

# MCS375

## Multicalibrador de Processo Portátil



Acesse a página do equipamento  
no site da Sensycal!

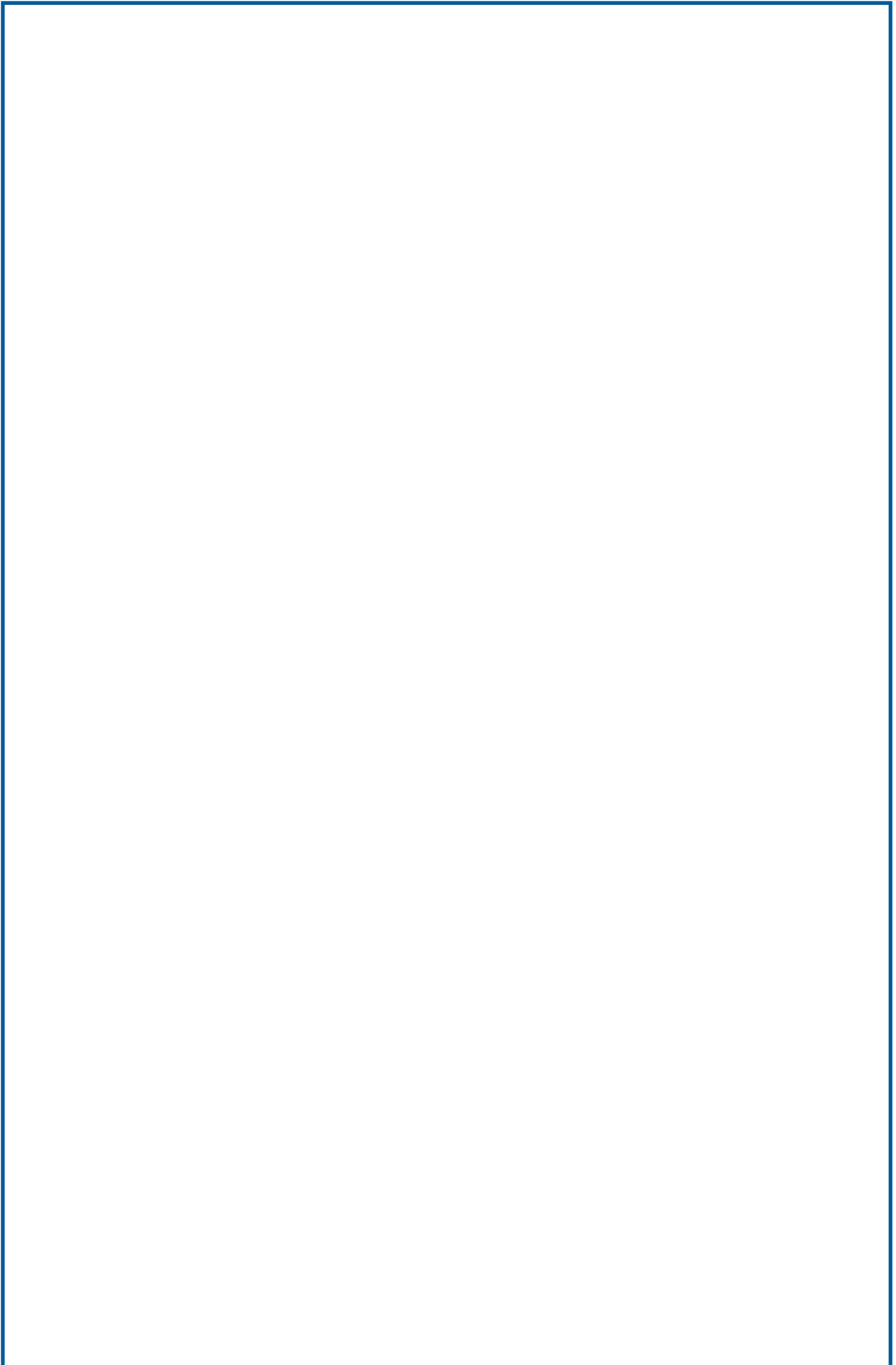
## Manual de Usuário

MAN-DE-0061 PT-BR REV. 07

© Sensycal Instrumentos e Sistemas Ltda.

- PÁGINA EM BRANCO -

# Anotações



# Sumário

<b>Introdução</b>	<b>2</b>	Geração de Milivolts	51
Objetivo	2	Simulação de Termopares	53
Sobre o MCS375	2	Geração de Resistência	56
Convenções tipográficas	2	Simulação de Termorresistências	58
Símbolos	3	Modo de Saída Automática	61
Documentos relacionados	3	Modo de Saída Pré-Definida	66
Contato	3	Modo de Conversão de Sinal	68
<b>Segurança</b>	<b>4</b>	Registrador	70
<b>Operação</b>	<b>5</b>	Comunicação Modbus RTU	78
Dimensões	5	Ligação Elétrica Modbus	78
Interface do Equipamento	6	Mestre Modbus	81
Inicialização	7	Escravo Modbus	89
Tela de Medição e Geração	8	Comunicação HART (MCS375H)	92
Barra de Estado	8	Ligação Elétrica HART	92
Variável Gerada	8	Utilizando o Configurador HART	94
Variável Medida	11	Menu de Configurações	105
Gráfico	12	<b>Especificações</b>	<b>107</b>
Modos de Exibição	12	Especificações Gerais	107
<b>Medição e Geração</b>	<b>14</b>	Performance	108
Medição de Tensão	14		
Medição de Corrente	16		
Medição de Frequência e Pulsos	20		
Medição de Milivolts	24		
Medição de Termopares	26		
Medição de Resistência	29		
Medição de Termorresistências (Pt100, Cu50)	32		
Geração de Tensão	18		
Geração de Corrente	35		
Simulação de Corrente/Transmissor (XMT)	38		
Geração de Frequência	44		

# Introdução

As informações contidas neste documento se aplicam aos multicalibradores de processo MCS375. Todos os componentes e processos envolvidos na fabricação de nossos produtos são submetidos a rigorosos critérios de qualidade, em conformidade com nossa certificação ISO 9001:2015.

## Objetivo

O objetivo desse documento é apresentar as funcionalidades dos multicalibradores de processo MCS375 e também explicar como acessar e utilizar essas funcionalidades corretamente.

Qualquer pessoa que deseje utilizar um multicalibrador MCS375 deve primeiramente ler e entender as informações contidas nesse documento, especialmente as informações de segurança (veja a seção "Segurança").

## Sobre o MCS375

O multicalibrador de processo MCS375 da Sensycal permite a medição e geração simultânea de sinais elétricos como corrente, tensão (volts e milivolts), frequência e resistência com exatidão. Além disso, o MCS375 permite a leitura (apenas 2 fios) e simulação de termorresistências e termopares. Ele é ideal para integrar processos envolvendo o teste ou a calibração de instrumentos de medição e controle que possuam sinais de entrada ou saída em variáveis elétricas, ou a calibração e simulação de sensores de temperatura.




A operação do MCS375 é feita através de teclas em material silicone, através das quais podemos selecionar o tipo de variável medida e gerada, além de possibilitar a alteração da configuração do multicalibrador. A medição e geração de sinais elétricos é feita através de 4 bornes para conectores tipo banana de 4 mm localizados na parte superior do equipamento.

O MCS375 possui tela tipo LCD IPS colorida, na qual podemos visualizar simultaneamente os valores gerados/simulados ou medidos. Finalmente, os calibradores MCS375 possuem baterias de lítio que podem ser recarregadas via conector USB localizado na parte inferior do equipamento.

## Convenções tipográficas

As seguintes convenções tipográficas foram utilizadas na elaboração deste documento:

<p>Sequências de menus ou comandos envolvendo a interação sequencial do usuário são representados em negrito, e cada etapa da sequência é separada por uma seta.</p>	<p>Acesse <b>Configurações → Brilho</b></p>
<p>Botões ou símbolos presentes na interface de usuário são representados em negrito com nomes que os identificam entre colchetes.</p>	<p>Selecione a opção <b>[Enter]</b> para confirmar a modificação</p>

<p>Botões físicos são representados por desenhos que se assemelham o formato dos botões ou pelo nome do botão em negrito entre chaves.</p>	<p>Aperte  para acessar o menu de configuração do equipamento</p> <p>Aperte <b>{FN}</b> para acessar o menu de configuração do equipamento</p>
<p>A interação simultânea com dois ou mais botões é representada pelos desenhos que representam seus formatos unidos por sinais de soma.</p> <p>A interação também pode ser representada pelos nomes dos botões em negrito entre chaves, unidos por sinais de soma.</p>	<p>Aperte  +  por 3 segundos para restaurar as configurações de fábrica do equipamento</p> <p>Aperte <b>{IN} + {OUT}</b> por 3 segundos para restaurar as configurações de fábrica do equipamento</p>

## Símbolos

Os símbolos abaixo são utilizados ao longo desse documento para contextualizar as informações apresentadas.



Este símbolo é utilizado para indicar uma situação potencialmente perigosa que, caso não seja evitada, pode resultar em lesões sérias ou morte.



Este símbolo é utilizado para indicar informações úteis, dicas, ou conhecimentos importantes para a instalação e operação do produto.

## Documentos relacionados

- Especificações Técnicas (datasheet) do MCS375 (**DAS-DE-0140**).

## Contato

Para mais informações, entre em contato conosco:

SENSYCAL Instrumentos e Sistemas

Avenida do Estado 4567

CEP: 03105-000 - São Paulo - SP

Site: [www.sensycal.com.br](http://www.sensycal.com.br)

Tel: +55 11 3275 0094 / +55 11 3271 8715

Email: [vendas@sensycal.com.br](mailto:vendas@sensycal.com.br) / [suporte@sensycal.com.br](mailto:suporte@sensycal.com.br)



# Segurança

Antes de ligar e operar o calibrador MCS375, leia e entenda todas as informações relevantes. Isso inclui todos os protocolos de segurança do local de trabalho, normas de segurança gerais, e este documento.

Os multicalibradores de processo MCS375 devem ser utilizados apenas por profissionais qualificados. O usuário é responsável pelo correto transporte, armazenamento, instalação, operação e manutenção dos multicalibradores.

Para mais informações sobre os limites de funcionamento do MCS375, veja a seção "Especificações".

Para prevenir danos, incêndios, explosões e lesões:

- **Utilize o equipamento apenas como especificado nesse documento.**
- **Não realize alterações no equipamento fora do escopo definido por esse documento. Isso irá invalidar a garantia do produto e poderá causar danos aos usuários e ao produto.**
- **A substituição inadequada de componentes pode comprometer o funcionamento do equipamento e causar lesões ao usuário.**
- **Não utilize o equipamento se ele operar de forma incorreta.**
- **Não utilize o equipamento se ele estiver alterado ou danificado.**
- **Se o equipamento for colocado em uma situação fora de seus limites de segurança, verifique se houve algum dano ao equipamento. Se necessário, envie o equipamento para a Sensycal para análise e reparo.**
- **Evite qualquer ação que possa gerar uma carga eletrostática. Descargas eletrostáticas podem gerar explosões.**
- **Utilize sempre equipamentos de proteção individual apropriados.**

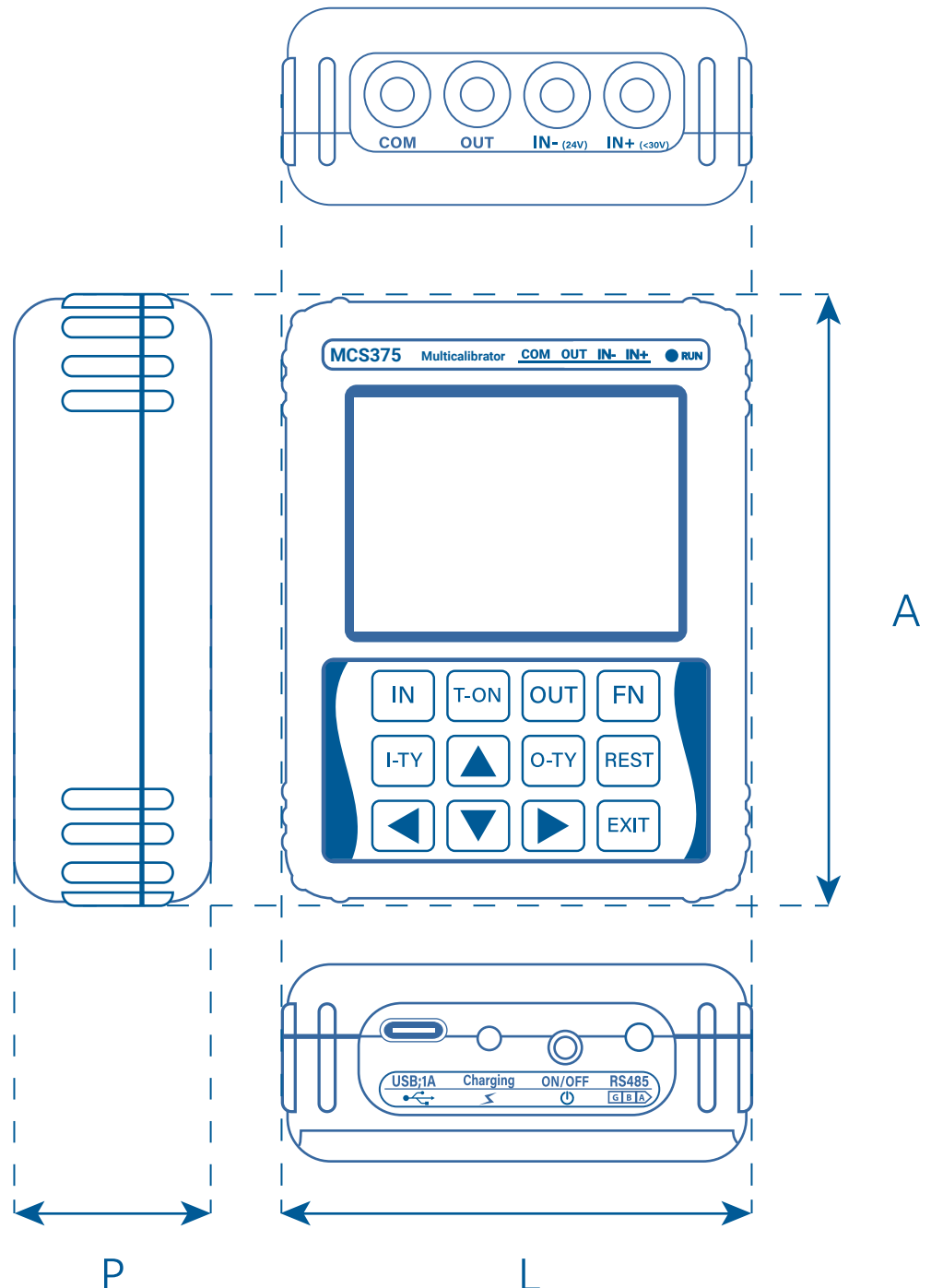


# Operação

Esta seção explica como realizar a operação dos calibradores MCS375. Isso inclui uma descrição sobre a suas partes, entradas e botões, instruções sobre como medir e gerar sinais elétricos, como modificar as configurações e utilizar as funções de saída automática.

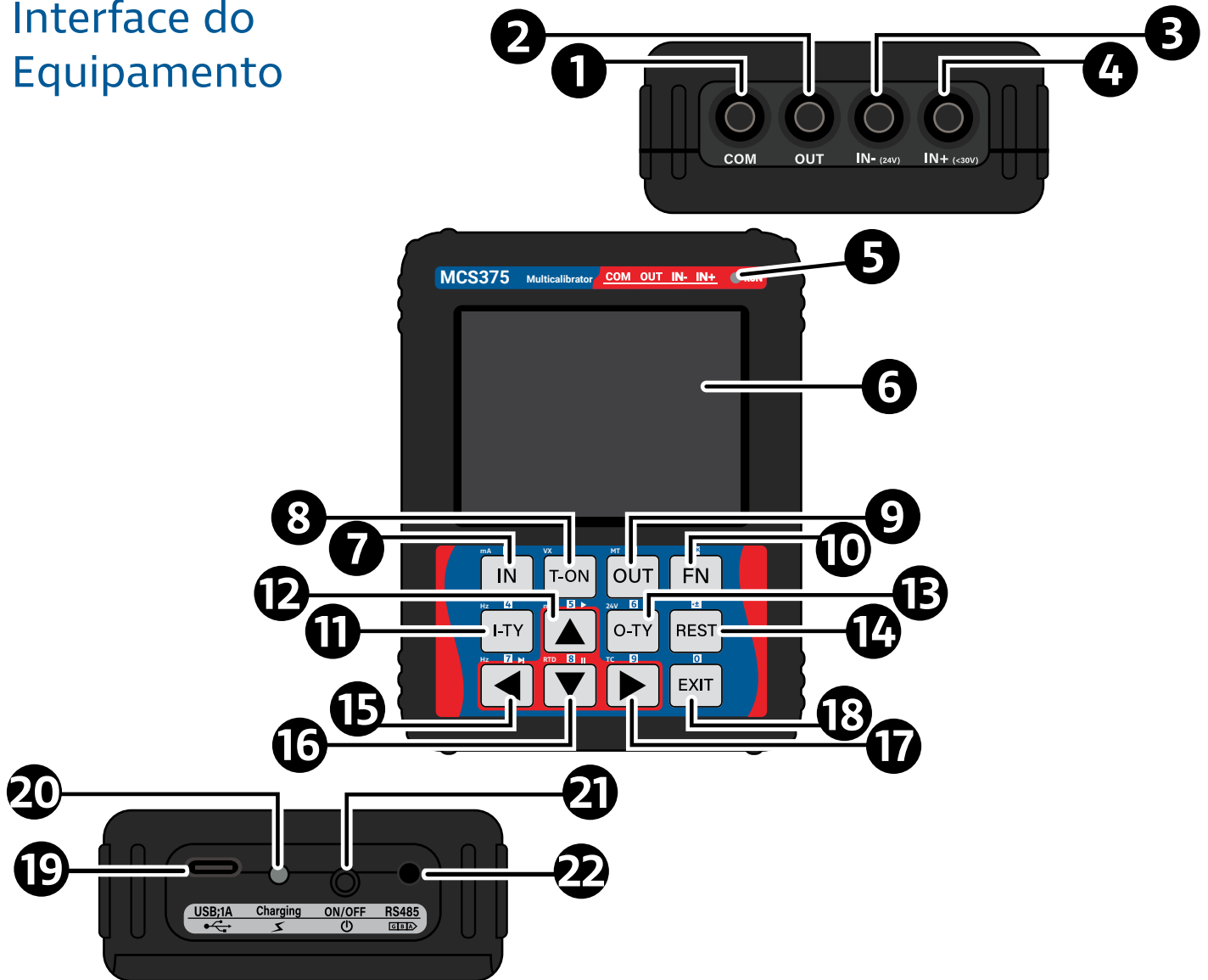
Antes de ler essa seção, certifique-se de que você leu e entendeu a seção "Segurança".

