conversor, o que normalmente é inviável. Na prática utiliza-se fios de compensação que possuem características de mV semelhante a do termopar.

Extensão:

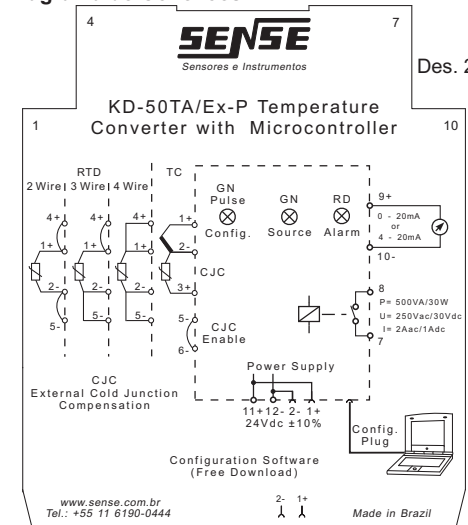
Chama - se fios de extensão quando utilizam o mesmo material do termopar.

Manual de Instruções**Módulo Conversor p/ temperatura: KD-50TA/Ex**

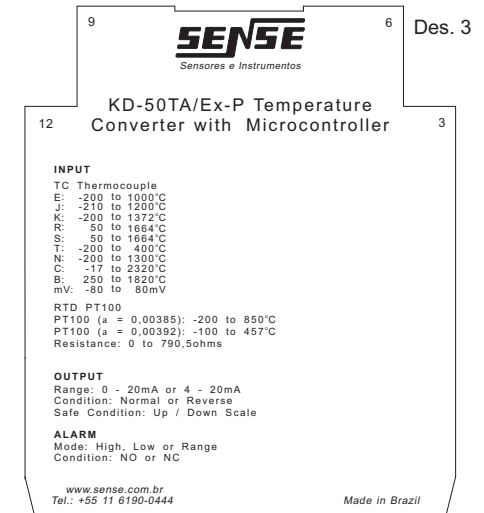
Fig. 1

Função:

Deste equipamento tem por finalidade converter o sinal do termoelemento seja ele termopar ou termoresistência, em sinal analógico de corrente, permitindo que o termoelemento possa ser instalado em áreas potencialmente explosivas livrando-as do risco de explosão, por efeito térmico ou faísca elétrica.

Diagrama de Conexões:

Des. 2

**Descrição de Funcionamento:**

O K-50 é um poderoso conversor microprocessado de temperatura, que recebe o sinal dos termoelementos (termopares ou termoresistências) e indica a temperatura correspondente, aplicando complexos polinômios de linearização de sinal, para obter o menor erro possível.

O instrumento possui uma saída de alarme (rele) plenamente configurável via o software de configuração, fornecido gratuitamente, que permite também a calibração da saída em corrente ou tensão proporcional a uma faixa de temperatura.

Elemento de Campo:

O conversor foi projetado para operar com termopares dos tipos: E, J, K, R, S, T, N, C e B e com termoresistência dos tipos: PT-100(0,00385Ω/°C) e PT-100(0,00392Ω/°C).



Fig. 4

Fixação do Módulo:

A fixação do conversor internamente no painel deve ser feita utilizando-se de trilhos de 35 mm (DIN-46277), onde inclusive pode-se instalar um acessório montado internamente ao trilho metálico (sistema Power Rail) para alimentação de todas as unidades montadas no trilho.

1° Com auxílio de uma chave de fenda, empurre a trava de fixação do conversor para fora, (fig.05).

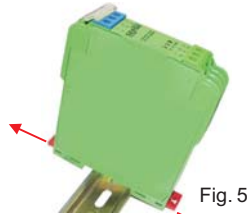


Fig. 5

2° Abaixar o conversor até que ele se encaixe no trilho, (fig. 06).



Fig. 6

3° Aperte a trava de fixação até o final (fig.07) e certifique que o conversor esteja bem fixado.



Fig. 7

Cuidado: Na instalação do conversor no trilho com um sistema Power Rail, os conectores não devem ser forçados demasiadamente para evitar quebra dos mesmos, interrompendo o seu funcionamento.

Montagem na Horizontal:

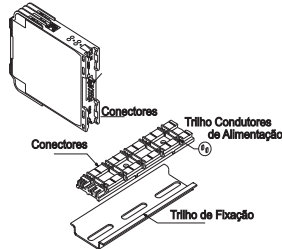
Recomendamos que os módulos, sejam montados na posição horizontal afim de que haja melhor circulação de ar e que o painel seja provido de um sistema de ventilação evitando o sobreaquecimento dos componentes internos.



Fig. 8

Sistema Power Rail:

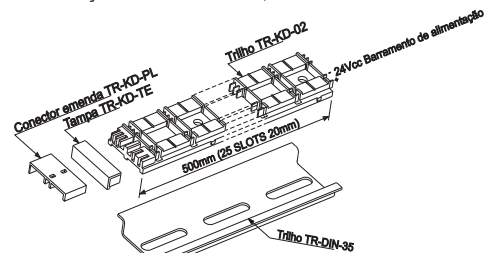
Consiste de um sistema onde as conexões de alimentação e comunicação são conduzidas e distribuídas no próprio trilho de fixação, através de conectores multipolares localizados na parte inferior do módulo. Este sistema visa reduzir o número de conexões externas entre os instrumentos da rede conectados no mesmo trilho.



Des. 9

Trilho Autoalimentado tipo "Power Rail":

O trilho power rail TR-K-02 é um poderoso conector que fornece interligação dos instrumentos conectados ao tradicional trilho 35mm. Quando unidades do KD forem montadas no trilho automaticamente a alimentação será conectada, aos módulos.

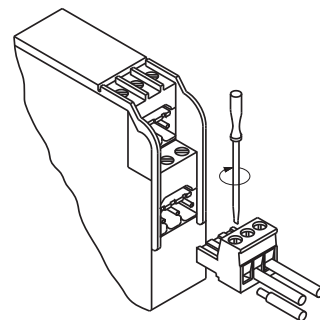


Des. 10

Sistema Plug-In:

Neste sistema as conexões dos cabos são feitas em conectores tripolares que de um lado possuem terminais de compressão, e de outro lado são conectados ao equipamento.

Este sistema tem por finalidade facilitar a instalação e o arranjo da fiação além de contribuir na manutenção possibilitando a rápida substituição do equipamento.

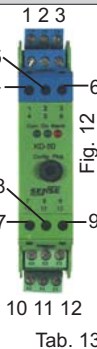
Sistema Plug-In

Des. 11

Instalação Elétrica:

Esta unidade possui 10 bornes conforme a tabela abaixo:

Bornes	Descrição
1	Entrada (+) do termopar e do RTD
2	Entrada (-) do termopar e do RTD
3	Junta Fria interna no conector
4	Compensação do RTD
5	Comp. do RTD + Habilit. Junta Fria
6	Habilitação da Junta Fria
7	Contato auxiliar de Alarme
8	Contato auxiliar de Alarme
9	Saída Analógica (+)
10	Saída Analógica (-)
11	Alimentação Positiva (+)
12	Alimentação Negativa (-)

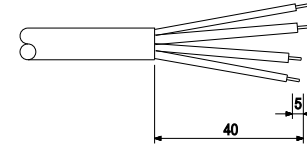


Tab. 13

Preparação dos Fios:

Fazer as pontas dos fios conforme desenho abaixo:

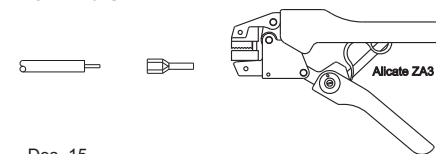
Cuidado ao retirar a capa protetora para não fazer pequenos cortes nos fios, pois poderá causar curto circuito entre os fios.



Des. 14

Procedimentos:

Retire a capa protetora, coloque os terminais e preme-os, se desejar estanhe as pontas para uma melhor fixação.

Terminais:

Des. 15

Para evitar mau contato e problemas de curto circuito aconselhamos utilizar terminais pré-isolados (ponteiras) cravados nos fios.

Conexão de Alimentação:

A unidade pode ser alimentada em:

Tensão	Bornes	Consumo
24 Vcc	11 e 12	1,5 W

Tab. 16

Recomendamos utilizar no circuito elétrico que alimenta a unidade uma proteção por fusível.

Leds de Sinalização:

O instrumento possui três leds no painel frontal conforme ilustra a figura abaixo:

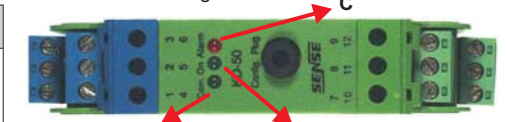


Fig. 17

Função dos Leds de Sinalização:

A tabela abaixo ilustra a função dos leds do painel frontal:

A	Alimentação (verde)	Quando aceso indica que o equipamento está alimentado
B	Comunicação (verde)	Quando piscando indica que o equipamento está comunicando com o software de calibração
C	Alarme (vermelho)	Indica o estado do rele de Alarme: Aceso: rele de alarme energizado Apagado: operação normal

Tab. 18

Modelos:

O conversor é fornecido somente na versão com bornes plug in:

Modelo	Conexão
KD-50TA/Ex-P	plug-in

Tab. 19

Capacidade dos Contatos Auxiliar de Alarme:

Verifique se a carga não excede a capacidade máxima dos contatos apresentadas na tabela abaixo:

Capacidade	CA	CC
Tensão	250 V	30 V
Corrente	2 A	1 A
Potência	500 VA	30 W

Tab. 20

Normalmente a conexão de motores, bombas, lâmpadas reatores, devem ser interfaceadas com uma chave magnética.

Instalação do Software de Calibração:

O software de configuração do conversor de temperatura KD-50 está disponível para download em nosso site na internet. Nas versões do windows 2000 e XP deverá utilizar cabo USB serial.

- Acesse o site da Sense www.sense.com.br (fig. 21);
- Escolha o menu **PRODUTOS**



Fig. 21

- Agora escolha o link **INSTRUMENTOS** (fig.22):



Fig. 22

- Em seguida opte por **BARREIRAS SEG. INTRINSECAS** (fig.23):



Fig. 23

- No campo **MODELO** (fig.24) digite o código: **KD-50** e aperte o botão **OK**,

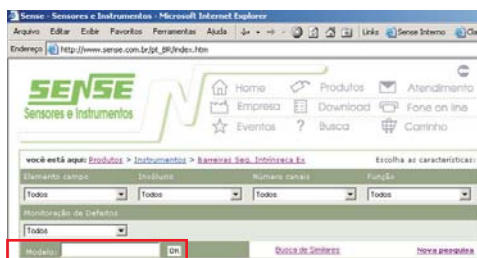


Fig. 24

- Acesse o produto clicando no seu **Part. Number** (fig.25):



Fig. 25

- Acesse o **SOFTWARE DE CONFIGURAÇÃO** (fig.26), em seguida abrirá a tela de **Download de arquivo** aperte o botão **Salvar**, abrirá a tela **Salvar como**, escolha o diretório do seu computador onde você deseja salvar o arquivo e aperte o botão **Salvar**.

Seleção das faixas	plenamente configurável
Ajuste de zero	via software
Ajuste de span	via software
Linearização do sinal	sim via software interno
Indicação digital	não
Dados Mecânicos:	.
Invólucro	caixa de bornes
Conexão	bornes aparafusáveis
Gráu de proteção	IP 30
Temperatura de operação	0°C a +50°C
Peso	?
Elemento campo	termopar e termoresistência
Invólucro	caixa de borne para painel
Número canais	monocanal
Função	entrada termoelemento / saída 4-20mA
Alarme	sim

OBSERVAÇÕES	
Versão Ex ainda não disponível devido a certificação do produto.	
FUNÇÕES	
Inserir no carrinho de compras	
Imprimir esta página	
Software de configuração	

Fig. 26

Programação do Software:

Instruções de Instalação:

O software de configuração do KD-50 é fornecido gratuitamente através de download, mas o cabo de conexão não é fornecido com o instrumento e deve ser encomendado separado.

Windows NT, 200 e XP - Utilizar cabo CF-KD/DB-9-P25 PN5000002231 e conversor USB/Serial PN5000002503. Windows 95,98 e Me - Utilizar cabo CF-KD/DB-9-P25 PN5000002231.

Descompacte o software, dê um duplo clique no ícone SETUP.exe para iniciar a instalação. Após a instalação, abra o software e conecte o cabo de configuração adequado no micro e no KD-50, energize o instrumento com alimentação de 24Vcc.

Tela Inicial:

Na tela inicial do software do KD-50TA podemos visualizar gráficos de entrada e saída e todas as informações de configuração do mesmo.

Tela Inicial:

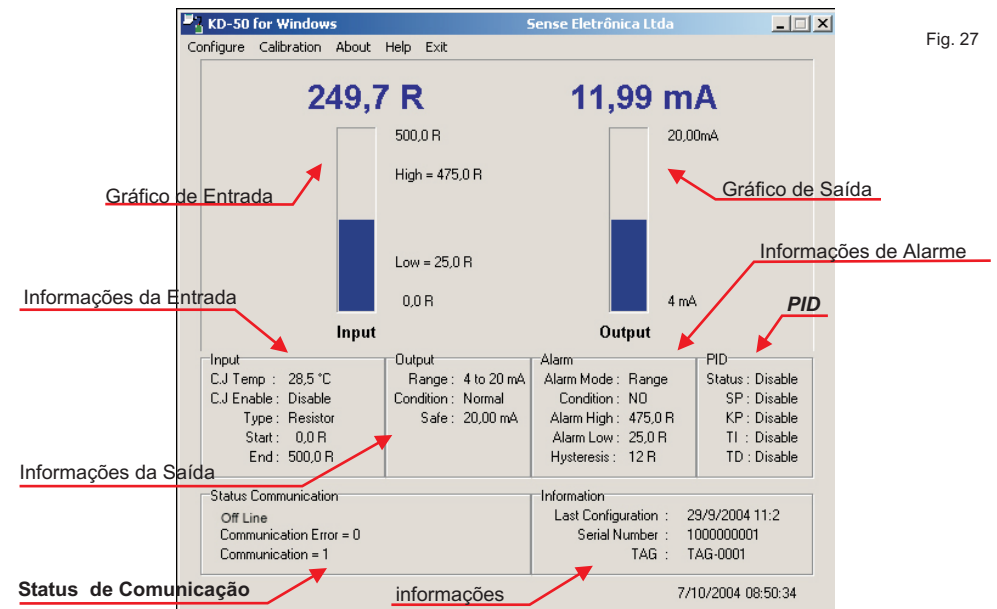


Fig. 27

Input Graphic:

Exibição gráfica do sinal transmitido do termoelemento para o KD-50.

Output Graphic:

Exibição gráfica do sinal de saída gerado pelo KD-50.

Input Information:

Nesta área é exibido o valor da junta fria, o estado da junta fria, o tipo de termopar ou termoresistência e o range de entrada.

Output Information:

É exibido o range da saída, a condição da saída se ela é normal ou reversa ou seja crescente ou decrescente e o valor seguro em caso em caso de alarme.

Alarm Information:

Nesta área é exibido o tipo do alarme selecionado, os valores do mesmo, a condição contato de alarme (NO ou NC) e o valor de histerese.

PID:

É exibido a condição do controle **PID** habilitado ou desabilitado, os valores de setpoint, ação proporcional, ação integral e ação derivativa.

Status Communication:

Esta área mostra as condições de comunicação. Onde é indicado estado de comunicação (online ou offline), quantidade de bytes transmitidos e quantidade de erros acontecidos.

Information:

Mostra as informações individuais deste equipamento. Indicando a data da última configuração, tag para identificação individual e número de série de produto.

Configuração da Entrada Analógica:

Na tela de configuração da entrada analógica iremos definir o tipo de termoelemento, o range de entrada, o tipo de termoresistência ou termopar, seleção de junta fria e o tag.