# Dimensões



Dimensão	Medida
A	(92,0 ± 0,5) mm
L	(71,0 ± 0,5) mm
P	(30,4 ± 0,5) mm

# Interface do Equipamento



Item	Descrição	Item	Descrição
<b>1</b>	Terminal comum negativo de saída (COM).	<b>12</b>	Botão de navegação - cima.
<b>2</b>	Terminal de saída positivo de tensão/corrente/frequência (OUT).	<b>13</b>	Botão de mudança do modo da saída.
<b>3</b>	Terminal negativo de entrada (IN- / 24V) ou terminal de entrada com alimentação 24 V.	<b>14</b>	Botão de reset.
<b>4</b>	Terminal positivo de entrada (IN+).	<b>15</b>	Botão de navegação - esquerda.
<b>5</b>	LED de indicação de saída ativa.	<b>16</b>	Botão de navegação - baixo.
<b>6</b>	Tela/display LCD.	<b>17</b>	Botão de navegação - direita.
<b>7</b>	Botão de seleção do tipo de entrada.	<b>18</b>	Botão de cancelar/sair (EXIT).
<b>8</b>	Botão de ativação/desativação da saída.	<b>19</b>	Entrada USB C para alimentação (5V 1A).
<b>9</b>	Botão de seleção do tipo de saída.	<b>20</b>	LED de indicação de carregamento.
<b>10</b>	Botão de acesso ao menu.	<b>21</b>	Botão de liga/desliga.
<b>11</b>	Botão de mudança do modo da entrada.	<b>22</b>	Porta RS485 - Modbus RTU.

# Inicialização

Para utilizar o calibrador MCS375, primeiramente é necessário ligá-lo. Para ligar o equipamento, basta pressionar o botão de liga/desliga (**{ON/OFF}**) localizado na parte inferior do equipamento (veja seção "Interface do Equipamento").

Assim que o MCS375 é ligado, a tela de boot é mostrada por alguns segundos pelo equipamento, conforme mostra a figura abaixo.



Figura 1 - Tela de boot

Após a tela de boot, a tela de medição e geração de sinais será mostrada, como na imagem abaixo.

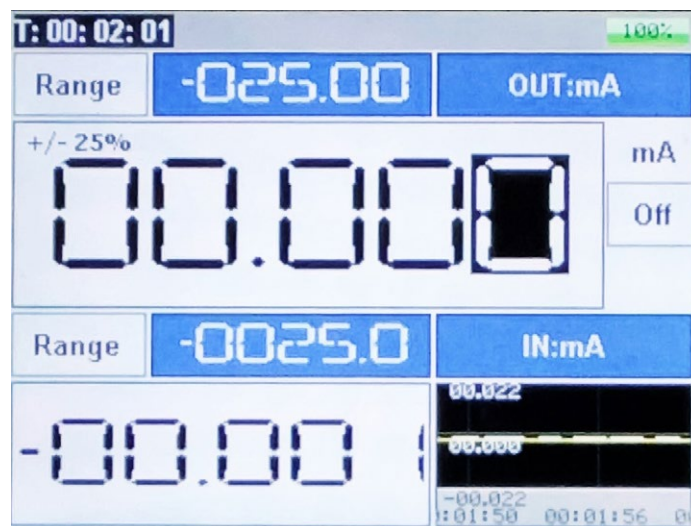


Figura 2 - Tela de medição e geração de sinais

A configuração das variáveis de entrada e saída são salvas entre seções do MCS375. Por isso, ao ligar o equipamento, a tela de medição e geração estará com as variáveis de medição e geração definidas na última vez que o instrumento foi ligado.

No caso do valor da variável de saída, ela normalmente iniciará em 0, a não ser que a opção **Save value** seja ativada no menu de configurações (veja seção "Menu de Configurações"). Nesse caso, o valor da saída também será salvo entre seções, e o MCS375 irá iniciar com a saída no último valor configurado.

## Tela de Medição e Geração

Ao iniciarmos o MCS375 (veja a seção anterior), a tela de medição e geração será mostrada. Na figura abaixo, assinalamos os componentes principais dessa tela.



Figura 3 - Tela de medição e geração de sinais - componentes

### Barra de Estado



Figura 4 - Seção da barra de estado na tela principal

A barra de estado indica nível de bateria, tempo desde que o equipamento foi ligado (em horas, minutos e segundos) e outras informações, como estado de carregamento, conexão USB, modo de gravação, etc. Podemos resetar o tempo registrado pressionando o botão **{REST}** por 2 ou mais segundos.

### Variável Gerada

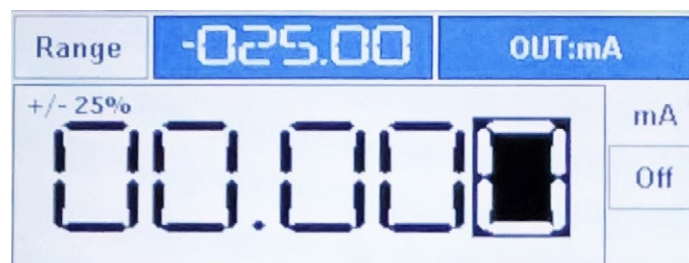


Figura 5 - Seção da variável gerada na tela principal

Na seção da variável gerada (parte superior da tela), podemos ver o valor e o tipo da saída gerada pelo MCS375.

No canto superior direito, palavra **OUT** é mostrada, seguida do tipo da variável sendo gerada (mA, V, mV, TC, Pt100, etc).

O valor de geração é mostrado no centro, com a unidade de geração (mA, V, mV, °C) indicada no canto direito da tela.

Podemos alterar o valor gerado utilizando as teclas de navegação para selecionar um dígito, que será indicado em uma cor diferente dos dígitos restantes. Após selecionarmos o dígito, podemos utilizar as teclas ▲ e ▼ para alterar o seu valor.

Para variáveis de corrente, podemos também utilizar as teclas de navegação lateral ◀ e ▶ para selecionar a opção +/-25% indicada acima do valor gerado. Em seguida, usando as teclas

▲ e ▼, podemos aumentar e diminuir a corrente controlada em incrementos de 4 mA dentro da faixa de 4 a 20 mA.

Nós também podemos alterar o valor da saída pressionando o botão **{EXIT}**. Ao fazermos isso, o diálogo de seleção do valor da saída será mostrado conforme a imagem abaixo.

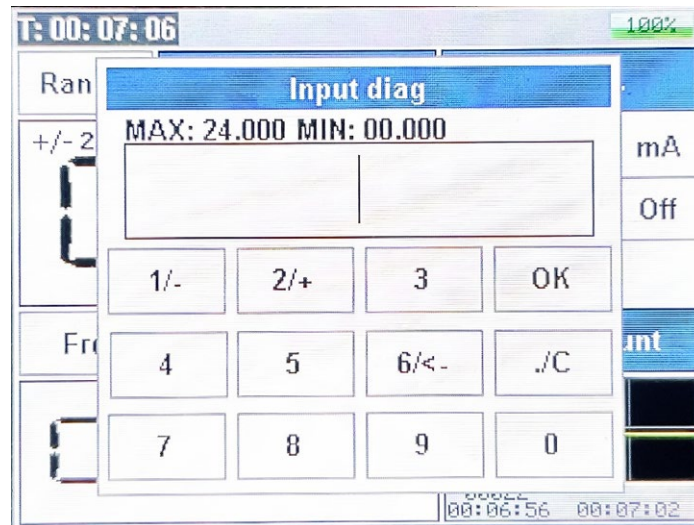


Figura 6 - Diálogo de seleção do valor da saída

Nesse diálogo, podemos selecionar o valor da saída diretamente. Cada botão do MCS375 irá corresponder a um número ou símbolo do diálogo, na mesma ordem em que os números são mostrados na tela. Por exemplo, o número 0, listado no canto inferior direito, corresponde ao botão **{EXIT}**, que se encontra na mesma posição do teclado.

Os botões **{IN}** e **{T-ON}** possuem função dupla: podem representar os dígitos 1 e 2, respectivamente, ou quando pressionados e segurados, podem alterar o sinal do valor da saída para negativo ou positivo.

O botão **{REST}** pode ser utilizado para definir o local do ponto (valores decimais), enquanto o **{FN}** confirma o valor da saída.

Retornando à tela principal, abaixo da unidade, no canto direito da tela, podemos ver o estado da geração. **Off** indica que a saída está desativada. No caso de saídas de corrente, **OC** indica que a saída está ligada a um circuito aberto ("Open Circuit") e não pode ser gerada corretamente. **Out** indica que a saída está ativa e sendo gerada corretamente.

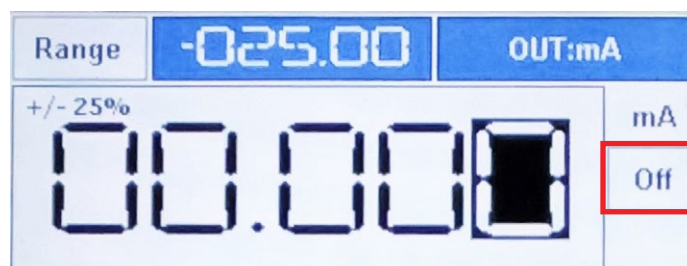


Figura 7 - Estado da saída na tela principal

Podemos ativar ou desativar a saída através do botão **{T-ON}**. Quando a saída está ativada e gerando um sinal corretamente, o LED de indicação de saída ativa (veja seção "Interface do Equipamento") ficará aceso.

Acima do valor da saída, normalmente é mostrada a palavra **Range** com um número ao lado. Esse número corresponde ao valor gerado em porcentagem da faixa da saída.



Figura 8 - Saída em porcentagem do range na tela principal

Podemos alterar a faixa da saída pressionando e segurando o botão **{OUT}** até abrirmos o menu de configuração da saída. Em seguida, devemos selecionar a opção **[Range]**.

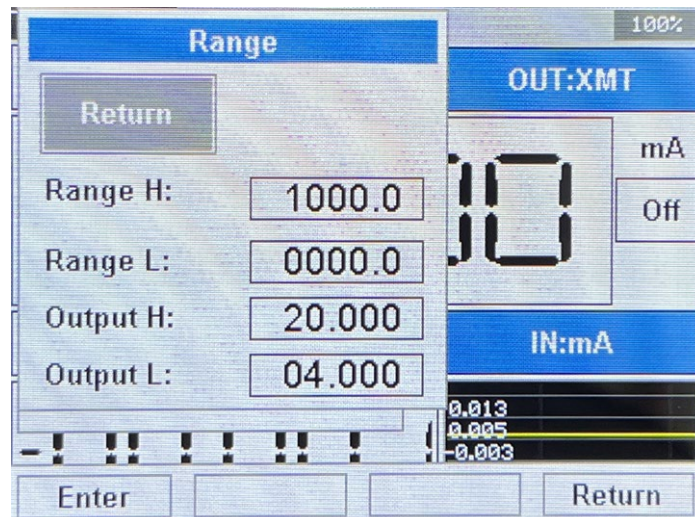


Figura 9 - Tela de configuração da faixa da saída elétrica

Os parâmetros **[Range H]** e **[Range L]** correspondem aos valores máximo e mínimo da faixa em porcentagem, respectivamente. Normalmente, estarão configurados nos valores 100.0 e 000.0.

Os parâmetros **[Output H]** e **[Output L]** representam os valores da saída gerada que irão corresponder aos valores da faixa inseridos nos parâmetros **[Range H]** e **[Range L]**. Sendo assim, para um valor de saída gerada (**Saída**), o valor em porcentagem da faixa de saída (**%Saída**) será:

$$\%Saída = [Range L] + \frac{[Range H] - [Range L]}{[Output H] - [Output L]} \cdot (Saída - [Output L])$$

Por exemplo, no caso da medição de tensão, esses valores estarão normalmente configurados em 0.000 e 10.000, indicando que uma medição de 0 volts corresponde a 0 % da faixa de medição, e 10 volts corresponde a 100 % da faixa de medição. Você pode alterar esses valores utilizando os botões de navegação.

## Variável Medida



Figura 10 - Seção da variável medida na tela principal

Na seção da variável medida (parte inferior da tela), podemos ver o valor e o tipo da entrada medida pelo MCS375.

No canto superior direito, palavra **IN** é mostrada, seguida do tipo da variável sendo gerada (mA, V, mV, TC, Pt100, etc).

O valor de medição é mostrado no canto inferior esquerdo. Logo acima do valor de medição, normalmente é mostrada a palavra **Range** com um número ao lado. Esse número corresponde ao valor gerado em porcentagem da faixa da entrada.

Podemos alterar a faixa da entrada pressionando e segurando o botão **OUT** até abrirmos o menu de configuração da saída. Em seguida, devemos selecionar a opção **[Range]**.

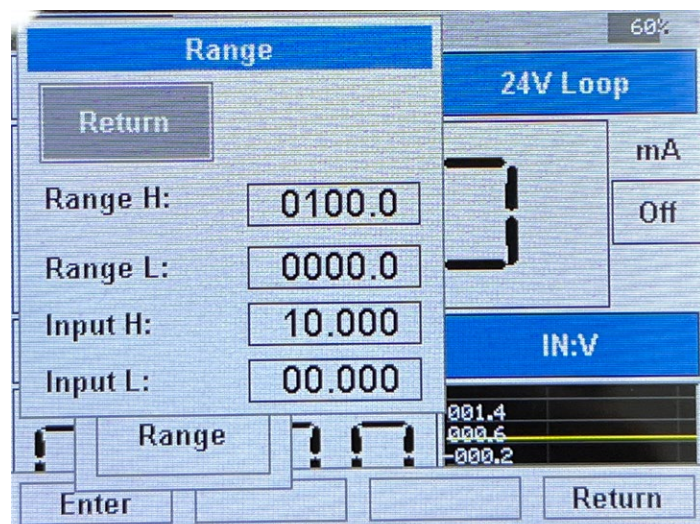


Figura 11 - Tela de configuração da faixa da entrada elétrica

Os parâmetros **[Range H]** e **[Range L]** correspondem aos valores máximo e mínimo da faixa em porcentagem, respectivamente. Normalmente, estarão configurados para 100.0 e 000.0.

Os parâmetros **[Input H]** e **[Input L]** representam os valores da entrada medida que irão corresponder aos valores da faixa inseridos nos parâmetros **[Range H]** e **[Range L]**. Sendo assim, para um valor de entrada medido (**Entrada**), o valor em porcentagem da faixa (**%Entrada**) será:

$$\%Entrada = [Range L] + \frac{[Range H] - [Range L]}{[Input H] - [Input L]} \cdot (Entrada - [Input L])$$

Você pode alterar os valores dos parâmetros utilizando os botões de navegação.

## Gráfico

No canto inferior direito da tela de medição e geração, podemos ver um gráfico atualizado em tempo real que mostra os valores gerados e medidos pelo MCS375.

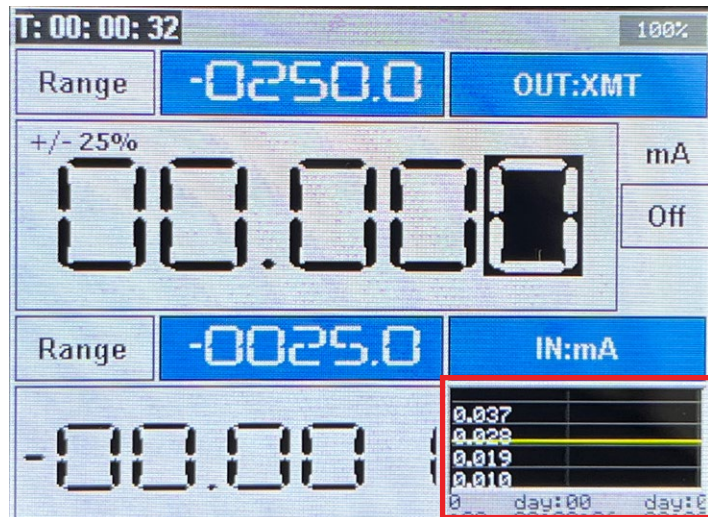


Figura 12 - Seção do gráfico na tela padrão de medição e geração

No gráfico, normalmente existem duas linhas: uma amarela, que representa os valores gerados pelo MCS375, e outra branca, que representa os valores lidos. Na parte inferior do gráfico podemos ver o horário, que é baseado no tempo em que o equipamento está ligado. Podemos pausar o gráfico pressionando o botão **{T-ON}** por 2 ou mais segundos.

## Modos de Exibição

Podemos alterar o modo de exibição da tela de medição e geração para dar mais ou menos foco no gráfico de medições. Uma das formas de mudar o modo de exibição é pressionando e segurando o botão **{EXIT}**.

Além do modo padrão de exibição ilustrado na figura acima (modo **IN/OUT**), existem 4 outros modos de exibição:

1. Modo de exibição **OUT**: Nesse modo de exibição, apenas o valor de geração do MCS375 é mostrado, ganhando destaque.

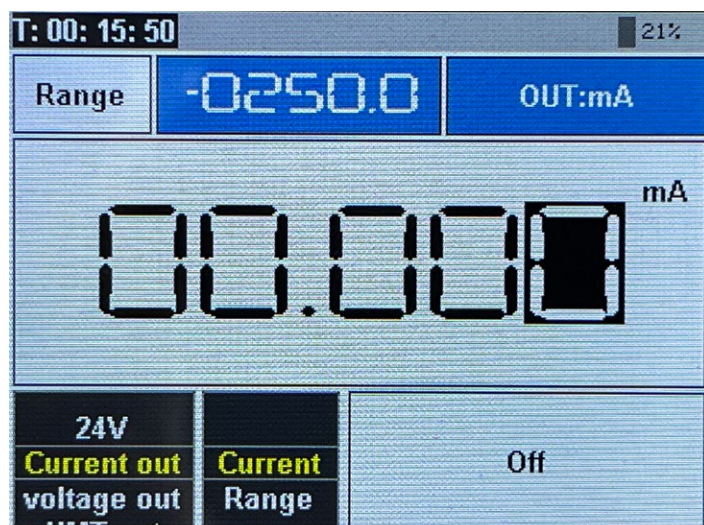


Figura 13 - Tela de medição e geração no modo de exibição OUT

2. Modo **IN**: o valor do sinal medido pelo MCS375 ganha destaque, ocupando a parte superior da tela, e o gráfico ocupa toda a parte inferior da tela.

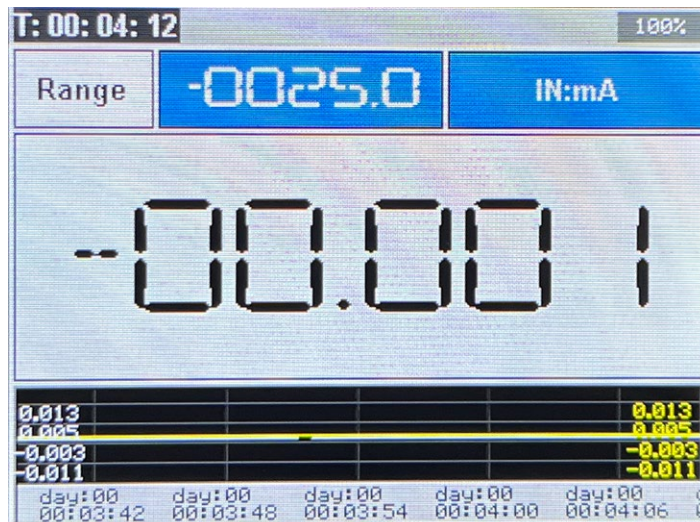


Figura 14 - Tela de medição e geração no modo de exibição IN

3. Modo **IN-GRAPH**: o gráfico ganha destaque e ocupa a parte superior da tela, e o valor medido ocupa a parte inferior.

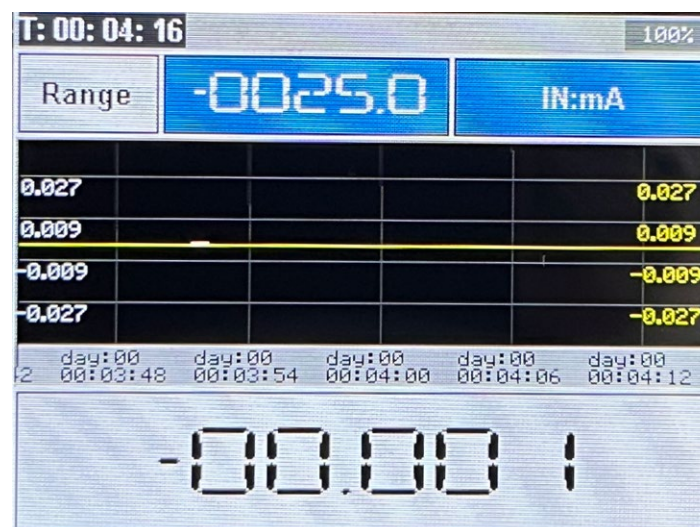


Figura 15 - Tela de medição e geração no modo de exibição IN-GRAPH

4. Modo **IN/OUT-GRAPH**: Nesse modo de exibição, o gráfico com os valores medidos e gerados ganha destaque e ocupa a parte superior da tela, enquanto os valores de medição e geração dividem a parte inferior da tela.

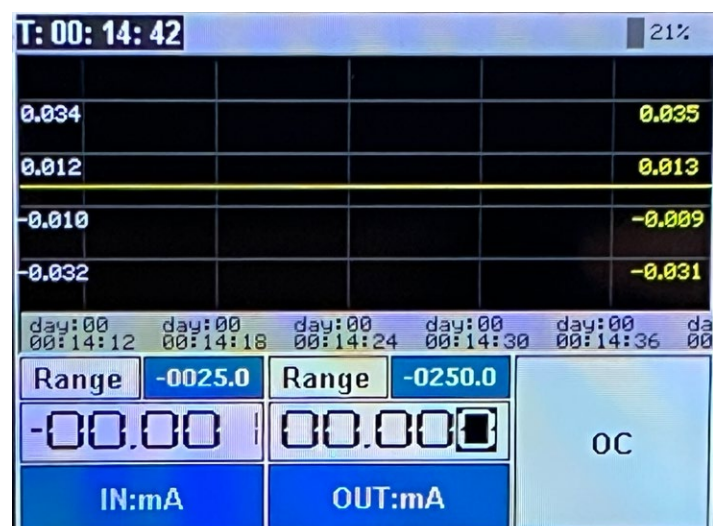


Figura 16 - Tela de medição e geração no modo de exibição IN/OUT-GRAPH

# Medição e Geração

A partir da tela de medição e geração (veja seções anteriores), podemos configurar o MCS375 para medir e gerar sinais elétricos. Nas subseções a seguir iremos descrever como utilizar cada uma das configurações de medição e geração de sinais do multicalibrador.

## Medição de Tensão

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para realizar medições de tensão pressionando o botão **{IN}**. O menu de seleção do tipo de entrada elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

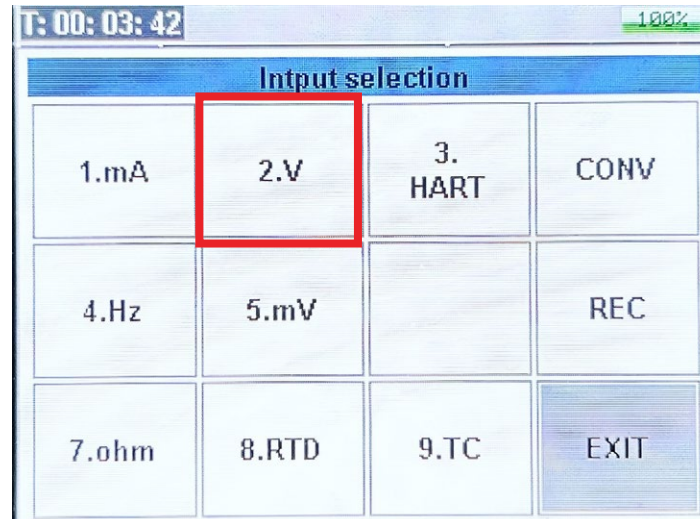


Figura 17 - Menu de seleção do tipo de entrada elétrica - opção tensão

A opção de medição de tensão é representada pela opção 2, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a medição de tensão é **{T-ON}**.

Após selecionar a opção de medição de tensão, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de medição de tensão será indicado pela símbolo **IN: V** na parte inferior da tela. Também na parte inferior da tela será mostrado valor de tensão em volts medido pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

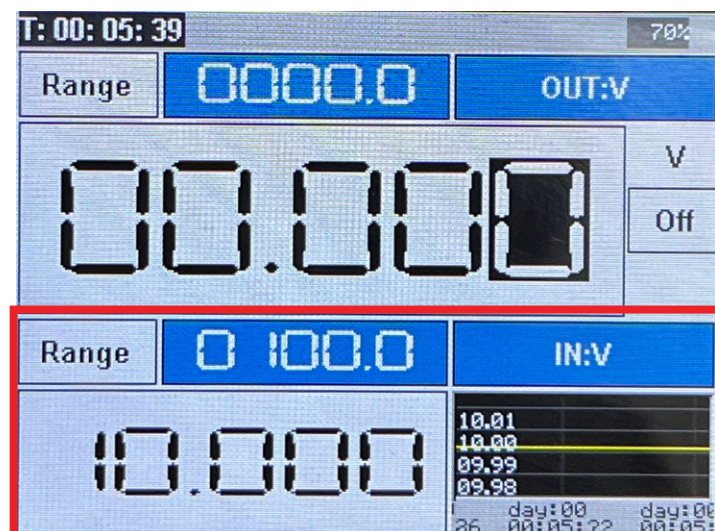


Figura 18 - Tela no modo de medição de tensão

Para medir uma tensão através do MCS375, é necessário conectar o MCS375 ao dispositivo sob teste cuja tensão queremos medir através dos pinos **IN-** e **IN+** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

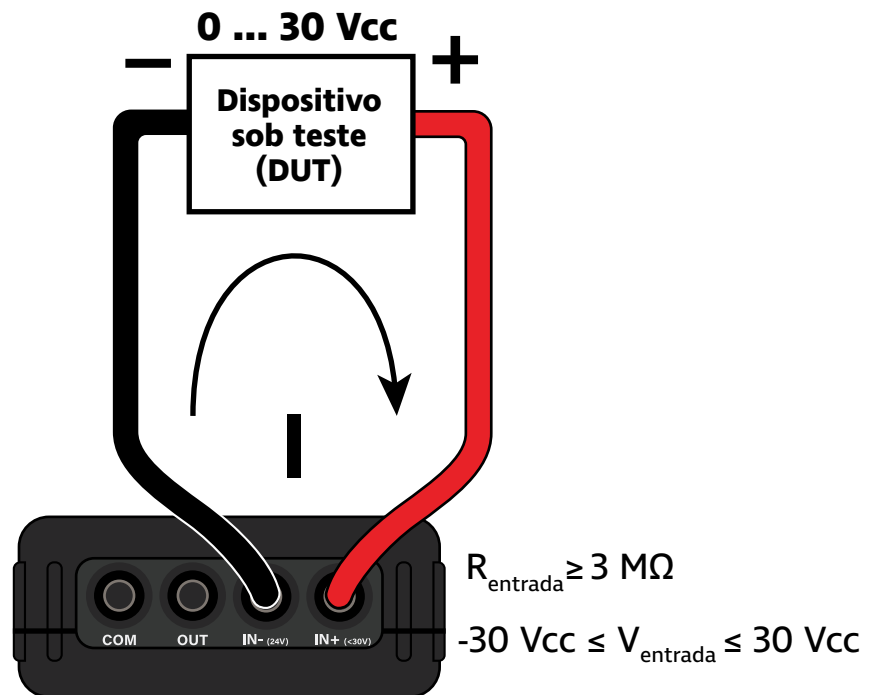


Figura 19 - Forma de conexão do MCS375 para medição de tensão

Para modificar as configurações do modo de medição de tensão, pressione e segure o botão **{IN}** por alguns segundos. A tela de configuração da entrada elétrica será mostrada, conforme a imagem abaixo:

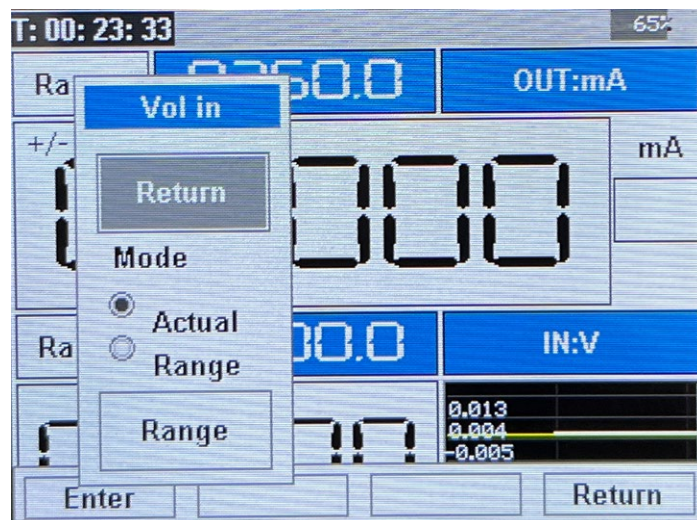


Figura 20 - Tela de configuração da entrada de tensão

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Mode]**, que permite escolher se o valor de medição indicado será o valor em volts (opção **[Actual]**) ou o valor da faixa em porcentagem (opção **[Range]**). Também podemos modificar essa configuração usando o botão **{I-TY}** na tela de medição e geração.

Ao selecionar o botão **[Range]** na parte inferior da tela, você poderá configurar os limites da faixa de medição, conforme descrito na seção "Variável Medida".

## Medição de Corrente

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para realizar medições de corrente pressionando o botão **{IN}**. O menu de seleção do tipo de entrada elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

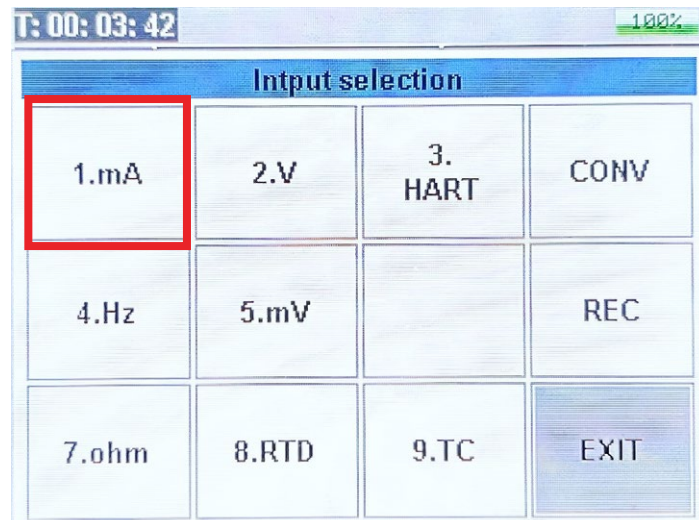


Figura 21 - Menu de seleção do tipo de entrada elétrica - opção corrente

A opção de medição de corrente é representada pela opção 1, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a medição de corrente é **{IN}**.

Após selecionar a opção de medição de corrente, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de medição de corrente será indicado pelo a símbolo **IN: mA** na parte inferior da tela. Também na parte inferior da tela será mostrado valor de corrente em miliamperes medido pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

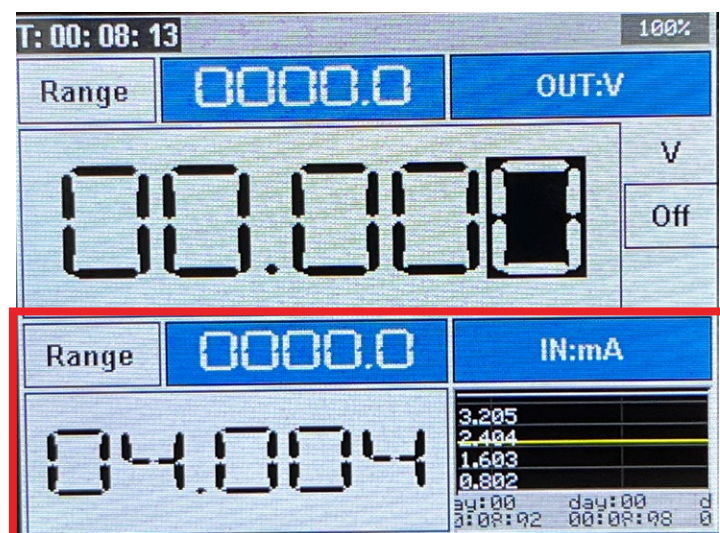


Figura 22 - Tela no modo de medição de corrente

O calibrador MCS375 possui dois modos de medição de corrente:

- **Medição passiva de corrente:** nesse modo, o MCS375 irá medir corrente da mesma forma que um multímetro, sem providenciar alimentação. O MCS375 deve ser conectado em série ao circuito cuja corrente será medida.

- **Medição ativa de corrente:** nesse modo, o MCS375 irá providenciar uma alimentação 24 Vcc ao circuito no qual está conectado, e irá medir a corrente fluindo pelo circuito. O MCS375 deve ser conectado em paralelo ao circuito cuja corrente será medida.

Para utilizar o modo passivo, após selecionar o modo de medição de corrente, pressione o botão **{FN}** para abrir o menu de funções.

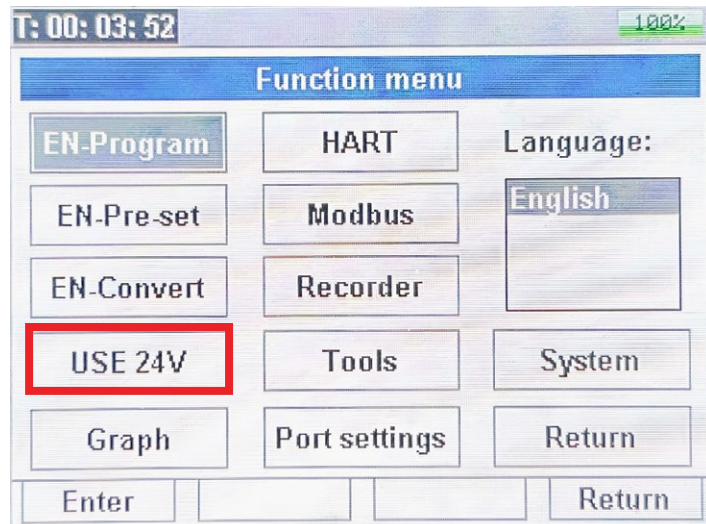


Figura 23 - Menu de funções - opção da fonte 24 V assinalada

Em seguida, pressione a opção **[USE 24V]** para acessar o menu de configurações da fonte 24 V.

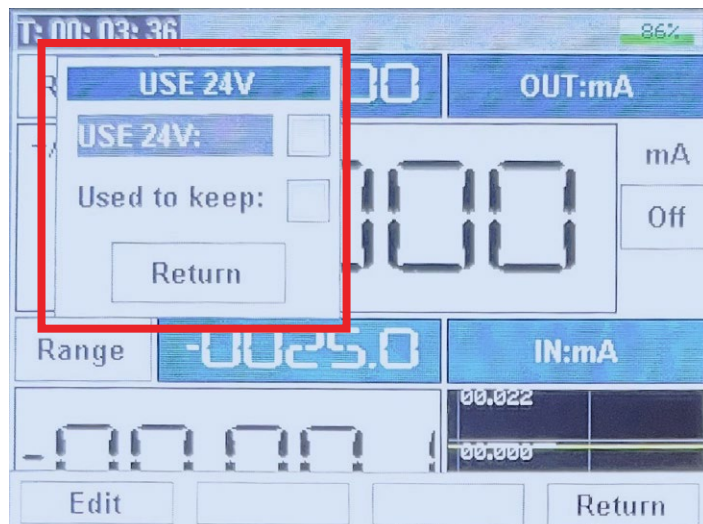


Figura 24 - Menu da fonte 24 V na medição de corrente

Nesse menu você terá duas opções que podem ser ativadas ou desativadas:

- **[USE 24V]:** essa opção, quando marcada, irá ativar a fonte 24 Vcc da entrada de corrente do MCS375. Quando desmarcada, a fonte será desativada.
- **[Used to keep]:** quando marcada, essa opção irá manter a fonte 24 Vcc da entrada de corrente ligada após reiniciarmos o MCS375. Por padrão, quando reiniciamos o MCS375, a fonte é desligada.