Tela de Configuração da Entrada Analógica:

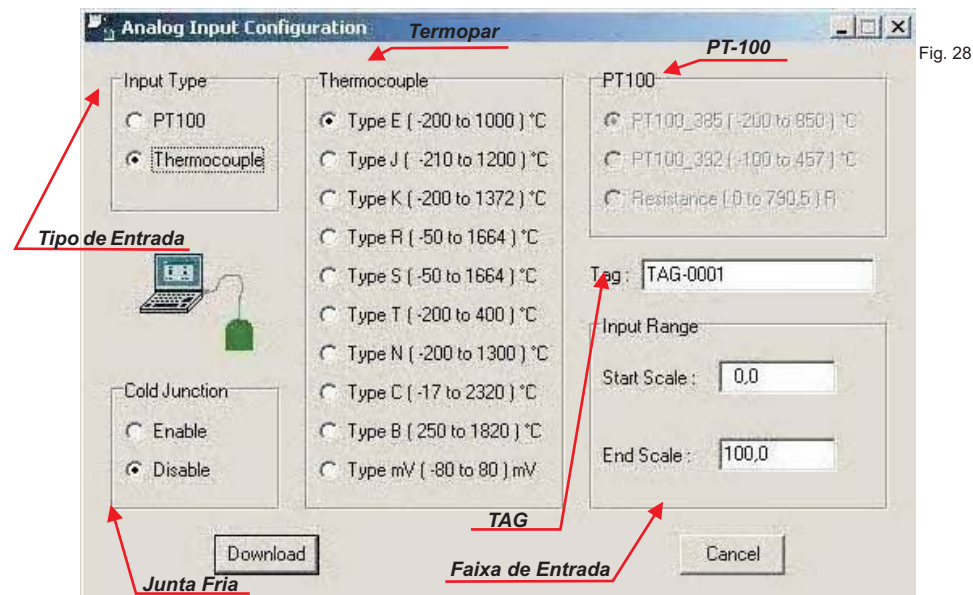


Fig. 28

Na tela inicial entre no menu **configure** e em seguida selecione **input** então abrirá a tela acima (fig.28).

Input Type:

Neste campo o usuário seleciona o tipo de dispositivo para conexão na entrada. Este equipamento é projetado para a conexão de RTD (PT100) e termopar.

Thermocouple:

Neste campo o usuário selecionando o tipo de termopar. Podendo optar por converter com tensão (mV).

PT100:

Seleciona o tipo de termoresistência segundo a norma IEC 385 ou 382; ou ainda pode-se aplicar resistências variáveis ou potenciômetro.

Could Junction:

Neste campo o usuário habilita (**Enable**) ou desabilita (**Disable**) a junta fria.

TAG:

Neste campo pode-se inserir com uma identificação individual para este equipamento. Campo alfanumérico para até 17 caracteres.

Input Range:

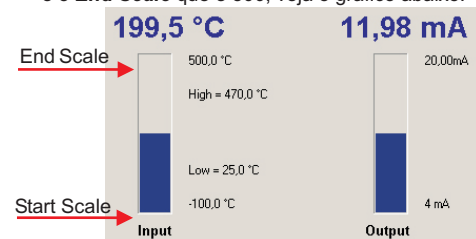
O usuário define a faixa de trabalho na entrada. O campo **Start Scale** define o começo da faixa de trabalho. O campo **End Scale** define o final da faixa de trabalho.

Nota: O sinal de saída varia conforme o range selecionado pelo usuário.

Exemplo de Input Range:

iremos simular um processo industrial que usa um termopar tipo K com uma faixa de trabalho de -100 a 500°C.

- No campo **Input Type** selecione o elemento sensor que em nosso caso é o **Thermocouple** (termopar),
- No campo **Thermocouple** selecione o tipo do termopar que em nosso caso é o tipo K,
- Agora no quadro **Input Range** entre com os valores de **Start Scale** que em nosso caso é -100 e o **End Scale** que é 500, veja o gráfico abaixo:



Botão Download:

Após serem feitas todas as configurações da entrada analógica aperte a tecla **download**, que após ser concluído automaticamente abrirá a tela de configuração de alarme.

Configuração de Alarme:

Através do software de calibração do KD-50TA o usuário pode configurar o alarme conforme descreveremos a seguir.

Para configurar o alarme, no menu principal entre em **Configure** e em seguida entre na opção **Alarm**, já na tela de configuração de alarme o usuário pode selecionar várias opções para o alarme de saída:

No quadro **Alarm Mode** (fig.29) temos 3 opções para seleção:

Tela de Configuração do Alarme de Saída:

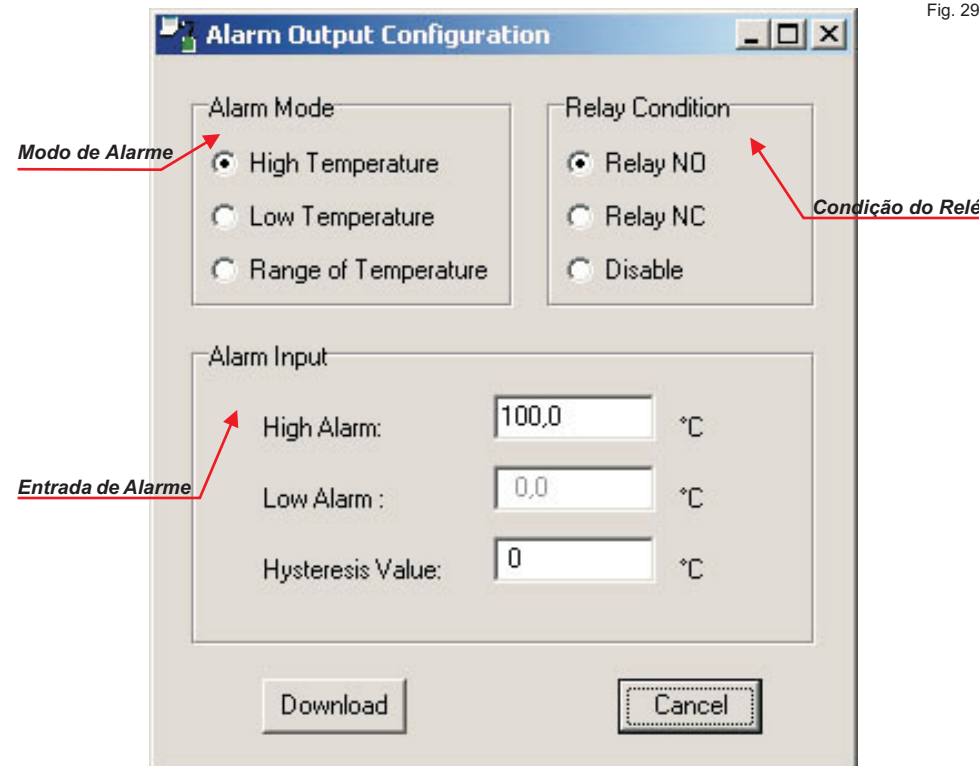


Fig. 29

Range of Temperature:

o usuário seleciona uma janela de operação onde o instrumento irá considerar como situação normal, caso estes valores sejam ultrapassados o circuito de alarme será acionado.

Exemplo de Range of Temperatura:

iremos simular um processo industrial que usa um range de 0 a 1000°C, usando um janela de alarme de 50 a 950°C e com a condição do relé energizado quando o alarme for atuado.

- No campo **Alarm Mode** selecione o modo de alarme, que em nosso caso é **Range of Temperature**,
- Agora nos campo **High Alarm** e **Low Alarm** digite os valores de alarme, que em nosso caso é de 50 a 950°C, veja o gráfico ao lado (fig. 30)

Importante: o alarme não pode ser <10% do range total sendo 5% para alarme baixo e 5% para alarme alto.

- No campo **Relay Condition** selecione a condição de relé de alarme que em nosso caso é **Relay NO**, assim o relé de alarme irá energizar quando o alarme for atuado.

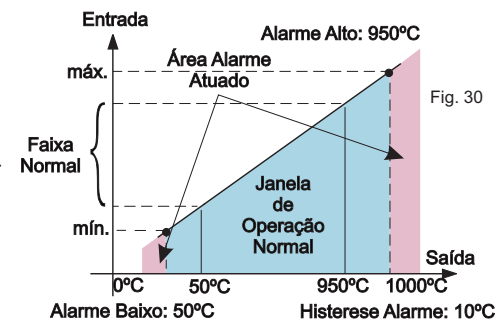


Fig. 30

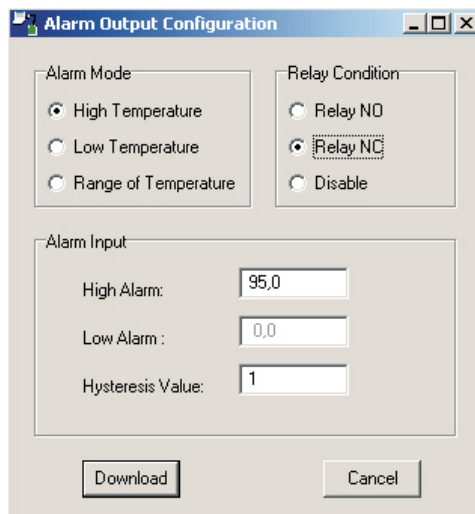
High Temperature:

No modo temperatura alta o usuário fixa um valor acima da sua faixa máxima de operação do processo para alarme alto com uma histerese de $\geq 1\%$.