Para medir uma corrente de forma passiva (usando fonte de alimentação externa) através do MCS375, é necessário conectar o MCS375 em série ao circuito cuja corrente queremos medir através dos pinos **IN-** e **IN+** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

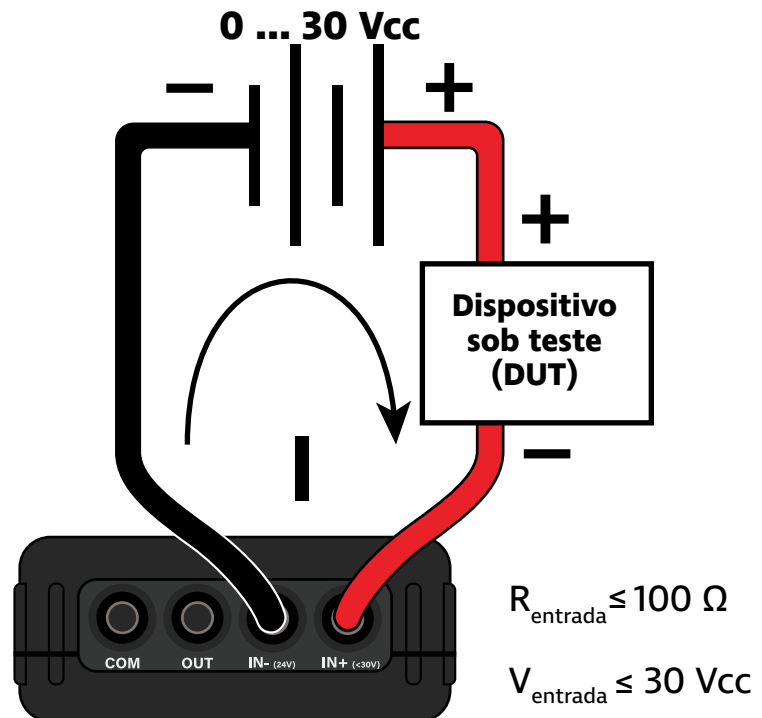


Figura 25 - Forma de conexão do MCS375 para medição passiva de corrente

Para utilizar o modo ativo, após selecionar o modo de medição de corrente, acesse o menu de configuração da fonte 24 Vcc conforme descrito anteriormente e marque a opção **[USE 24V]**.

Após ativar a fonte 24 Vcc e retornar para a tela de medição/geração, você verá o símbolo **24V** piscando no topo da tela, indicando que a alimentação 24 volts está ativada, conforme mostra a figura abaixo:

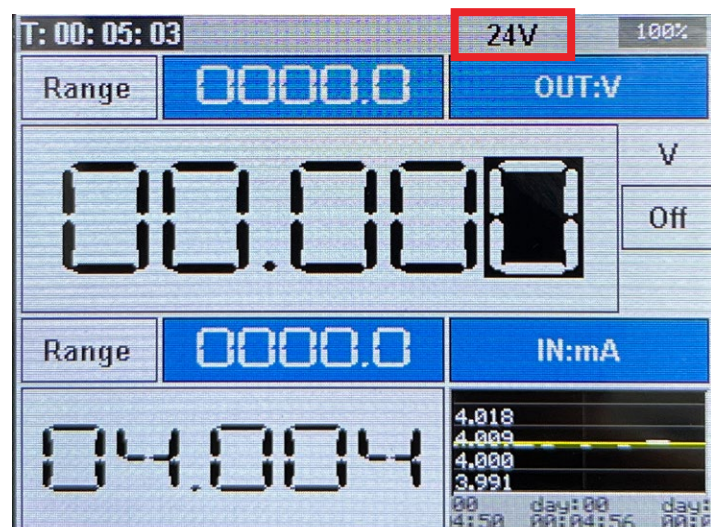


Figura 26 - Tela no modo de medição de corrente ativa

Para medir uma corrente de forma ativa (com alimentação 24 V) através do MCS375, é necessário conectar o MCS375 em paralelo ao equipamento ou circuito que iremos alimentar e cuja corrente queremos medir. A conexão é feita através dos pinos **IN-** e **IN+**

do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

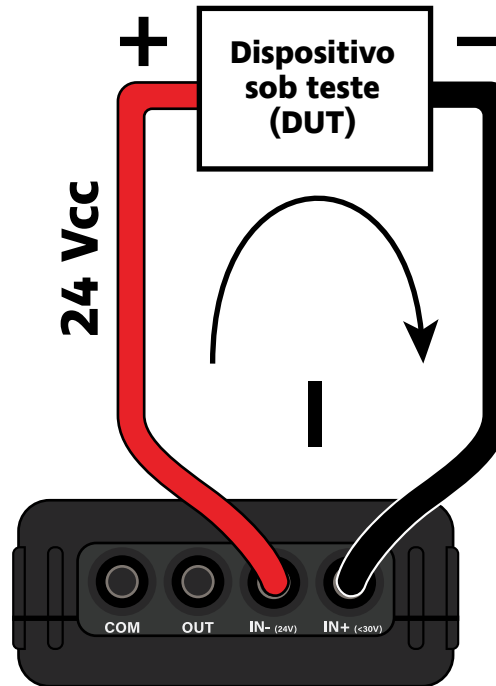


Figura 27 - Forma de conexão do MCS375 para medição ativa de corrente



#### Nota

Note que no modo de medição de corrente ativa (figura número 27), a **polaridade das conexões é invertida** em relação ao modo de medição passivo (figura número 25).

Para modificar as configurações do modo de medição de corrente, pressione e segure o botão **{IN}** por alguns segundos. A tela de configuração da entrada de corrente será mostrada.

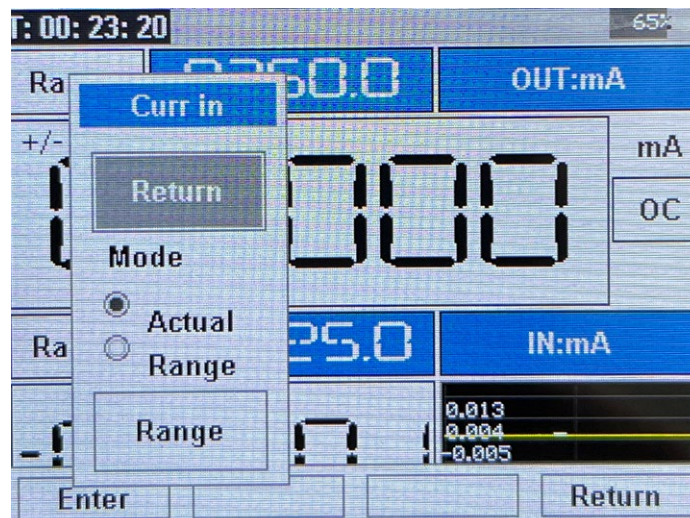


Figura 28 - Tela de configuração da entrada de corrente

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Mode]**, que permite escolher se o valor de medição indicado será o valor em volts (opção **[Actual]**) ou o valor da faixa em porcentagem (opção **[Range]**). Essa configuração também pode ser alterada pressionando o botão **{I-TY}** na tela de medição e geração.

Ao selecionar o botão **[Range]** na parte inferior da tela, você poderá configurar os limites da faixa de medição, conforme descrito na seção "Variável Medida".

## Medição de Frequência e Pulsos

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para realizar medições de frequência pressionando o botão **{IN}**. O menu de seleção do tipo de entrada elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

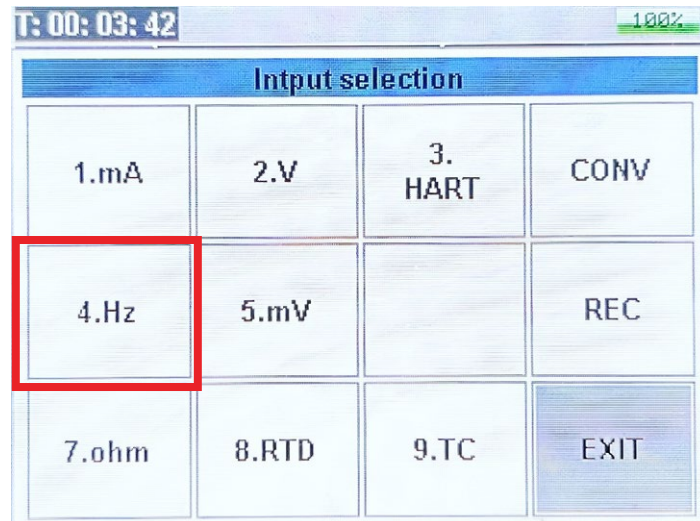


Figura 29 - Menu de seleção do tipo de entrada elétrica - opção frequência

A opção de medição de frequência é representada pela opção 4, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a medição de frequência é **{I-TY}**.

Após selecionar a opção de medição de frequência, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de medição de frequência será indicado pelo símbolo **IN: Hz** na parte inferior da tela. Também na parte inferior da tela será mostrado valor de frequência em Hz ou kHz medido pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

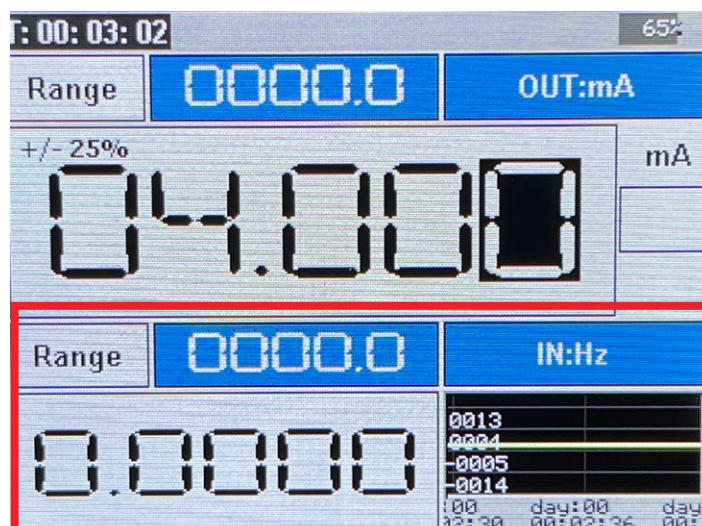


Figura 30 - Tela no modo de medição de frequência

Para medir uma frequência através do MCS375, é necessário conectar o MCS375 ao dispositivo sob teste cuja saída de frequência queremos medir através dos pinos **IN-** e **IN+** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:



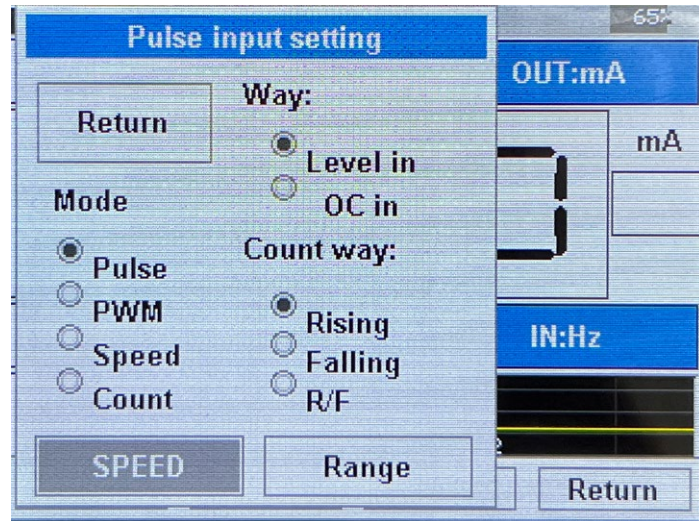


Figura 33 - Tela de configuração da entrada de frequência

A configuração **[Mode]** permite escolher qual é o tipo de medição da entrada de frequência. Essa configuração também pode ser alterada pressionando o botão **{I-TY}** na tela de medição e geração. As opções são:

- **[Pulse]**: Medição padrão de frequência. O valor da frequência em hertz ou quilohertz será medido na tela.
- **[PWM]**: Medição de PWM ou modulação por largura de pulso. O valor do **duty cycle** será medido na tela.
- **[Speed]**: Medição de frequência em revoluções por hora (rph), repetições por minuto (rpm) ou repetições por segundo (rps).
- **[Count]**: Medição do número de pulsos de frequência. A contagem de pulsos será mostrada na tela. Nesse modo, podemos pressionar o botão **{REST}** para resetar o contador.

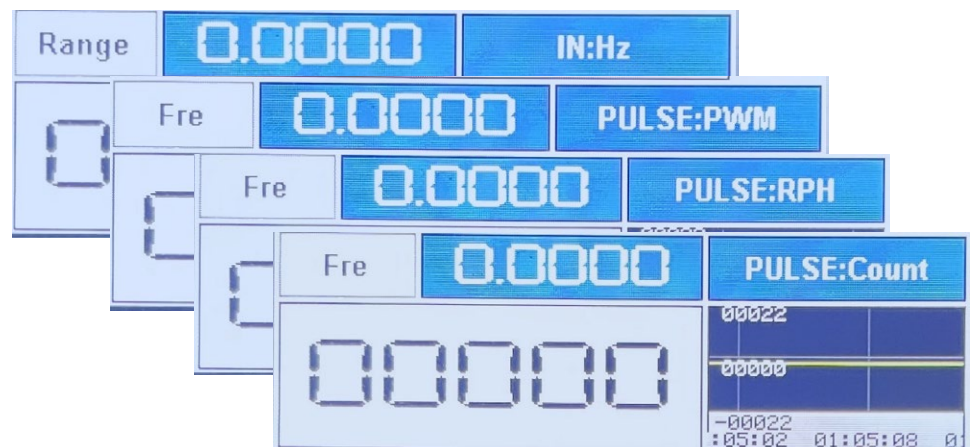


Figura 34 - Modos de medição de frequência

Como mostrado na figura acima, no modo de medição de frequência o símbolo **IN: Hz** será mostrado sobre o valor da medição, e no lado esquerdo dele será mostrada a medição em porcentagem da faixa.

Nos outros modos de medição (PWM, velocidade e contagem de pulsos), ao invés da porcentagem da faixa, será mostrada a frequência em hertz, indicada pelo símbolo **Fre**.

A configuração **[Way]** permite selecionar o tipo do sinal de frequência medido.

- **[Level]**: o sinal de frequência é ativo e corresponde a variações de tensão como mostrado na figura número 31.
- **[OC in]** (Open Collector In): o sinal de frequência é passivo, e o MCS375 fornece a alimentação necessária ao circuito, conforme ilustrado na figura número 32.

A configuração **[Count way]** permite selecionar como os pulsos de frequência são contados. As opções disponíveis são:

- **[Rising]**: Os pulsos de frequência são contados na subida do sinal (na transição do nível de tensão baixo para o nível alto).
- **[Falling]**: Os pulsos de frequência são contados na descida do sinal (na transição do nível de tensão alto para o nível baixo).
- **[R/F]**: Os pulsos de frequência são contados na subida e na descida do sinal.

O botão **[SPEED]** na parte inferior da tela permite selecionarmos a unidade do modo de medição de frequência em revoluções.

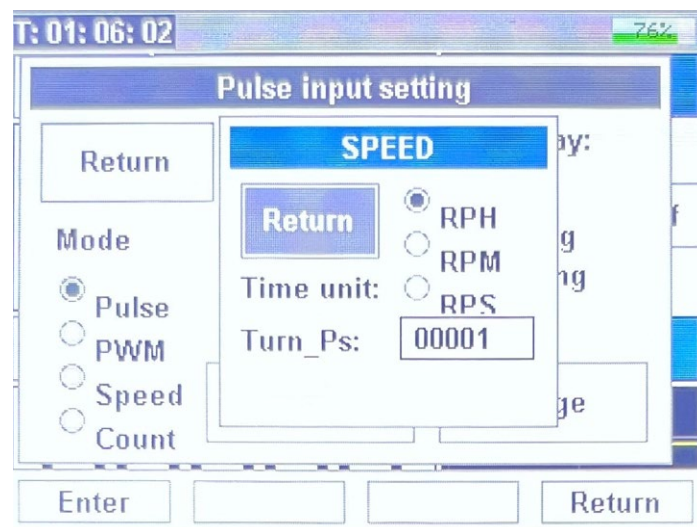


Figura 35 - Tela de configuração da velocidade

Podemos selecionar entre as unidades **RPH** (revoluções por hora), **RPM** (revoluções por minuto) e **RPS** (revoluções por segundo). Além disso, a configuração **Turn\_Ps** permite definirmos qual o número de pulsos que corresponderá a uma revolução. Por exemplo, se estivermos medindo as revoluções de uma engrenagem de 60 dentes, com cada dente gerando um pulso, podemos definir esse valor em 60, e a velocidade medida será dividida por 60. Normalmente esse valor é utilizado com valor 1, representando que cada pulso corresponde a uma revolução.

Também na parte inferior da tela de configurações da entrada de frequência, o botão **[Range]** dá acesso às configurações de limites da faixa em hertz (Hz), e os valores correspondentes em porcentagem (veja seção "Variável Medida").

## Medição de Milivolts

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para realizar medições de tensão na escala de milivolts pressionando o botão **{IN}**. O menu de seleção do tipo de entrada elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

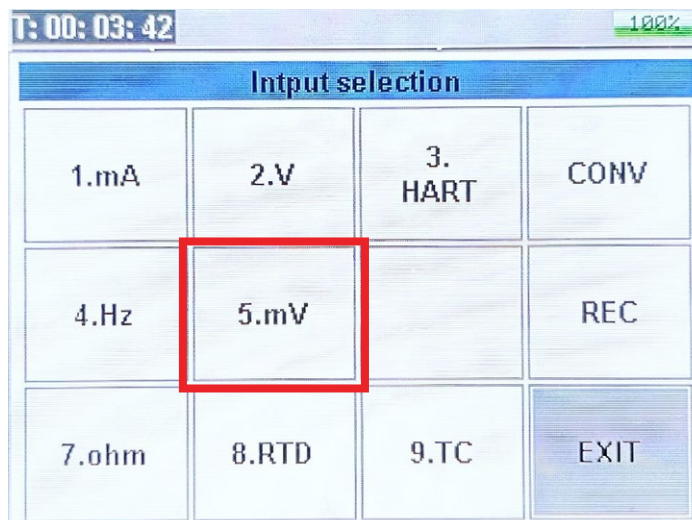



Figura 36 - Menu de seleção do tipo de entrada elétrica - opção milivolts

A opção de medição de milivolts é representada pela opção 5, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a medição de milivolts é .

Após selecionar a opção de medição de milivolts, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de medição de milivolts será indicado pelo símbolo **IN: mV** na parte inferior da tela. Também na parte inferior da tela será mostrado valor de tensão em milivolts medido pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

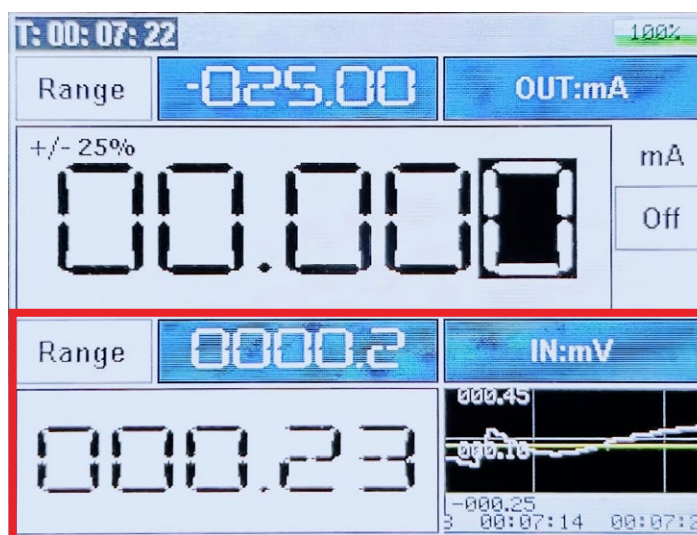


Figura 37 - Tela no modo de medição de milivolts

Para medir uma tensão na faixa de milivolts através do MCS375, é necessário conectar o MCS375 através dos pinos **IN-** e **IN+** do terminal elétrico ao dispositivo sob teste, conforme ilustrado na figura abaixo:

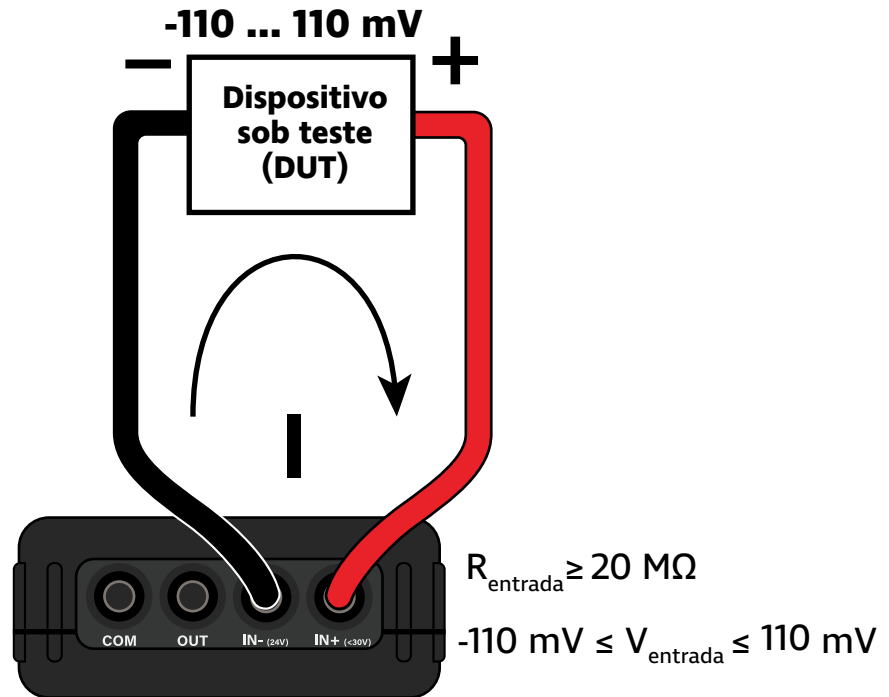


Figura 38 - Forma de conexão do MCS375 para medição de milivolts

Para modificar as configurações do modo de medição de tensão, pressione e segure o botão **[IN]** por alguns segundos. A tela de configuração da entrada de milivolts será mostrada, conforme a imagem abaixo:

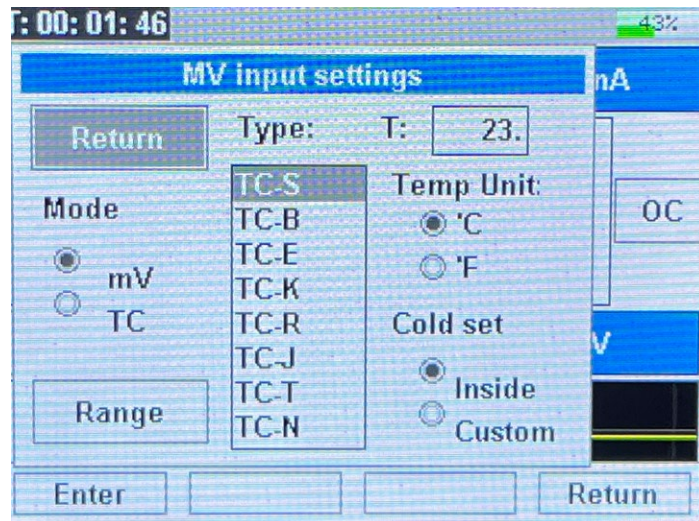


Figura 39 - Tela de configuração da entrada em milivolts

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Mode]**, que permite escolher se a medição será de milivolts (opção **[mV]**) ou de um sensor de temperatura do tipo termopar (opção **[TC]** - veja mais na próxima seção). Também podemos modificar essa configuração usando o botão **[I-TY]** na tela de medição e geração.

Ao selecionar o botão **[Range]** na parte inferior da tela, você poderá configurar os limites da faixa de medição, conforme descrito na seção "Variável Medida".

As configurações restantes dessa tela são aplicáveis apenas à medição de termopares, conforme descrito na seção a seguir.

## Medição de Termopares

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para realizar medições de temperatura através de termopares pressionando o botão **{IN}**. O menu de seleção do tipo de entrada elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

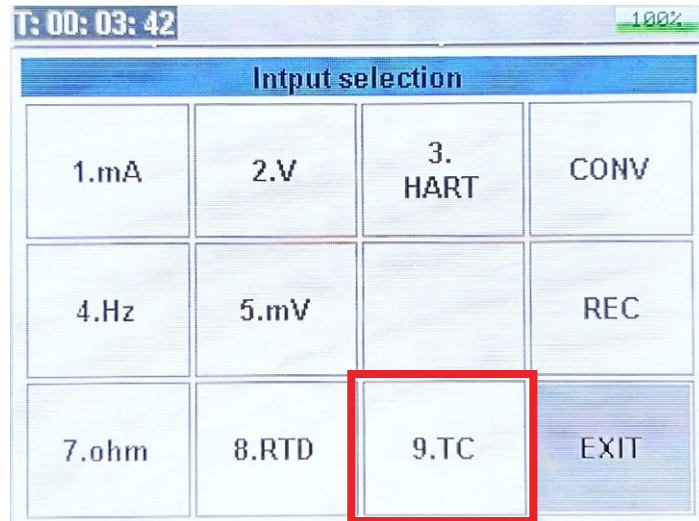



Figura 40 - Menu de seleção do tipo de entrada elétrica - opção termopar (TC)

A opção de medição de temperatura por termopar é representada pela opção 9, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a medição de temperatura por termopares é .

Após selecionar a opção de medição de termopares, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de medição de termopares será indicado pelo símbolo **TC:XX** na parte inferior da tela, onde **XX** representa o tipo do termopar (B, K, R, S, T). Também na parte inferior da tela será mostrado valor de temperatura em °C ou °F medido pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

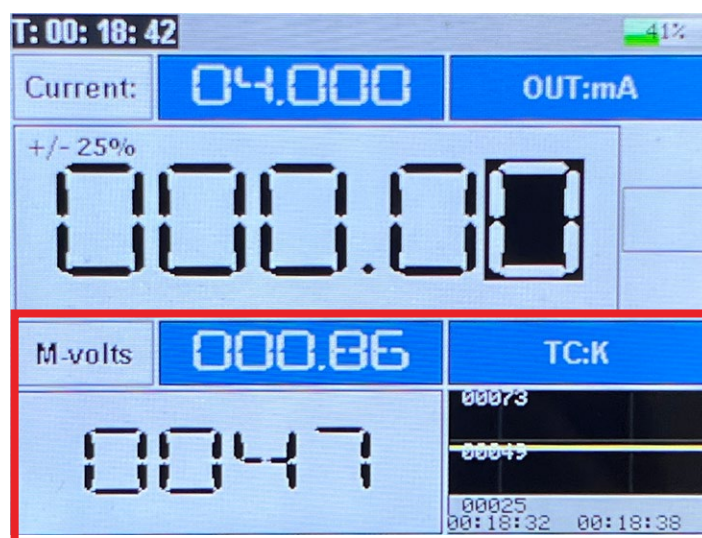


Figura 41 - Tela no modo de medição de termopares

Para medir termopares através do MCS375, é necessário conectar o sensor tipo termopar ao MCS375 através dos pinos **IN-** e **IN+** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

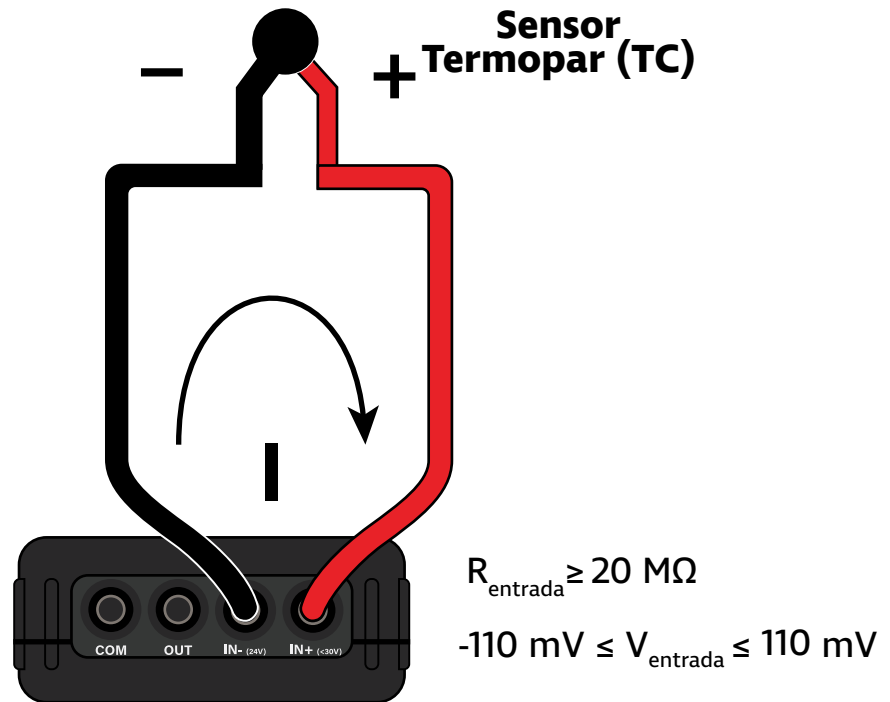


Figura 42 - Forma de conexão do MCS375 para medição de termopares

Para modificar as configurações do modo de medição de termopares, pressione e segure o botão **{IN}** por alguns segundos. A tela de configuração da entrada de termopares será mostrada, conforme a imagem abaixo:

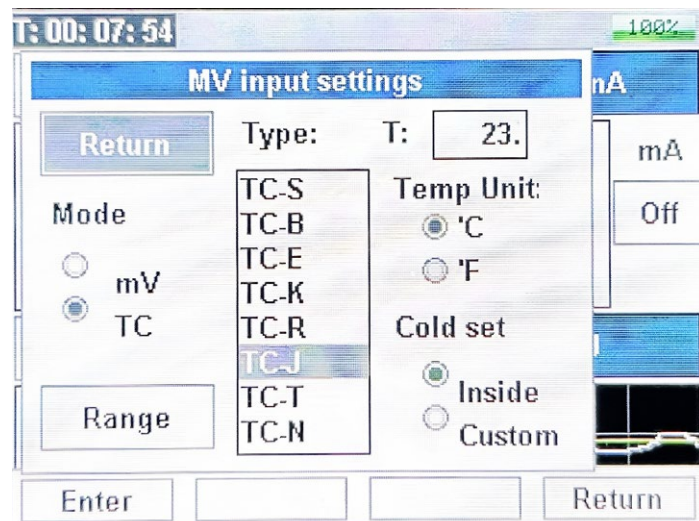


Figura 43 - Tela de configuração da entrada em termopares

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Mode]**, que permite escolher se a medição será de milivolts (opção **[mV]**) ou de um sensor de temperatura do tipo termopar (opção **[TC]**).

Ao selecionar o botão **[Range]** na parte inferior da tela, você poderá configurar os limites da faixa de medição, conforme descrito na seção "Variável Medida".

As configuração **[Type]** permite selecionarmos o tipo de sensor termopar medido. Também podemos modificar essa configuração usando o botão **{I-TY}** na tela de medição e geração.

A configuração **[T]** permite definirmos manualmente o valor de temperatura da junta fria utilizada para corrigir a medição de temperatura do termopar.

Logo abaixo, a configuração **[Temp Unit]** permite selecionarmos a unidade de temperatura utilizada nas medições dos termopares. Podemos selecionar entre graus Celsius **[°C]** ou graus Fahrenheit **[°F]**.

Finalmente, a configuração **[Cold set]** permite escolhermos o tipo de compensação de junta fria. Se a opção **[Inside]** for selecionada, o MCS375 irá utilizar um sensor de temperatura interno para automaticamente realizar a compensação da junta fria. Por outro lado, se a opção **[Custom]** for escolhida, o MCS375 irá realizar a compensação de junta fria utilizando o valor de temperatura inserido manualmente no parâmetro **[T]**, conforme explicado anteriormente.

Voltando à tela de medição e geração, ao pressionarmos o botão **{I-TY}**, o seguinte menu será mostrado:

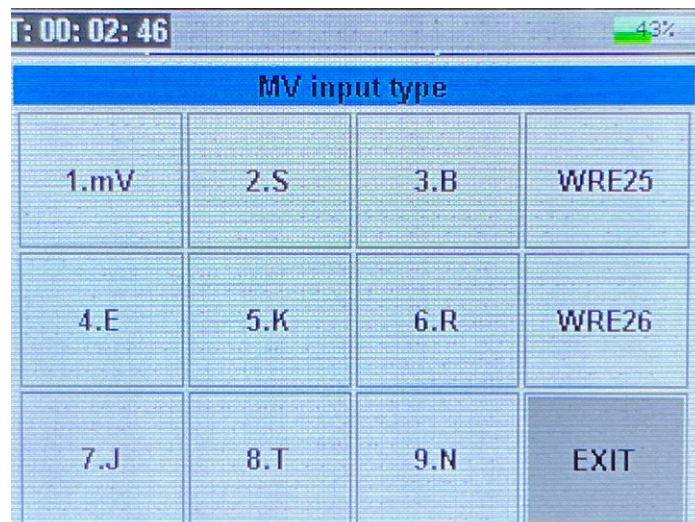


Figura 44 - Tela de seleção do tipo de entrada de termopar

Esse menu permite selecionarmos o tipo de entrada de termopar sem precisarmos acessar o menu de configurações da entrada descrito anteriormente.

Para selecionarmos o tipo de termopar (ou entrada em milivolt), basta pressionarmos o botão do teclado correspondente ao número ou posição da opção de entrada mostrada na tela.

Por exemplo, para selecionarmos a entrada em termopar tipo S (opção número 2 do menu), devemos pressionar o botão **{T-ON}**. Por outro lado, para selecionarmos a entrada de termopar tipo WRe25, basta pressionarmos o botão **{FN}**. Para cancelarmos a mudança, devemos pressionar o botão **{EXIT}**.

## Medição de Resistência

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para realizar medições de resistência pressionando o botão **{IN}**. O menu de seleção do tipo de entrada elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

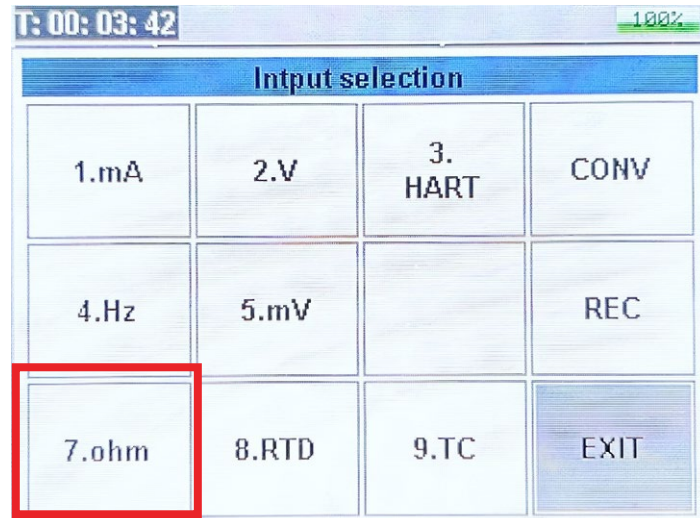



Figura 45 - Menu de seleção do tipo de entrada elétrica - opção resistência

A opção de medição de resistência é representada pela opção 7, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a medição de resistência é .

Após selecionar a opção de medição de resistência, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de medição de resistência será indicado pelo símbolo **IN: Resistor** na parte inferior da tela. Também na parte inferior da tela será mostrado valor de resistência em ohms medido pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

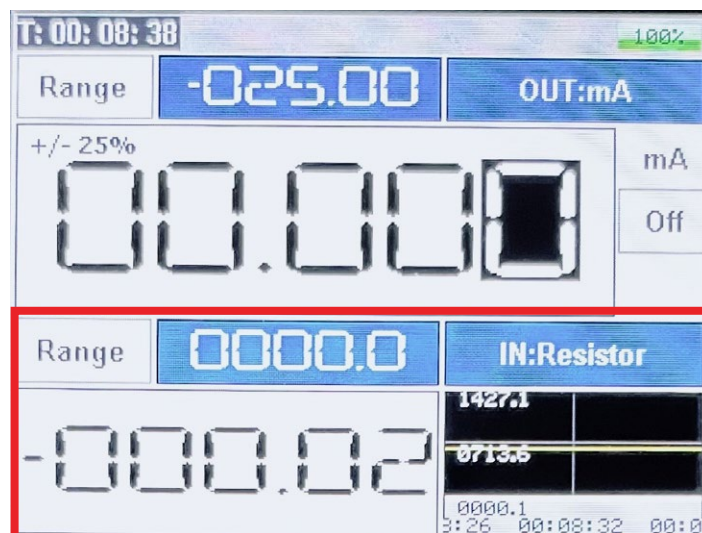


Figura 46 - Tela no modo de medição de resistência

Para medir uma resistência através do MCS375, é necessário conectar o MCS375 através dos pinos **IN-** e **IN+** do terminal elétrico ao dispositivo sob teste, conforme ilustrado na figura abaixo:

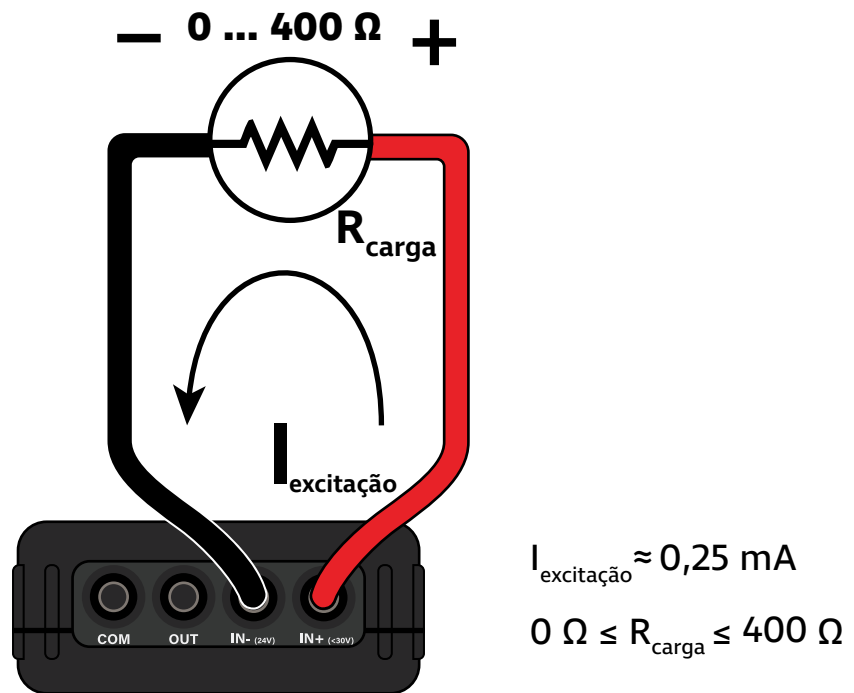


Figura 47 - Forma de conexão do MCS375 para medição de resistência



### Nota

Note que a medição de resistência do MCS375 é feita apenas a dois fios (figura número 47). Isso significa que a resistência dos cabos utilizados para conectar o calibrador à carga cuja resistência queremos medir irão afetar diretamente a medição do equipamento.