Exemplo de High Temperature:

Iremos simular um processo industrial que usa um range de 0 a 100°C, sendo que o alarme irá atuar quando a temperatura do processo for $\geq 95^\circ\text{C}$ e como a condição do relé desenergizado quando o alarme for atuado.

- No campo **Alarm Mode** selecione o modo de alarme, que em nosso caso é **High Temperature**,
- Agora no campo **High Alarm** digite o valor de alarme, que em nosso caso é 95°C,
- Agora no campo **Relay Condition** selecione a condição de relé de alarme que em nosso caso é **Relay NC**, assim o relé de alarme irá desenergizar quando o alarme for atuado.
- Veja a tela abaixo com as configurações já feitas:



Importante: o alarme alto não pode ser $>95^\circ\text{C}$ que seria os 5% do range total.

Low Temperature:

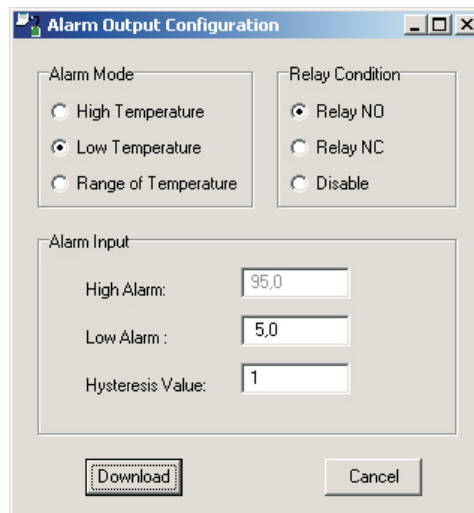
No modo temperatura baixa o usuário fixa um valor abaixo da sua faixa mínima de operação do processo para alarme baixo com uma histerese de $\geq 1\%$.

Exemplo de Low Temperature:

Iremos simular um processo industrial que usa um range de 0 a 100°C, sendo que o alarme irá atuar quando a temperatura do processo for $\leq 5^\circ\text{C}$ e como a condição do relé energizado quando o alarme for atuado.

- No campo **Alarm Mode** selecione o modo de alarme, que em nosso caso é **Low Temperature**,
- Agora no campo **Low Alarm** digite o valor de alarme, que em nosso caso é 5°C,

- Agora no campo **Relay Condition** selecione a condição de relé de alarme que em nosso caso é **Relay NC**, assim o relé de alarme irá desenergizar quando o alarme for atuado.
- Veja a tela abaixo com as configurações já feitas:



Importante: o alarme baixo não pode ser $< 5^\circ\text{C}$ que seria os 5% do range total.

No próximo quadro **Alarm Input** (fig.29) temos três campos onde usuário irá definir os limites de alarme:

Low Alarm:

O usuário define o valor de alarme baixo.

High Alarm:

O usuário define o valor de alarme alto.

Hysteresis Value:

O usuário define um valor seguro dentro do range para a atuação do alarme. Este valor não poder ser $< 1\%$ do range.

Nota: As unidades destes campos acima são selecionados pelo usuário em **Configure**, **Input** que explicamos no item anterior.

No último quadro **Relay Condition** (fig.29) iremos definir a condição de atuação do contato de alarme.

Relay NO:

O usuário define que o contato será normalmente aberto.

Relay NC:

O usuário define que o contato será normalmente fechado.

Disable:

O usuário desabilita a função alarme do equipamento.

Botão Download:

Para que todas as configurações de alarme sejam aceitas click no botão **download**.

Configuração de Saída Analógica:

Na tela de configuração da saída analógica iremos definir a faixa de trabalho na saída, a condição de saída seja ela normal ou reversa e um valor seguro da saída para quando o alarme for acionado.

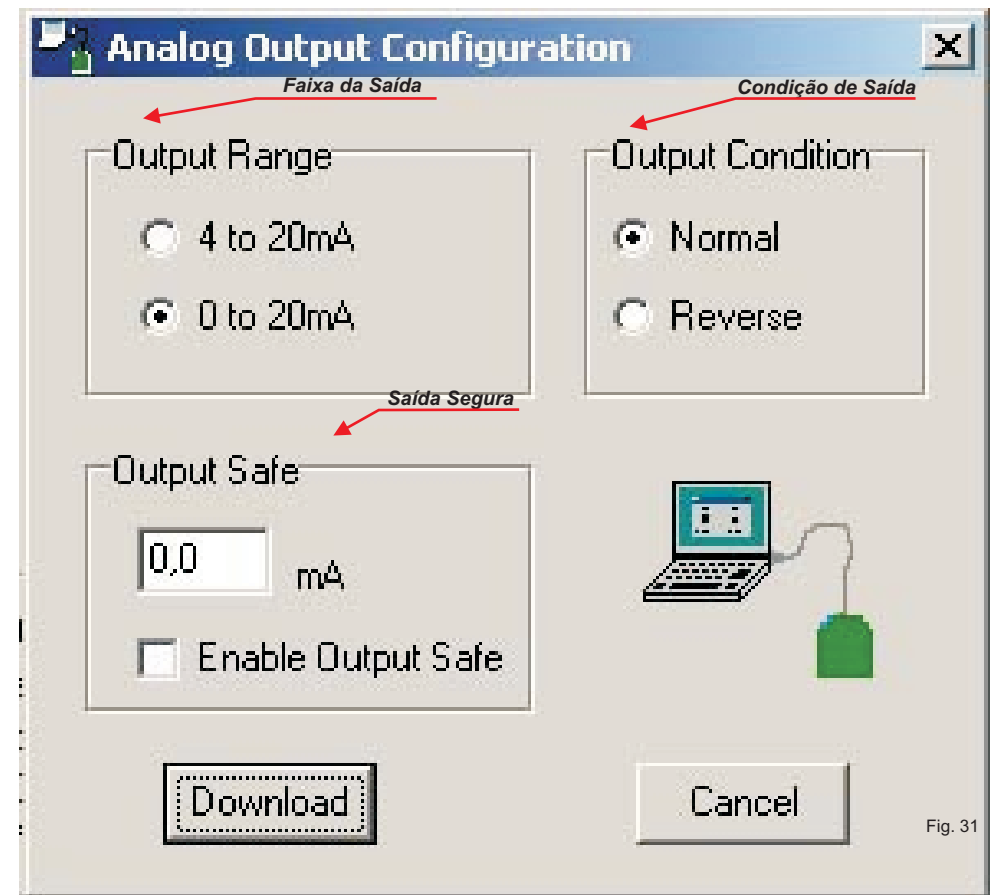
Tela de Configuração da Saída Analógica:

Fig. 31

Na tela inicial entre em **Configure** e em seguida **Output** abrirá a tela acima (fig.31).

Output Range:

Neste campo o usuário seleciona a saída de 0 a 20mA ou 4 a 20mA

Output Condition:

Neste campo o usuário define se a saída será normal ou reversa (ex.: modo normal 4 a 20mA, modo reverso 20 a 4mA).

Output Safe:

Neste campo o usuário define o nível de saída segura. Sempre que o alarme atuar, automaticamente o nível de saída entra em condição segura. Esta opção é habilitada pelo usuário no campo **Enable Output Safe**.

Exemplo de Configuração de Saída Analógica:

Em nosso exemplo vamos configurar a saída analógica para varia de 4 a 20mA em condição normal e com uma condição segura de 12mA.