Abaixo iremos mostrar como esse erro pode ser corrigido através do menu de configuração da entrada de resistência.

Para modificar as configurações do modo de medição de resistência, pressione e segure o botão **{IN}** por alguns segundos. A tela de configuração da entrada de resistência será mostrada, conforme a imagem abaixo:

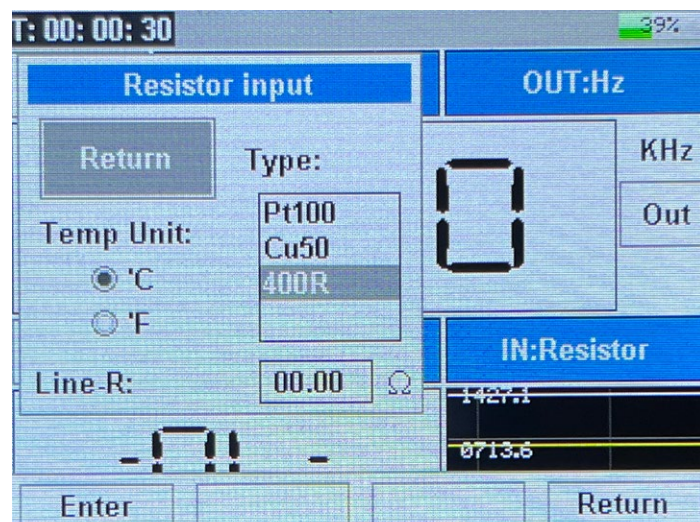


Figura 48 - Tela de configuração da entrada em resistência

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Temp Unit]**, que permite escolher a unidade de temperatura utilizada na medição de termorresistências. Essa configuração se aplica somente à medição de termorresistências, conforme descrito na próxima seção.

A configuração **[Type]** permite escolhermos o tipo de medição de resistência: ohms (opção **[400R]**), sensor de temperatura tipo Pt100 (opção **[Pt100]**) ou sensor de temperatura tipo Cu50 (opção **[Cu50]**). Também podemos modificar essa configuração usando o botão **{I-TY}** na tela de medição e geração.

Finalmente, a configuração **[Line-R]** permite corrigirmos a resistência dos cabos de ligação nas nossas medições. O valor de resistência inserido nessa configuração será subtraído das medições do calibrador MCS375, e portanto, devemos entrar o valor que corresponde à resistência dos cabos utilizados.

Na prática, antes de conectarmos a resistência que será medida, podemos colocar os cabos de medição em curto e anotar o valor medido pelo MCS375. Em seguida, podemos inserir esse valor na configuração **[Line-R]** antes de medirmos a resistência do dispositivo sob teste, garantindo assim uma medição mais correta.

## Ligação em curto-circuito

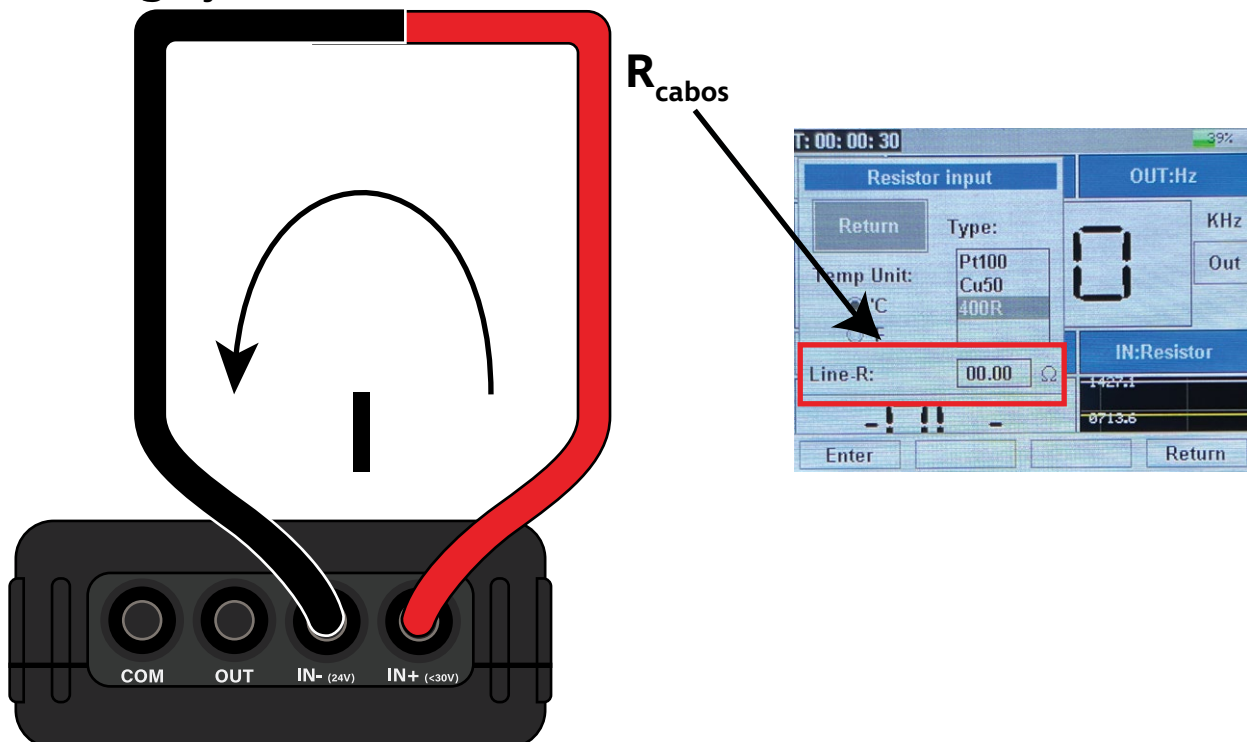


Figura 49 - Realizando a correção da resistência dos cabos

## Medição de Termorresistências (Pt100, Cu50)

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para realizar medições de temperatura por termorresistências pressionando o botão **{IN}**. O menu de seleção do tipo de entrada elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

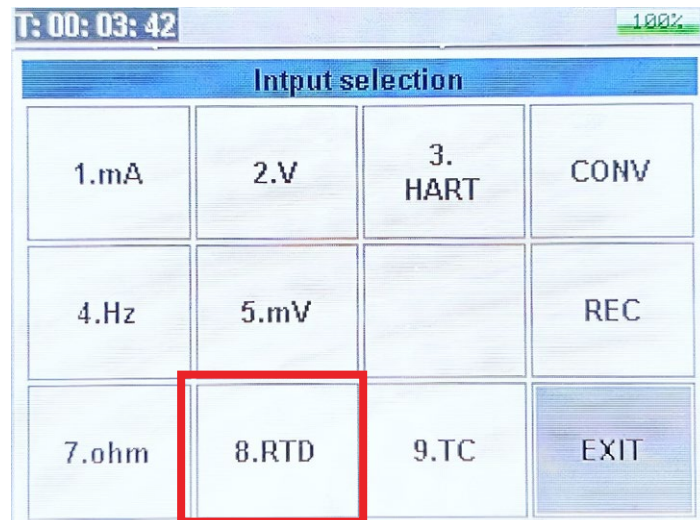



Figura 50 - Menu de seleção do tipo de entrada elétrica - opção termorresistência

A opção de medição de termorresistências é representada pela opção 8, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a medição de termorresistências é .

Após selecionar a opção de medição de temperatura por termorresistência, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de medição de resistência será indicado pelo símbolo **IN: PT100** na parte inferior da tela. Também na parte inferior da tela será mostrado em números grandes o valor de temperatura medido pelo MCS375 através da termorresistência, e logo acima o valor correspondente de resistência em ohms, conforme a figura abaixo.

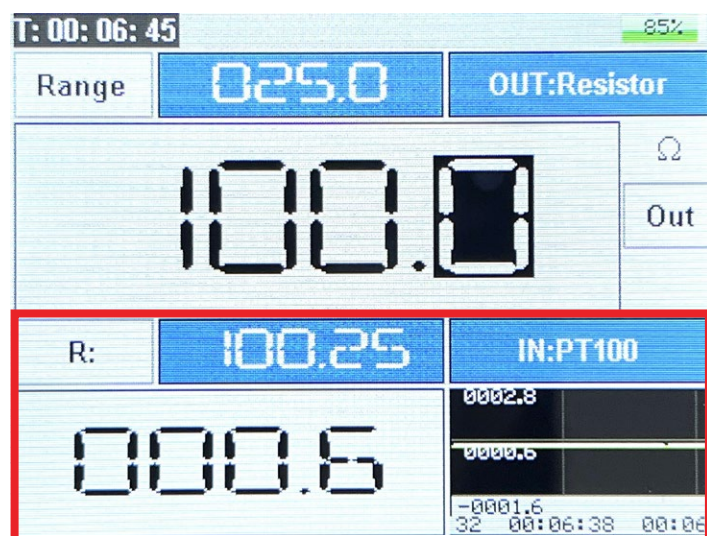


Figura 51 - Tela no modo de medição de temperatura por termorresistências

Para medir uma termorresistência através do MCS375, é necessário conectar o MCS375 através dos pinos **IN-** e **IN+** do terminal elétrico ao sensor de termorresistência, conforme ilustrado na figura abaixo:

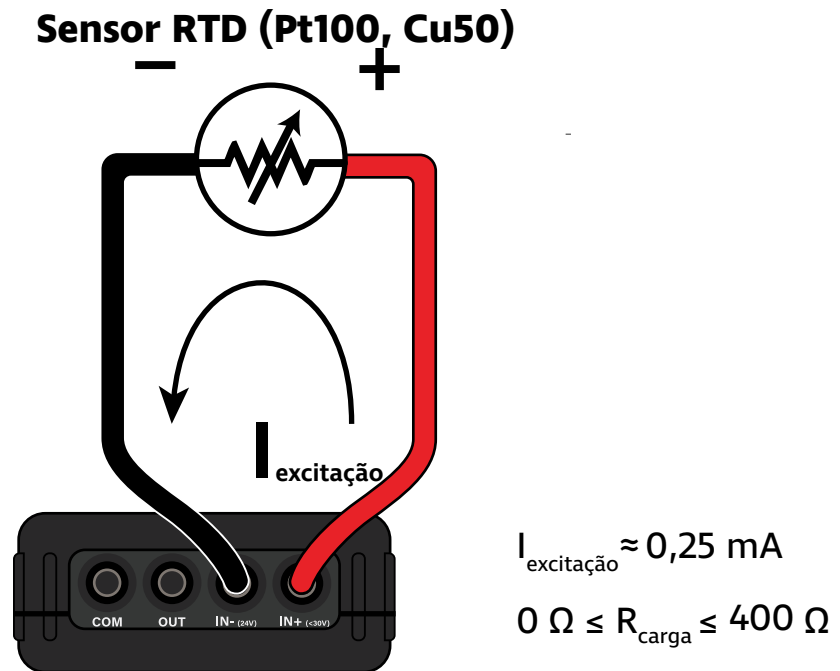


Figura 52 - Forma de conexão do MCS375 para medição de termorresistência



### Nota

Note que a medição de sensores RTD do MCS375 é feita apenas a dois fios (figura número 52). Isso significa que a resistência dos cabos utilizados para conectar o calibrador ao sensor RTD que queremos medir irão afetar diretamente a medição do equipamento.

Abaixo iremos mostrar como esse erro pode ser corrigido através do menu de configuração da entrada de resistência.

Para modificar as configurações do modo de medição de termorresistências, pressione e segure o botão **{IN}** por alguns segundos. A tela de configuração da entrada de resistência será mostrada, conforme a imagem abaixo:

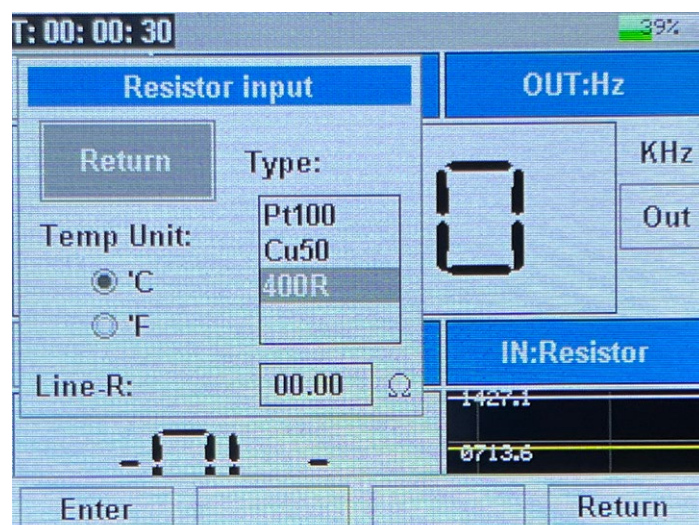


Figura 53 - Tela de configuração da entrada em termorresistência

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Temp Unit]**, que permite escolher a unidade de temperatura utilizada na medição de temperatura através das termorresistências. Essa configuração se aplica somente à medição de termorresistências, conforme descrito na próxima seção.

A configuração **[Type]** permite escolhermos o tipo do sensor de termorresistência: tipo Pt100 (opção **[Pt100]**), tipo Cu50 (opção **[Cu50]**), ou medição pura de resistência (opção **[400R]**). Também podemos modificar essa configuração usando o botão **{I-TY}** na tela de medição e geração.

Finalmente, a configuração **[Line-R]** permite corrigirmos a resistência dos cabos de ligação nas nossas medições. O valor de resistência inserido nessa configuração será subtraído das medições do calibrador MCS375, e portanto, devemos entrar o valor que corresponde à resistência dos cabos utilizados.

Na prática, antes de conectarmos o sensor RTD que queremos medir, podemos colocar os cabos de medição em curto e anotar o valor medido pelo MCS375. Em seguida, podemos inserir esse valor na configuração **[Line-R]** antes de medirmos a resistência do dispositivo sob teste, garantindo assim uma medição mais correta.

## Ligação em curto-circuito

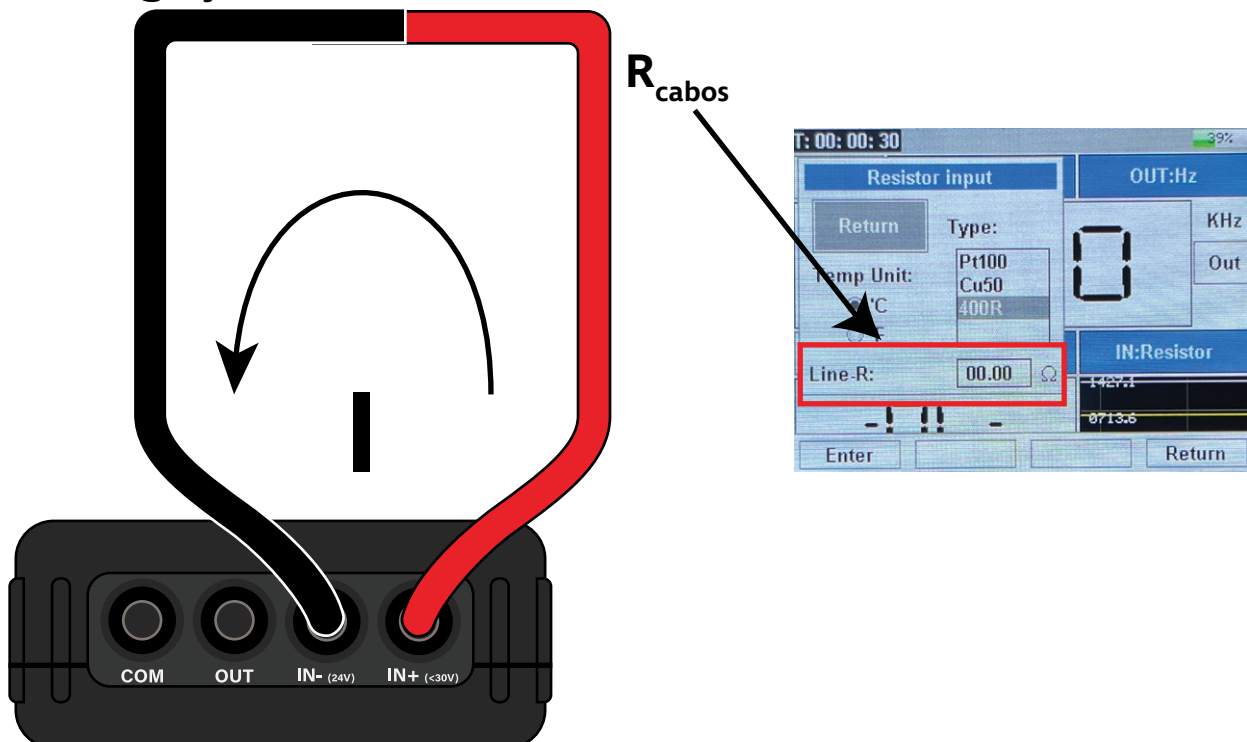


Figura 54 - Realizando a correção da resistência dos cabos

## Geração de Tensão

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para gerar tensões de 0 até 20 V pressionando o botão **{OUT}**. O menu de seleção do tipo de saída será mostrado, conforme a figura abaixo:

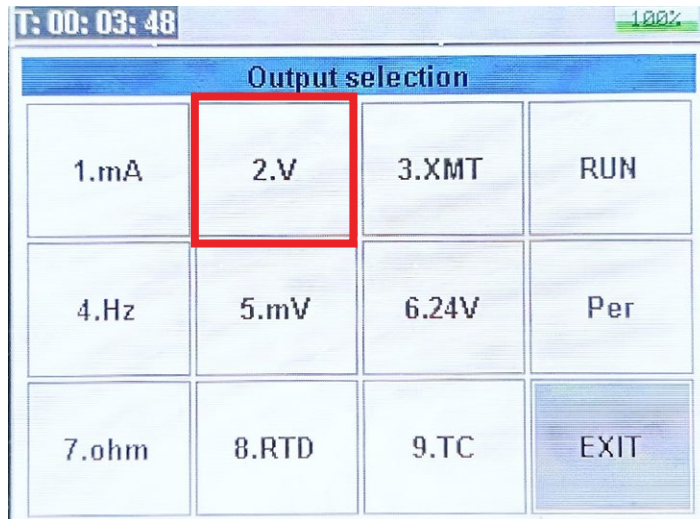


Figura 55 - Menu de seleção do tipo de saída elétrica - opção tensão

A opção de geração de tensão é representada pela opção 2, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a geração de tensão é **{T-ON}**.

Após selecionar o modo de geração de tensão, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração. O modo de geração de corrente será indicado pelo símbolo **OUT: V** na parte superior da tela. Também na parte superior da tela será mostrado valor de corrente em volts gerado pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

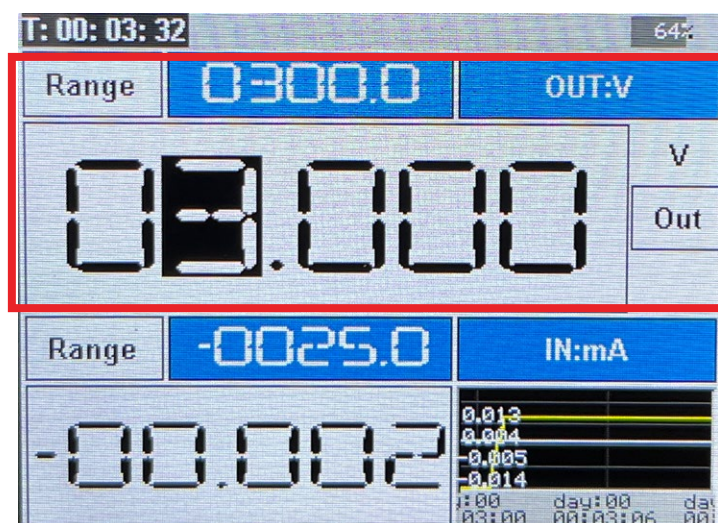


Figura 56 - Tela no modo de geração de tensão

Para modificarmos o valor gerado pelo calibrador, podemos utilizar os botões ◀ e ▶ para selecionar um dos dígitos do valor gerado e em seguida podemos utilizar os botões ▲ e ▼ para modificar o valor do dígito.

Além disso, podemos utilizar o botão **{REST}** para colocar a saída em 0 V. Ao pressionarmos o botão **{EXIT}** podemos abrir o diálogo de digitação do valor da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada". Finalmente, o botão **{T-ON}** pode ser utilizado para ativar ou desativar a saída.

Para gerarmos tensões através do MCS375, é necessário conectarmos o MCS375 ao dispositivo sob teste que receberá a tensão através dos pinos **COM** e **OUT** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

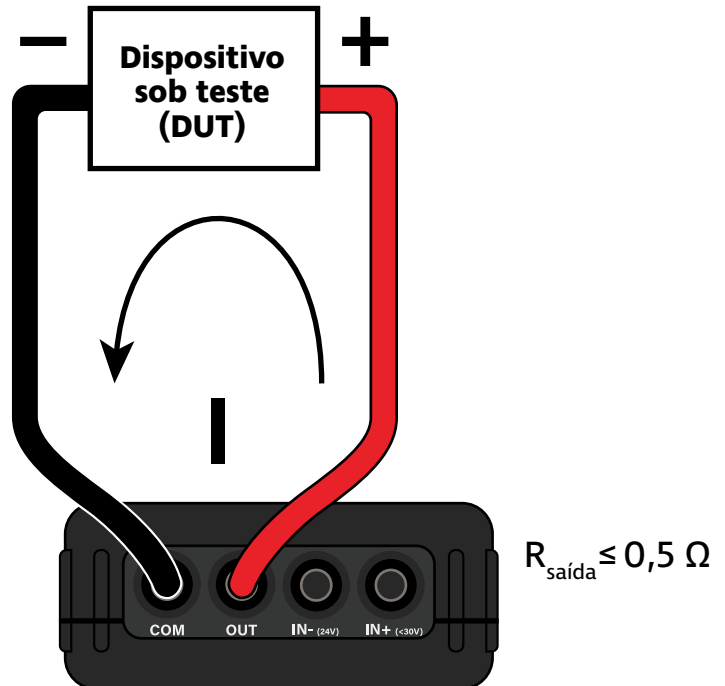


Figura 57 - Forma de conexão do MCS375 para geração de tensão

Para modificar as configurações do modo de geração de tensão, pressione e segure o botão **{OUT}** por alguns segundos. A tela de configuração da saída de corrente será mostrada como na imagem abaixo:

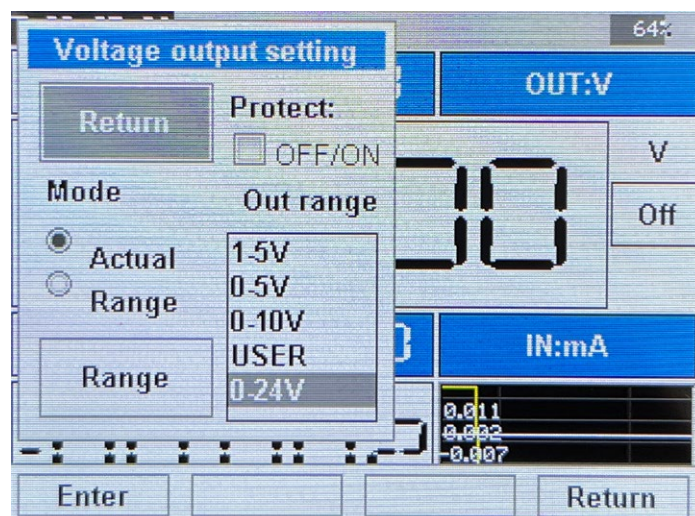


Figura 58 - Tela de configuração da saída de tensão

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Mode]**, que permite escolher se o valor de geração controlado será o valor em volts (opção **[Actual]**) ou o valor em porcentagem da faixa configurada (opção **[Range]**). É possível modificar essa configuração diretamente na tela de medição e geração pressionando o botão **{O-TY}**.

Em seguida encontramos o botão **[Range]**. Ao selecionarmos esse botão, a tela de configurações de faixa de saída será aberta, e poderemos alterar a faixa da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada".

Retornando à tela geral de configurações da saída de tensão (figura número 56), encontramos a configuração **[Protect]**. Quando ativada (isto é, a caixa de seleção estiver marcada), essa configuração irá fazer com que a saída de tensão seja desativada se um curto-circuito for detectado na saída por mais de 2 segundos.

Finalmente, a configuração **[Out range]** permite definirmos os limites de geração de tensão. As opções disponíveis são: 0 a 24 volts, 0 a 12 volts, 1 a 5 volts, 0 a 5 volts, 0 a 10 volts, opção **[USER]** que irá definir os limites conforme os valores dos parâmetros de saída elétrica da tela **[Range]**.

Uma vez que a configuração **[Out range]** é alterada, a geração de tensão ficará limitada nos valores escolhidos, não sendo possível gerar tensões abaixo do limite inferior ou acima do limite superior.

Para gerar tensões fora do limite selecionado, é necessário alterar a configuração do parâmetro **[Out range]** novamente.

## Geração de Corrente

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para gerar correntes de forma ativa (isto é, com fonte de alimentação interna) pressionando o botão **{OUT}**. O menu de seleção do tipo de saída elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

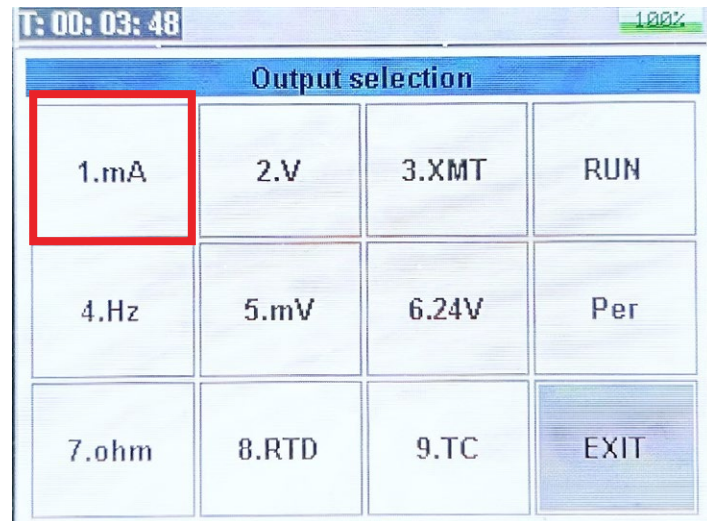


Figura 59 - Menu de seleção do tipo de saída elétrica - opção corrente ativa

A opção de geração de corrente é representada pela opção 1, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a geração de corrente é **{IN}**.

Após selecionar o modo de geração de corrente, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de geração de corrente ativa será indicado pelo símbolo **OUT: mA** na parte superior da tela. Também na parte superior da tela será mostrado valor de corrente em miliampères gerado pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

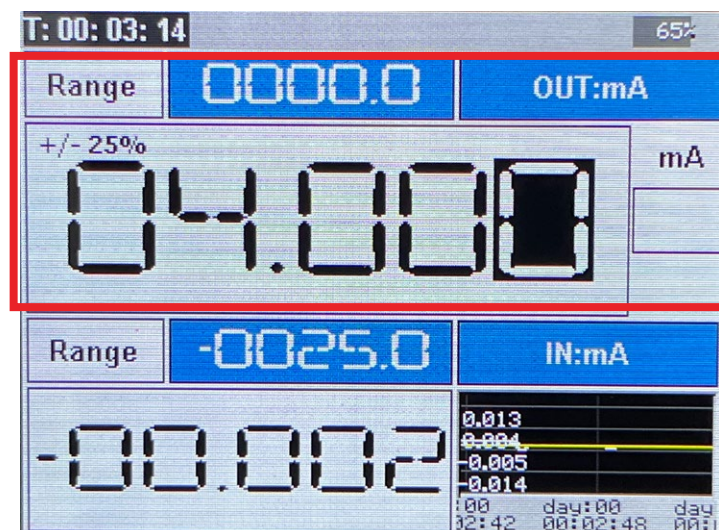




Figura 60 - Tela no modo de geração de corrente

Para modificarmos o valor gerado pelo calibrador, podemos utilizar os botões ◀ e ▶ para selecionar um dos dígitos do valor gerado e em seguida podemos utilizar os botões ▲ e ▼ para modificar o valor do dígito. Podemos ainda utilizar as setas de navegação lateral ◀ e ▶ para selecionar a opção **+/-25%**

indicada acima do valor gerado. Em seguida, usando as teclas  e , podemos aumentar e diminuir a corrente controlada em incrementos de 4 mA.

Além disso, podemos utilizar o botão **{REST}** para colocar a saída em 0 mA. Ao pressionarmos o botão **{EXIT}** podemos abrir o diálogo de digitação do valor da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada". Finalmente, o botão **{T-ON}** pode ser utilizado para ativar ou desativar a saída.

Para gerarmos correntes através do MCS375, é necessário conectá-lo ao dispositivo sob teste que receberá a corrente ativa através dos pinos **COM** e **OUT** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

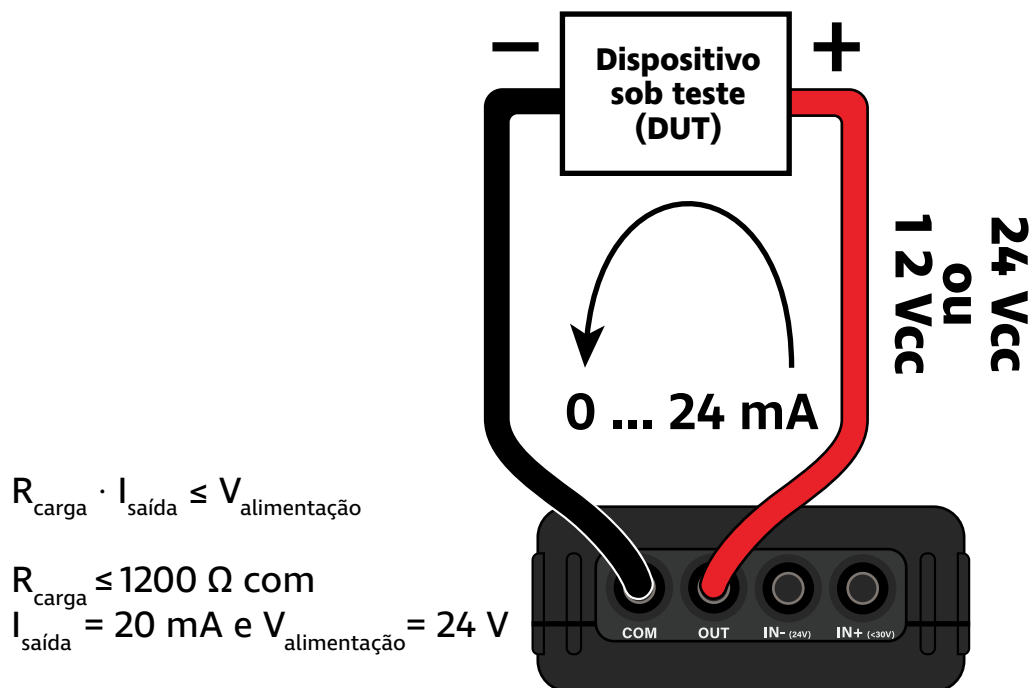


Figura 61 - Forma de conexão do MCS375 para geração ativa de corrente

É importante notar que caso o circuito ao qual o MCS375 for conectado estiver aberto ou possuir uma resistência muito alta, a geração de corrente não será possível. Nesse caso, a falha na geração de corrente será indicada pelo símbolo OC que irá piscar no canto direito da tela próximo ao valor de corrente gerada, como ilustrado na imagem abaixo:

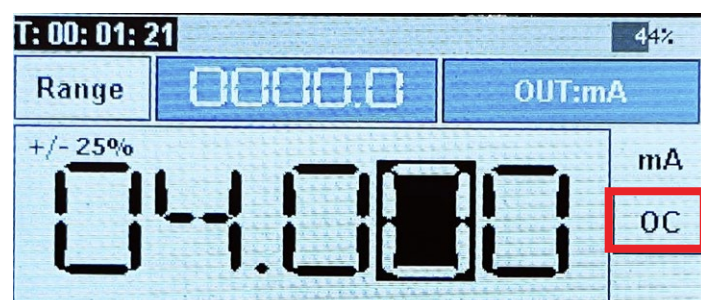


Figura 62 - Indicação de falha na geração ativa de corrente

Para modificar as configurações do modo de geração de corrente, pressione e segure o botão **{OUT}** por alguns segundos. A tela de configuração da saída de corrente será mostrada como na imagem abaixo:

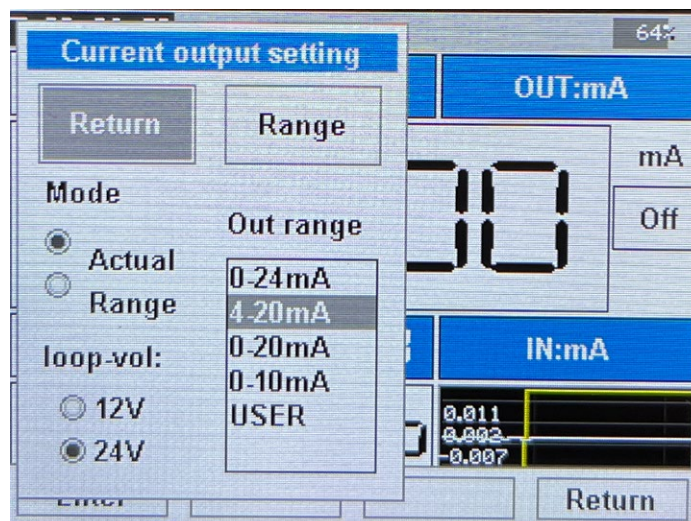


Figura 63 - Tela de configuração da saída de corrente

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Mode]**, que permite escolher se o valor de geração indicado será o valor em miliamperes (opção **[Actual]**) ou o valor da faixa configurada (opção **[Range]**). É possível modificar essa configuração diretamente na tela de medição e geração pressionando o botão **{O-TY}**.

Em seguida encontramos a configuração **[loop-vol]**, que permite escolhermos se a tensão utilizada para alimentar o circuito será de 12 volts ou 24 volts.

Na parte superior da tela, o botão **[Range]** dá acesso às configurações da faixa de geração em miliamperes, e os valores correspondentes em porcentagem, conforme explicado na seção "Variável Gerada".

Finalmente, a configuração **[Out range]** permite definirmos os limites de geração de corrente. As opções disponíveis são: 0 a 24 miliamperes, 4 a 20 miliamperes, 0 a 20 miliamperes, 0 a 10 miliamperes, e a opção **[USER]** que irá definir os limites conforme os valores dos parâmetros de saída elétrica da tela **[Range]**.

Uma vez que a configuração **[Out range]** é alterada, a geração de corrente ficará limitada nos valores escolhidos, não sendo possível gerar correntes abaixo do limite inferior ou acima do limite superior. Para gerar correntes fora do limite selecionado, é necessário alterar a configuração do parâmetro **[Out range]** novamente.

## Simulação de Corrente/ Transmissor (XMT)

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para simular transmissores gerando correntes de forma passiva (isto é, sem fonte de alimentação interna) pressionando o botão **{OUT}**. O menu de seleção do tipo de saída elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

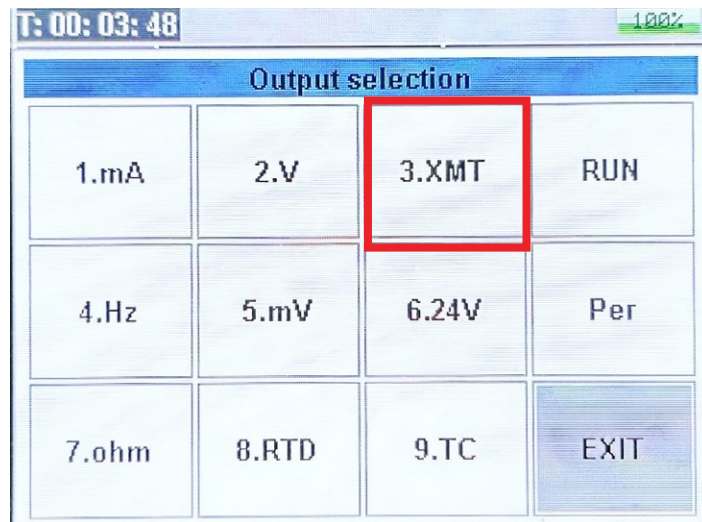


Figura 64 - Menu de seleção do tipo de saída elétrica - opção simulação transmissor

A opção de simulação de transmissores (também conhecida como XMT, modo transmissor, ou simulação de transmissor) é representada pela opção 3, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para simular correntes é **{OUT}**.