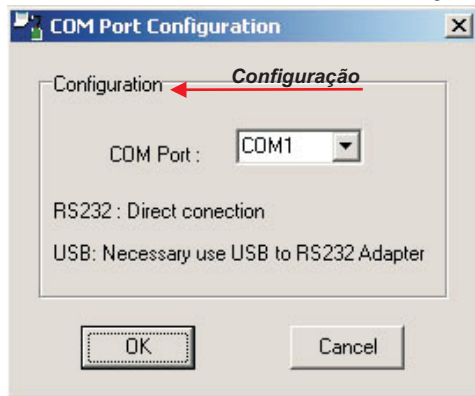
- No campo **Output Range** selecione a opção **4 to 20mA**,
- Agora no campo **Output Condition** selecione a opção **Normal**,
- Agora no campo **Output Safe** habilite a opção **Enable Output Safe** e digite o valor de condição segura que em nosso exemplo é de 12mA.
- Após serem feitas todas as configurações acima aperte o botão **Download**.

Configuração da Porta de Comunicação:

Neste campo o usuário define qual porta de comunicação do seu PC ele irá usar.

Na tela inicial entre em **Configure** e em seguida **Set Port** abrirá a tela abaixo (fig.32).

Fig. 32

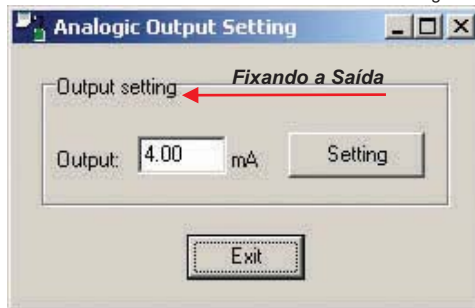


No quadro **Configuration** (fig.32) o usuário irá definir a sua porta de comunicação podendo escolher uma das portas a seguir: COM1, COM2, COM3 ou COM4.

Configuração de Saída Analógica Forçada:

Nesta tela o usuário força um valor para a saída entre 0 a 20mA. Na tela inicial entre em **Configure** e em seguida **Set Output** abrirá a tela abaixo (fig.33).

Fig. 33



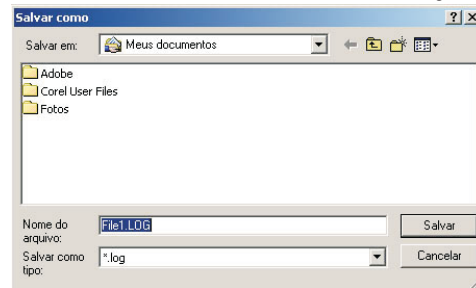
No quadro **Output setting** (fig.33) o usuário irá definir o valor entre 0 a 20mA e em seguida irá apertar o botão **Setting** para aceitar o valor.

Nota: Esta configuração é totalmente desvinculada do termoelemento de entrada e usada só para testes.

Salvando Configuração:

Nesta opção o usuário pode salvar em um arquivo todas as configurações feitas anteriormente.

Fig. 34



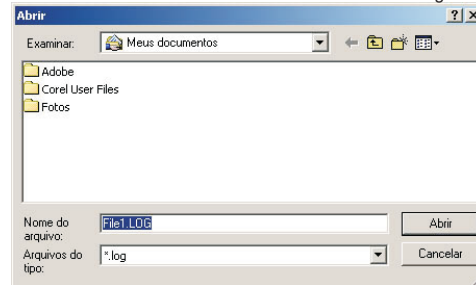
Na tela inicial entre em **Configure** e em seguida **Save File**, abrirá a tela acima (fig.34).

O usuário irá selecionar a pasta onde a configuração será salva e o nome do arquivo que o usuário irá dar para a configuração, para que ela seja usada futuramente.

Abrindo Configuração Salva:

Nesta opção o usuário poderá abrir uma configuração já salva, assim economizando tempo em ter que fazer todas as configurações.

Fig. 35



Na tela inicial entre em **Configure** e em seguida **Open File**, abrirá a tela acima (fig.35).

O usuário irá selecionar a pasta onde a configuração foi salva anteriormente.

SISTEMA DE CONTROLE (PID):**Controlador:**

O conversor possui incorporado um bloco com controlador PID, que tem a finalidade de gerar uma saída de controle para manter a temperatura em um valor pré-determinado (setpoint). O valor da saída é calculado pela seguinte fórmula:

$$O = P(t) + I(t) + D(t)$$

O= Saída do Controlador

P= Ação Proporcional

I= Ação Integral

D= Ação Derivativa

Controle Proporcional:

O controle proporcional mantém uma relação linear entre o valor de temperatura controlada e a posição do elemento final de controle acionado pela saída 4-20 mA do controlador.

O elemento final de controle se move para uma posição definida, para cada valor de temperatura controlada, sendo que a amplitude de correção é proporcional a amplitude do desvio.

A ação proporcional sozinha não consegue estabilizar a temperatura controlada, pois se uma perturbação ocorrer o controlador irá gerar um desvio permanente (offset), que é proporcional a banda de ação do controlador, que pode ser reduzida mas acarreta oscilação ao sistema.

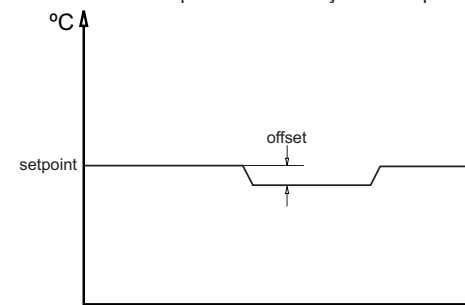
$$P = K_p \cdot e$$

P= Ação Proporcional do Controlador

K_p= Constante de Proporcionalidade

e= Desvio da Temperatura em relação ao Setpoint

Tab. 48

**Controle Integral:**

Tem como função gerar uma correção proporcional a integral do desvio, o que equivale dizer que a velocidade de conexão é proporcional a amplitude do desvio.

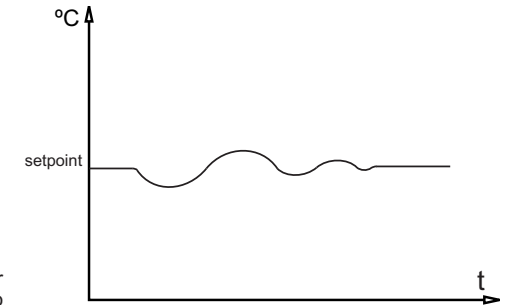
Enquanto existir desvio, a saída do controlador irá aumentar ou diminuir, só usando a variação da saída quando o desvio desaparecer.

$$I = \pm \frac{1}{T_i} \int e dt$$

I= Ação Integral do Controlador

T_i= Tempo Integral

e= Desvio da Temperatura em relação ao Setpoint

**Controle Derivativo:**

A ação derivativa introduz uma conexão proporcional a derivada do desvio, ou seja: pode-se dizer também que a amplitude de correção é proporcional a velocidade do desvio.

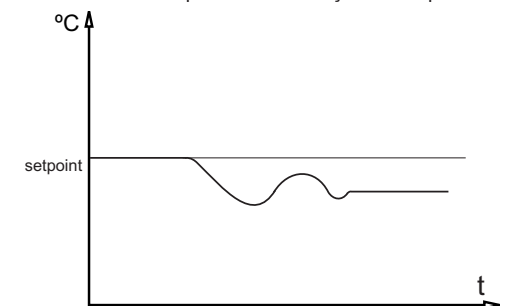
A ação derivativa só exerce qualquer ação quando a variável está oscilando, aproximando-se ou afastando-se do ponto desejado.

$$D = \pm T_d \cdot \frac{de}{dt}$$

D= Ação Derivativa

T_d= Tempo Derivativo

e= Desvio da Temperatura em relação ao Setpoint

**Controle Proporcional Integral Derivativo (PID):**

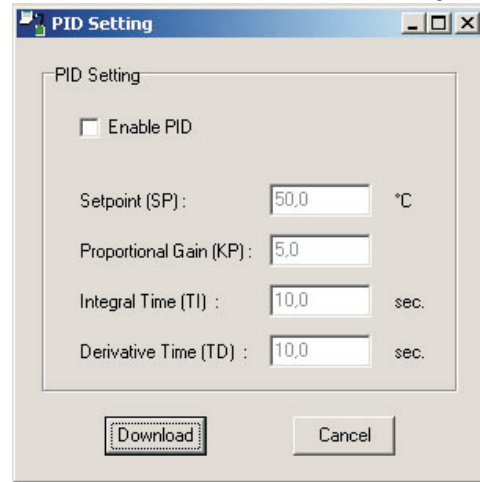
Combina-se neste controlador as vantagens de cada uma das ações:

- A ação proporcional, que causa a conexão proporcional ao desvio com um tempo de estabilização curto.
- A ação integral, que elimina o offset.
- E a ação derivativa, que reduz o tempo de estabilização, reduzindo também o desvio máximo.

Configuração PID:

Nesta opção o usuário define se vai habilitar ou não a função Proporcional Integral Derivativa (PID), quando habilitada o usuário irá definir os valores de Set point, Ganho Proporcional, Tempo Integral e o Tempo Derivativo.

Fig. 36



Na tela inicial entre em **Configure** e em seguida **PID**, abrirá a tela acima (fig.36).

Enable PID:

Neste campo o usuário habilita a função PID.

Set Point:

Neste campo o usuário define o valor desejado para a variável do processo.

Proportional Gain:

Neste campo o usuário define o valor do ganho para a ação proporcional.

Integral Time:

Neste campo o usuário define o tempo da ação integral.

Derivative Time:

Neste campo o usuário define o tempo da ação derivativa.

Após serem definidos todos o valores aperte o botão **Download** (fig.36) para serem aceitas as configurações feitas acima.

Compatibilidade Ex:

Devem ser analisados os certificados de conformidade Ex dos produtos para se determinar a segurança da interconexão dos instrumentos, vide o capítulo seguinte, "Segurança Intrínseca" para maiores detalhes.

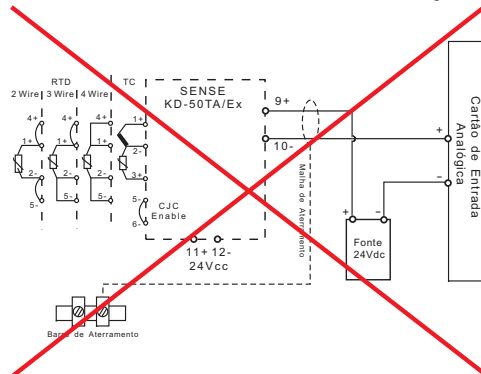
Circuito de Saída:

O circuito de saída converte precisamente a variação de tensão ou resistência enviado pelo termoelemento para um sinal de corrente, além de isolá-lo galvanicamente.

Esquema de Ligação Incorreto:

O controlador lógico programável (CLP), que vai receber o sinal de saída (4-20mA) do conversor NÃO pode alimentar o loop.

Fig. 37

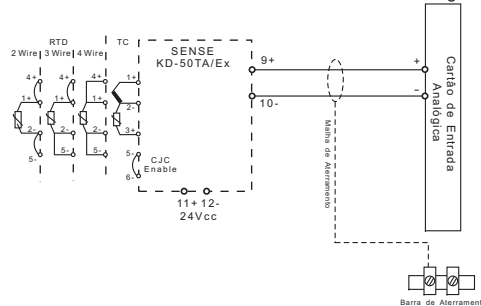
**Esquema de Ligação correto:**

Como o conversor é galvanicamente isolado entre: entrada, alimentação e saída.

O próprio conversor gera a tensão 24Vcc para alimentar o estágio de saída que gera o sinal de 0-20mA ou 4-20mA.

Portanto o controlador (PLC) não deve possuir entrada alimentada mas a entrada do controlador deve ser passiva, ou seja deve "ler" o sinal de corrente gerado externamente.

Fig. 38



Caso não seja conhecido se a entrada do PLC ou controlador alimenta o loop, confira conectando um voltímetro na entrada que não pode indicar nenhuma tensão.

Exemplo de Programação:

Para testar o funcionamento correto do instrumento vamos programar a unidade para saída em corrente de 4 a 20mA, no range de -200 a 1200°C usando o termopar tipo J, na condição de alarme vamos usar -130°C para alarme baixo e 1130°C para alarme alto e com o alarme acionado a saída deve permanecer em 16mA e o rele de alarme energizado.

Teste de Funcionamento:

- Conecte o simulador de termopar nos bornes 1(+) e 2(+).
- Agora alimente o conversor nos bornes 11(+) e 12(-) com 24Vcc, observe que o led verde (on) ascende.
- Conecte o cabo de comunicação na porta de comunicação do seu PC e a outra extremidade no plug de configuração do instrumento.
- Conecte um miliamperímetro nos bornes 9(+) e 10(-).
- Agora abra o software de configuração do KD-50.
- Para configurar a porta de comunicação no menu principal entre em **Configure** em seguida **Set Port**, abrirá a tela abaixo (fig.39):

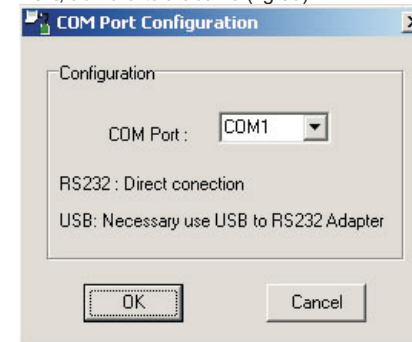


Fig. 39

- Na tela de configuração da porta de comunicação o usuário irá definir a porta que irá usar, em seguida aperte o botão **OK** (fig.39), observe que o led verde (com.) irá ficar piscando.
- Para configurar a entrada no menu principal entre em **Configure** em seguida **Input**, abrirá a tela abaixo (fig.40):

Fig. 40



- No campo **Input Type** o usuário irá selecionar a opção **Thermocouple**, nesta opção o usuário está escolhendo o tipo de termoelemento que, em nosso caso é o termopar.
- No campo **Cold Junction** o usuário irá selecionar a opção **Enable**, nesta opção o usuário habilita a junta fria assim compensando o valor da temperatura ambiente.
- No campo **Thermocouple** o usuário irá escolher a opção **Type J**, nesta opção o usuário está definindo o tipo do termopar que no nosso caso é o tipo J.
- No campo **Input Range** o usuário irá definir o início (**Start Scale**) e o fim (**End Scale**) da escala que em nosso caso será de -200 a 1200°C.
- No campo **Tag** o usuário irá definir uma identificação para está calibração.
- Após de serem feitas todas as configurações acima aperte o botão **Download**.
- Após de ser feito o download da configuração de entrada a tela de configuração de alarme abrirá automaticamente, se a tela de configuração de alarme não abrir, no menu principal entre em **Configure** em seguida **Alarm**, abrirá a tela abaixo (fig.41):

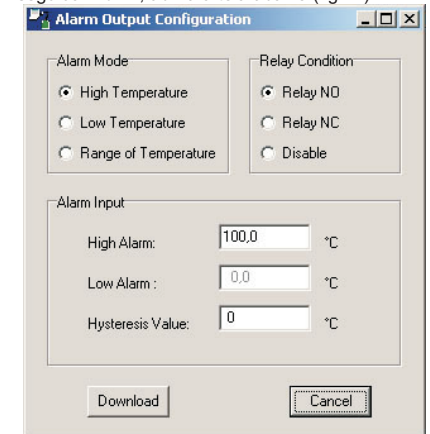


Fig. 41

- Já na tela de configuração de Alarme, no campo **Alarm Mode** o usuário irá escolher a opção **Range of Temperature**, nesta opção o usuário está dando a possibilidade de selecionar os valores de alarme alto e alarme baixo.
- No campo **Alarm Input** o usuário irá digitar 1130 em **High Alarm** e -130 em **Low Alarm**, nestes campos o usuário definiu os valores de alarme alto e alarme baixo.
- No campo **Relay Condition** o usuário irá selecionar a opção **Relay NO**, nesta opção nós selecionamos o rele energizado quando o alarme for acionado.
- No campo **Hysteresis Value** o usuário irá digitar 14, nesta opção o usuário está definindo o valor de histerese que deve ser maior que 1% do range.
- Após serem feitas todas as configurações acima aperte o botão **Download**.

- Agora vamos configurar a saída analógica, no menu principal entre em **Configure** em seguida **Output**, abrirá a tela abaixo (fig.42):

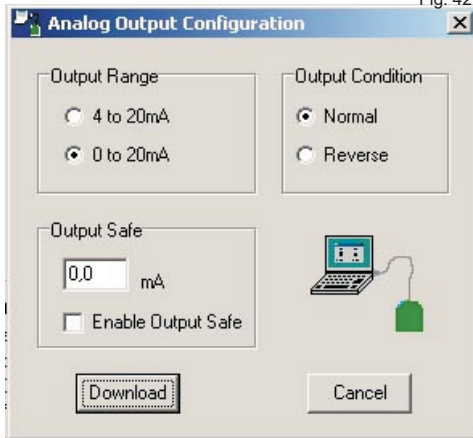
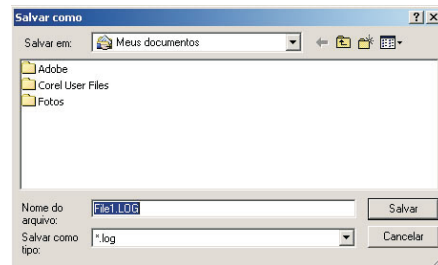


Fig. 42

- Para salvar todas as configurações acima feitas em um arquivo, no menu principal entre em **configure** em seguida **Save File**, abrirá a tela abaixo (fig.44):

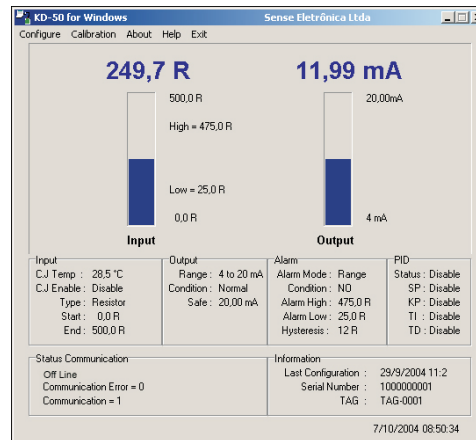
Fig. 44



- Na tela acima o usuário irá definir o nome do arquivo e o diretório onde será salvo e aperte o botão **Salvar**.

Agora na tela principal o usuário poderá visualizar todos os dados inseridos na sua configuração, conforme a tela abaixo (fig.45):

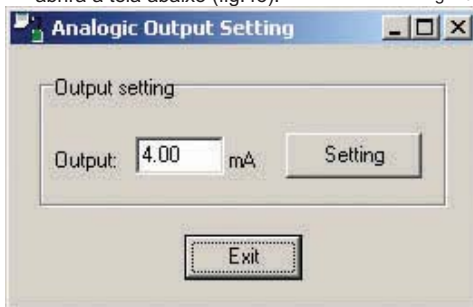
Fig. 45



Nota: para configurar a saída para 0 a 5 Vcc ou 1 a 5 Vcc coloque em paralelo um resistor de 250 ohms nos bornes 9(+) e 10(-), para 0 a 5 Vcc configure a saída em 0 a 20mA e para 1 a 5 Vcc configure a saída em 4 a 20mA.

- Para forçar um valor na saída no menu principal entre em **Configure** em seguida **Set Output**, abrirá a tela abaixo (fig.43):

Fig. 43



- No campo **Output Setting** o usuário irá digitar o valor requerido e apertar o botão **Setting**, observe que a saída irá permanecer no valor desejado até que o usuário aperte o botão **Exit**.

Malha de Aterramento:

Um dos pontos mais importantes para o bom funcionamento do conversor é a blindagem dos cabos, que tem como função básica impedir que cabos de força possam gerar ruídos elétricos reduzidos que interfiram nos sinais.

Nota: Aconselhamos que o da comunicação seja conduzido separadamente dos cabos de potência, e não utilizem o mesmo bandejamento ou eletroduto.

Fig. 46



Para que a blindagem possa cumprir sua missão é de extrema importância que seja aterrado somente em uma única extremidade.

Blindagem dos Instrumentos no Painel:

A blindagem dos cabos que chegam do instrumento de campo ao painel, não devem ser ligados aos módulos. O painel deve possuir uma barra de aterramento com bornes suficientes para receber todas as blindagens individuais dos cabos dos instrumentos de campo. Esta barra deve também possuir um borne de aterramento da instrumentação através de um cabo com bitola adequada.

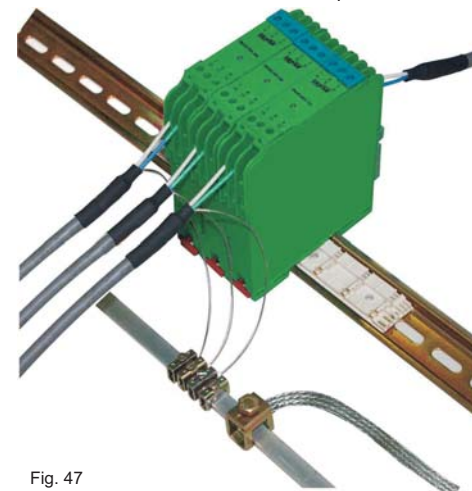


Fig. 47

Segurança Intrínseca:

Conceitos Básicos:

A segurança Intrínseca é um dos tipos de proteção para instalação de equipamentos elétricos em atmosferas potencialmente explosivas encontradas nas indústrias químicas e petroquímicas.

Não sendo melhor e nem pior que os outros tipos de proteção, a segurança intrínseca é simplesmente mais adequada à instalação, devido a sua filosofia de concepção.

Princípios:

O princípio básico da segurança intrínseca apoia-se na manipulação e armazenagem de baixa energia, de forma que o circuito instalado na área classificada nunca possua energia suficiente (manipulada, armazenada ou convertida em calor) capaz de provocar a detonação da atmosfera potencialmente explosiva.

Em outros tipos de proteção, os princípios baseiam-se em evitar que a atmosfera explosiva entre em contato com a fonte de ignição dos equipamentos elétricos, o que se diferencia da segurança intrínseca, onde os equipamentos são projetados para atmosfera explosiva.

Visando aumentar a segurança, onde os equipamentos são projetados prevendo-se falhas (como conexões de tensões acima dos valores nominais) sem colocar em risco a instalação, que aliás trata-se de instalação elétrica comum sem a necessidade de utilizar cabos especiais ou eletrodutos metálicos com suas unidades seladoras.

Concepção:

A execução física de uma instalação intrinsecamente segura necessita de dois equipamentos:

Equipamento Intrinsecamente Seguro:

É o instrumento de campo (ex.: sensores de proximidade, transmissores de corrente, etc.) onde principalmente são controlados os elementos armazenadores de energia elétrica e efeito térmico.

Equipamento Intrínsc. Seguro Associado:

É instalado fora da área classificada e tem como função básica limitar a energia elétrica no circuito de campo, exemplo: repetidores digitais e analógicos, drivers analógicos e digitais como este.

Confiabilidade:

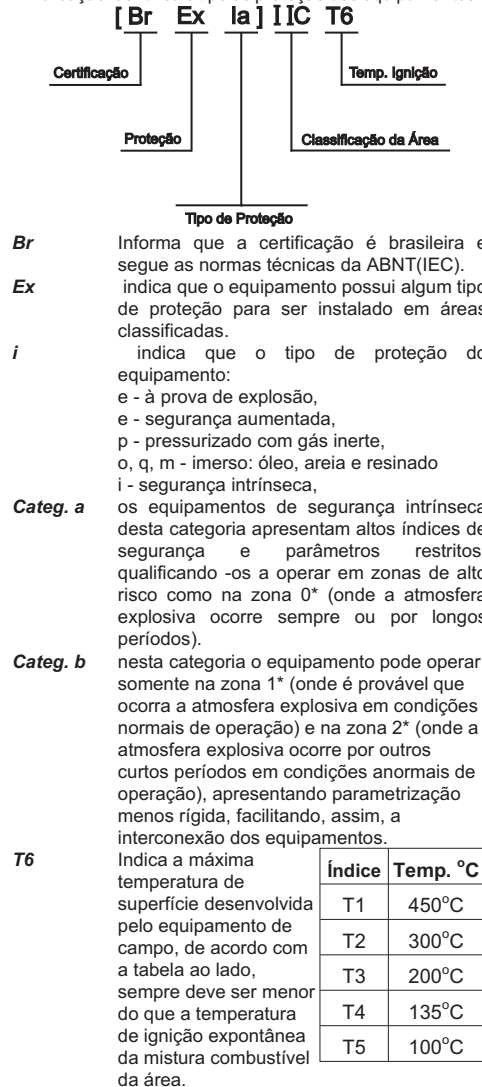
Como as instalações elétricas em atmosferas potencialmente explosivas provocam riscos de vida humanas e patrimônios, todos os tipos de proteção estão sujeitos a serem projetados, construídos e utilizados conforme determinações das normas técnicas e atendendo as legislações de cada país.

Os produtos para atmosferas potencialmente explosivas devem ser avaliados por laboratórios independentes que resultem na certificação do produto.

O órgão responsável pela certificação no Brasil é o Inmetro, que delegou sua emissão aos Escritórios de Certificação de Produtos (OCP), e credenciou o laboratório Cepel/Labex, que possui estrutura para ensaiar e aprovar equipamentos conforme as exigências das normas técnicas.

Marcação:

A marcação identifica o tipo de proteção dos equipamentos:

**Marcação:**

Tab. 49

Modelo	KD-50TA/Ex - 24Vcc		
Marcação	[Br Ex ib]		
Grupos	IIC	IIB	IIA
Lo			
Co			
Um= Uo= Io= Po=			
Certificado de Conformidade pelo Cepel UNIAP-EX-			

Certificação:

O processo de certificação é coordenado pelo Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia e Normalização Industrial) que utiliza a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), para a elaboração das normas técnicas para os diversos tipos de proteção.

O processo de certificação é conduzido pelas OCPs (Organismos de Certificação de Produtos credenciado pelo Inmetro), que utilizam laboratórios aprovados para ensaios de tipo nos produtos e emitem o Certificado de Conformidade.

Para a segurança intrínseca o único laboratório credenciado até o momento, é o Labex no centro de laboratórios do Cepel no Rio de Janeiro, onde existem instalações e técnicos especializados para executar os diversos procedimentos solicitados pelas normas, até mesmo a realizar explosões controladas com gases representativos de cada família.

Certificado de Conformidade

A figura abaixo ilustra um certificado de conformidade emitido pelo OCP Cepel, após os teste e ensaios realizados no laboratório Cepel / Labex:



Fig. 50

Conceito de Entidade:

O conceito de entidade é quem permite a conexão de equipamentos intrinsecamente seguros com seus respectivos equipamentos associados.

A tensão (ou corrente ou potência) que o equipamento intrinsecamente seguro pode receber e manter-se ainda intrinsecamente seguro deve ser maior ou igual a tensão (ou corrente ou potência) máxima fornecido pelo equipamento associado.

Adicionalmente, a máxima capacitância (e indutância) do equipamento intrinsecamente seguro, incluindo-se os parâmetros dos cabos de conexão, deve ser maior o ou igual a máxima capacitância (e indutância) que pode ser conectada com segurança ao equipamento associado.

Se estes critérios forem empregados, então a conexão pode ser implantada com total segurança, independentemente do modelo e do fabricante dos equipamentos.

Parâmetros de Entidade:

$$U_o \leq U_i$$

$$I_o \leq I_i$$

$$P_o \leq P_i$$

$$L_o \geq L_i + L_c$$

$$C_o \geq C_i + C_c$$

Aplicação da Entidade

Ui, Ii, Pi: máxima tensão, corrente e potência suportada pelo instrumento de campo.

Lo, Co: máxima indutância e capacitância possível de se conectar a barreira.

Li, Ci: máxima indutância e capacitância interna do instrumento de campo.

Lc, Cc: valores de indutância e capacitância do cabo para o comprimento utilizado.

Para exemplificar o conceito da entidade, vamos supor o exemplo da figura abaixo, onde temos um sensor Exi conectado a um repetidor digital com entrada Exi.

Os dados paramétricos dos equipamentos foram retirados dos respectivos certificados de conformidade do Inmetro / Cepel, e para o cabo o fabricante informou a capacitância e indutância por unidade de comprimento.

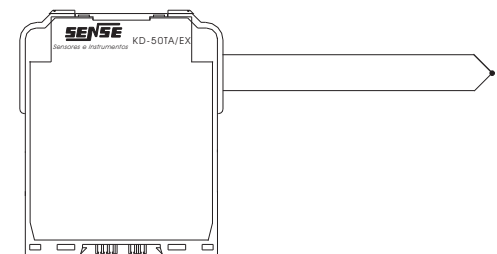


Fig. 51

$$U_o < U_i \quad U_o = 28V < U_i = 47V$$

$$I_o < I_i \quad I_o = 86mA < I_i = 110mA$$

$$P_o < P_i \quad P_o = 861mW < P_i = 0,6W$$

$$C_o > C_i + C_c \quad C_o = 130nF > C_c = 10 = 10nF$$

$$L_o > L_i + L_c \quad L_o = 5mH > L_c = 5 + 0,1 = 5,1\mu H$$

Como todas inequações foram satisfeitas, concluímos que é perfeitamente segura a interconexão dos instrumentos.

Cablagem de Equipamentos SI:

A norma de instalação recomenda a separação dos circuitos de segurança intrínseca (SI) dos outros (NSI) evitando que curto-circuito acidental dos cabos não elimine a barreira limitadora do circuito, colocando em risco a instalação

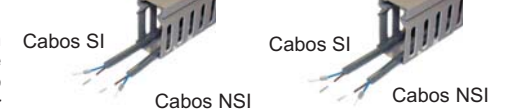
Requisitos de Construção:

- A rigidez dielétrica deve ser maior que 500Uef.
- O condutor deve possuir isolante de espessura: $\geq 0,2mm$.
- Caso tenha blindagem, esta deve cobrir 60% superfície.
- Recomenda-se a utilização da cor azul para identificação dos circuitos em fios, cabos, bornes, canaletas e caixas.

Recomendação de Instalação:**Canaletas Separadas:**

Os cabos SI podem ser separados dos cabos NSI, através de canaletas separadas, indicado para fiações internas de gabinetes e armários de barreiras.

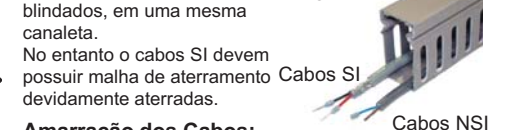
Fig. 52

**Cabos Blindados:**

Pode-se utilizar cabos blindados, em uma mesma canaleta.

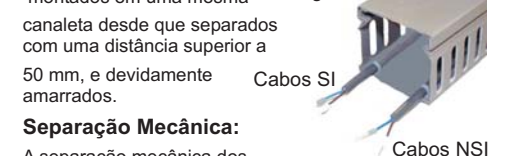
No entanto o cabos SI devem possuir malha de aterramento devidamente aterradas.

Fig. 53

**Amarração dos Cabos:**

Os cabos SI e NSI podem ser montados em uma mesma canaleta desde que separados com uma distância superior a 50 mm, e devidamente amarrados.

Fig. 54

**Separação Mecânica:**

A separação mecânica dos cabos SI dos NSI é uma forma simples e eficaz para a separação dos circuitos.

Quando utiliza-se canaletas metálicas deve-se aterrar junto as estruturas metálicas.

Fig. 55

Multicabos:

Cabo multivias com vários circuitos SI não deve ser usado em zona 0 sem estudo de falhas.

Nota: pode-se utilizar o multicabo sem restrições se os pares SI possuírem malha de aterramento individual.



Fig. 56

Caixas e Painéis:

A separação dos circuitos SI e NSI também podem ser efetivadas por placas de separação metálicas ou não, ou por uma distância maior que 50mm, conforme ilustram as figuras:

Fig. 57

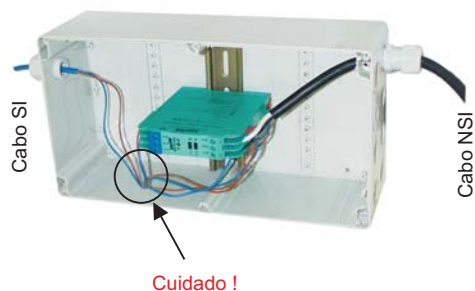


Fig. 58

**Cuidados na Montagem:**

Além de um projeto apropriado cuidados adicionais devem ser observados nos painéis intrinsecamente seguros, pois como ilustra a figura abaixo, que por falta de amarração nos cabos, podem ocorrer curto circuito nos cabos SI e NSI.

Fig. 59

**Dimensões Mecânicas:**