Após selecionar o modo de simulação de corrente, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de simulação de corrente será indicado pelo símbolo **OUT: XMT** na parte superior da tela. Também na parte superior da tela será mostrado valor de corrente em miliamperes controlado pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

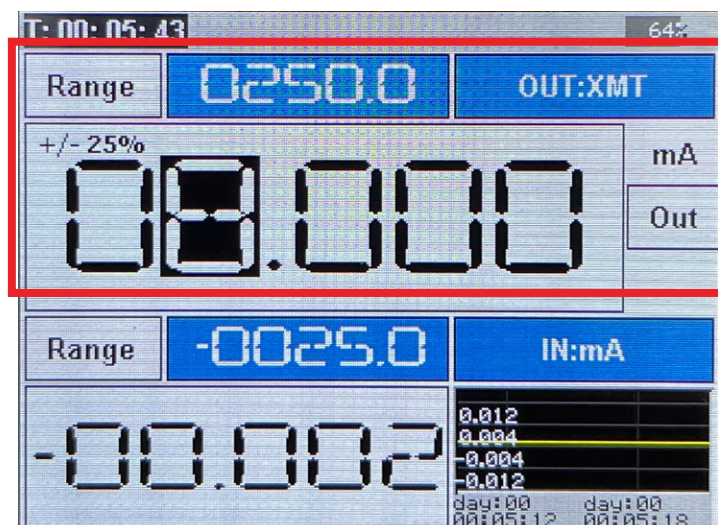


Figura 65 - Tela no modo de simulação de corrente/transmissor

Para modificarmos o valor controlado pelo calibrador, podemos utilizar os botões ◀ e ▶ para selecionar um dos dígitos do valor gerado e em seguida podemos utilizar os botões ▲ e ▼ para modificar o valor do dígito.

Também podemos ainda utilizar as setas de navegação lateral ◀ e ▶ para selecionar a opção **+/-25%** indicada acima do valor gerado. Em seguida, usando as teclas ▲ e ▼, podemos aumentar e diminuir a corrente controlada em incrementos de 4 mA.

Além disso, podemos utilizar o botão **{REST}** para colocar a saída em 0 mA. Ao pressionarmos o botão **{EXIT}** podemos abrir o diálogo de digitação do valor da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada". Finalmente, o botão **{T-ON}** pode ser utilizado para ativar ou desativar a saída.

Para simularmos correntes/transmissores através do MCS375, é necessário conectar o MCS375 ao circuito sob teste cuja corrente será controlada através dos pinos **COM** e **OUT** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

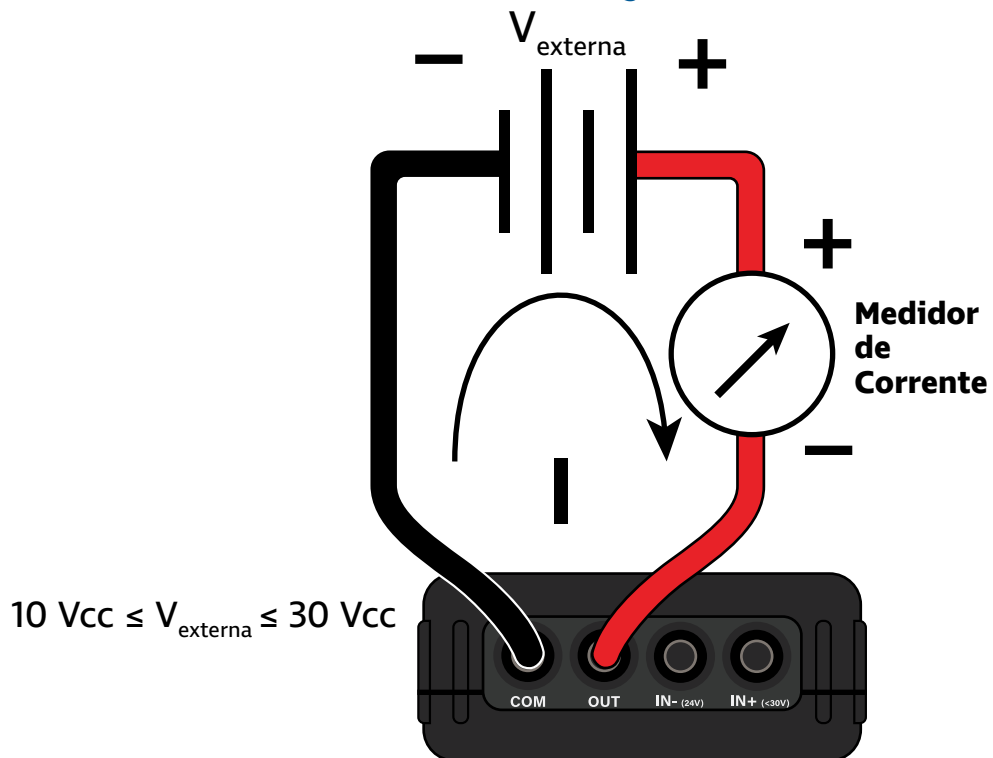


Figura 66 - Forma de conexão do MCS375 para simulação de transmissor/corrente

É importante notar que caso o circuito ao qual o MCS375 for conectado estiver aberto ou possuir uma resistência muito alta, a simulação de corrente não será possível. Nesse caso, a falha na simulação de corrente/transmissor será indicada pelo símbolo OC (Open Circuit) que irá piscar no canto direito da tela próximo ao valor de corrente.

Para modificar as configurações do modo de simulação de transmissor/corrente, pressione e segure o botão **{OUT}** por alguns segundos. A tela de configuração da saída será mostrada como na imagem abaixo:

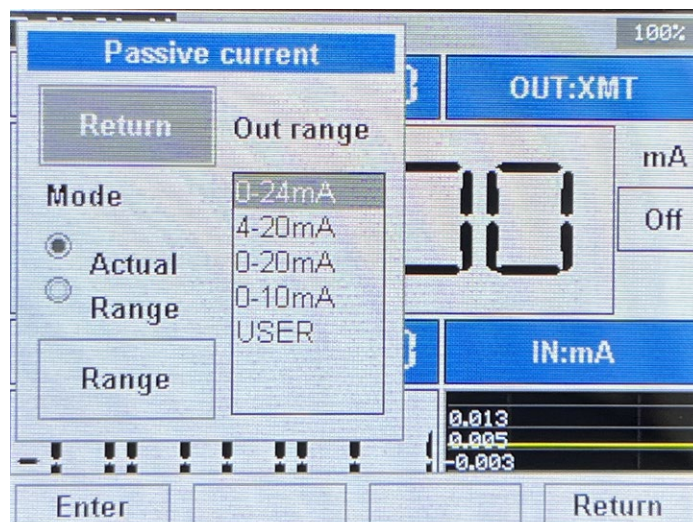


Figura 67 - Tela de configuração da simulação de corrente

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Mode]**, que permite escolher se o valor controlado será o valor em miliamperes (opção **[Actual]**) ou o valor em porcentagem da faixa configurada (opção **[Range]**).

Na parte inferior da tela, o botão **[Range]** dá acesso às configurações da faixa de simulação da corrente em miliamperes, e os valores correspondentes em porcentagem, conforme explicado na seção "Variável Gerada".

Finalmente, a configuração **[Out range]** permite definirmos os limites de simulação de corrente. As opções disponíveis são: 0 a 24 miliamperes, 4 a 20 miliamperes, 0 a 20 miliamperes, 0 a 10 miliamperes, e a opção **[USER]** que irá definir os limites conforme os valores dos parâmetros de saída elétrica da tela **[Range]**.

Uma vez que a configuração **[Out range]** é alterada, os valores da saída ficarão limitados nos valores escolhidos, não sendo possível controlar correntes abaixo do limite inferior ou acima do limite superior. Para simular correntes fora do limite selecionado, é necessário alterar a configuração do parâmetro **[Out range]** novamente.

## Geração de Frequência

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para gerar frequências pressionando o botão **{OUT}**. O menu de seleção do tipo de saída elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

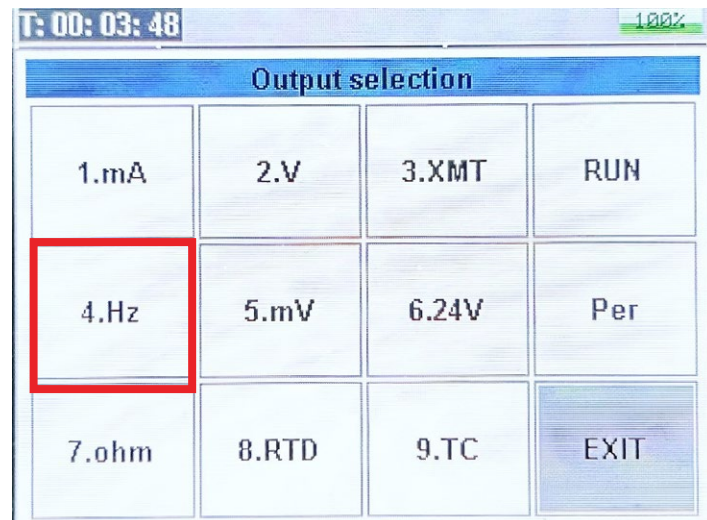


Figura 68 - Menu de seleção do tipo de saída elétrica - opção geração de frequência

A opção de geração de frequência é representada pela opção 4, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a geração de frequência é **{I-TY}**.

Após selecionar o modo de geração de frequência, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de simulação de corrente será indicado pelo símbolo **OUT: Hz** na parte superior da tela. Também na parte superior da tela será mostrado valor de frequência em hertz ou quilohertz controlado pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

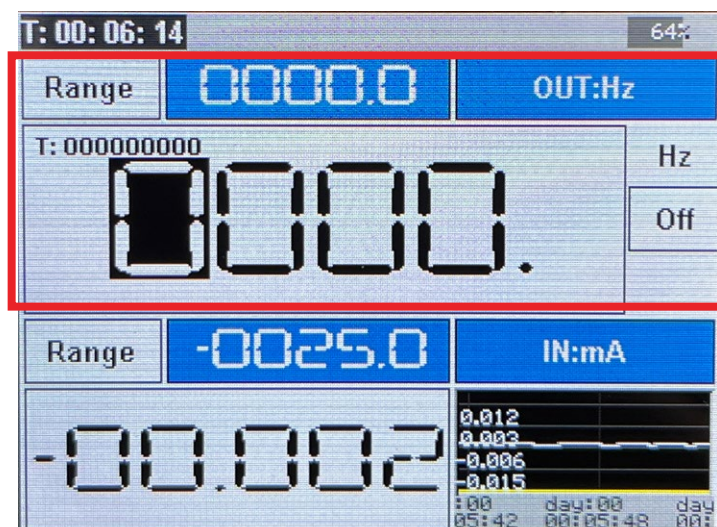


Figura 69 - Tela no modo de geração de frequência (Hz e kHz)

Para modificarmos o valor gerado pelo calibrador, podemos utilizar os botões ◀ e ▶ para selecionar um dos dígitos do valor gerado e em seguida podemos utilizar os botões ▲ e ▼ para modificar o valor do dígito.

Podemos utilizar o botão **{REST}** para colocar a saída em 0 Hz. Ao pressionarmos o botão **{EXIT}** podemos abrir o diálogo de digitação do valor da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada". Finalmente, o botão **{T-ON}** pode ser utilizado para ativar ou desativar a saída.

Para modificar as configurações do modo de geração de frequência, pressione e segure o botão **{OUT}** por alguns segundos. A tela de configuração da saída será mostrada como na imagem abaixo:

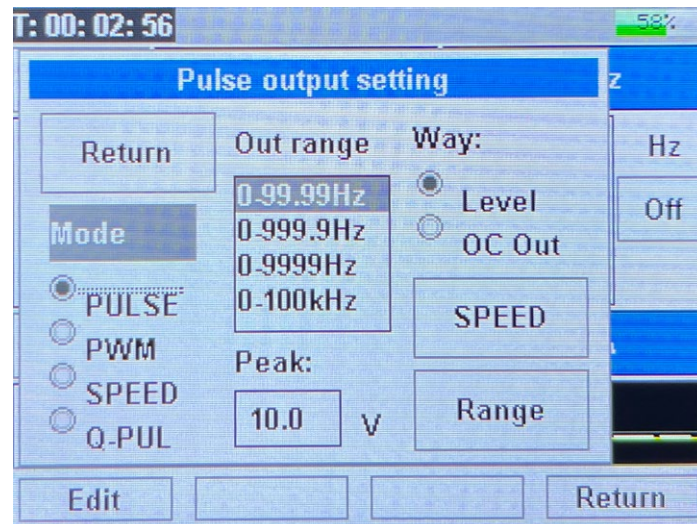


Figura 70 - Tela de configuração da geração de frequência

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Mode]**, que permite escolher qual é o tipo de geração de frequência. As opções são:

- **[PULSE]**: Geração padrão de frequência através de pulsos. Você poderá escolher o valor da frequência em hertz ou quilohertz será gerado.
- **[PWM]**: Geração de PWM ou modulação por largura de pulso. Você poderá escolher o valor do **duty cycle** gerado e a frequência do sinal.
- **[SPEED]**: Geração de frequência em revoluções por hora (rph), repetições por minuto (rpm) ou repetições por segundo (rps).
- **[Q-PUL]**: Geração de quantidade de pulsos. Permite definir o período do sinal de pulso em milissegundos e um número de pulsos a serem gerados.

Também é possível alterarmos o modo de geração de frequência na tela de medição e geração pressionando e segurando o botão **{O-TY}**.

A configuração **[Out range]** permite escolher qual é a faixa de geração de frequência no modo **PULSE**, desde 0 a 99.999 Hz até 0 a 100 kHz.

A configuração **[Peak]** possibilita escolhermos o pico de tensão do sinal de frequência gerado. Por padrão, o valor dessa configuração é 10 volts, mas pode ser aumentado até 24 volts.

A configuração **[Way]** permite selecionar o tipo do sinal de frequência gerado. Na opção **[Level]**, o sinal de frequência gerado é ativo e corresponde a variações de tensão com o pico definido pelo parâmetro **[Peak]**. Na opção **[OC out]** (Open Collector Out), o sinal de frequência é passivo, e o MCS375 deve ser conectado a um circuito com fonte de alimentação externa.

O botão **[SPEED]** na parte inferior da tela acessamos as configurações da geração de frequência no modo **SPEED**.

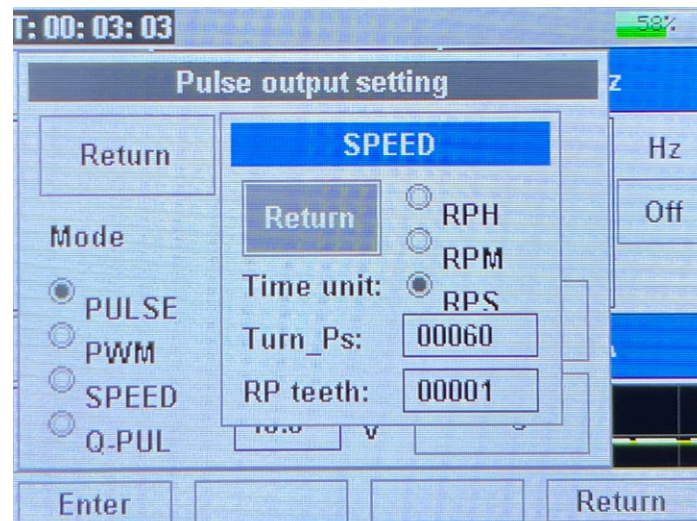


Figura 71 - Tela de configuração da geração de frequência - modo SPEED

As configurações disponíveis no menu **SPEED** são:

- **[Time unit]**: Permite selecionarmos a unidade de velocidade. Podemos escolher entre em repetições/revoluções por hora (RPH), repetições/revoluções por minuto (RPM) ou repetições/revoluções por segundo (RPS).
- **[Turn\_Ps]**: Número de pulsos por repetição/rotação. Pensando que a velocidade representa a rotação de uma engrenagem e que cada dente da engrenagem gera um pulso por vez durante a rotação, essa configuração representaria o número de dentes da engrenagem. Por exemplo, se selecionarmos a unidade RPS (rotações por segundo) e definirmos o valor desse parâmetro em 60, ao colocarmos a saída em 1 RPS (uma rotação por segundo), 60 pulsos serão gerados por segundo.
- **[RP teeth]**: Esse parâmetro representa o número de "dentes ausentes" na engrenagem. Seu valor pode ser de 0 até **Turn\_Ps**. Por exemplo, se definirmos **Turn\_Ps** em 60 e **RP teeth** em 10 com velocidade de 1 RPS, ao invés de gerarmos 60 pulsos em 1 segundo, apenas 50 pulsos serão gerados (**Turn\_Ps - RP teeth**), e os últimos 10 pulsos serão eliminados, com a saída fixa em 0 volts durante o período desses 10 pulsos.

Retornando ao menu principal de configurações da geração de frequência, também na parte inferior da tela, o botão **[Range]** dá acesso às configurações de limites da faixa em hertz (Hz), e os valores correspondentes em porcentagem.

Para gerarmos frequências através do MCS375, é necessário conectar o calibrador ao circuito sob teste que receberá o sinal de frequência através dos pinos **COM** e **OUT** do terminal elétrico. Com a configuração **[Way]** no modo **[Level]**, a ligação deve ser feita conforme ilustrado na figura abaixo:

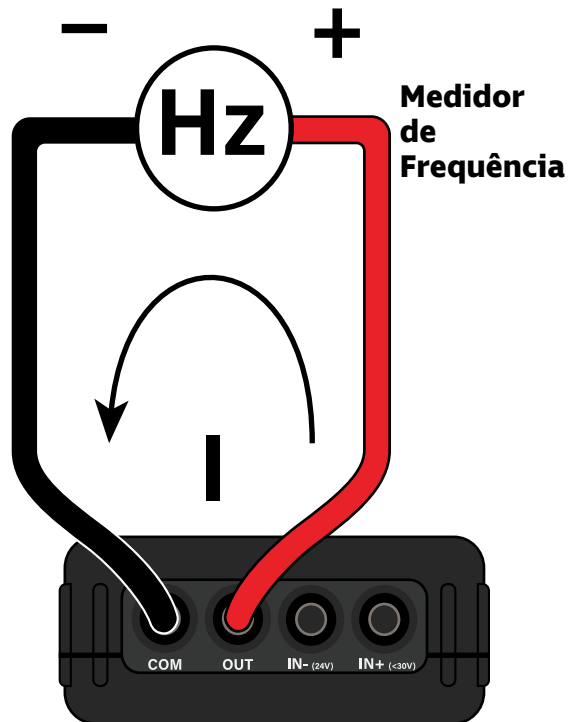


Figura 72 - Forma de conexão do MCS375 para geração de frequência (modo Level)

Com a configuração **[Way]** no modo **[OC out]** (Open Collector Output) a ligação deve ser feita conforme ilustrado na figura abaixo:

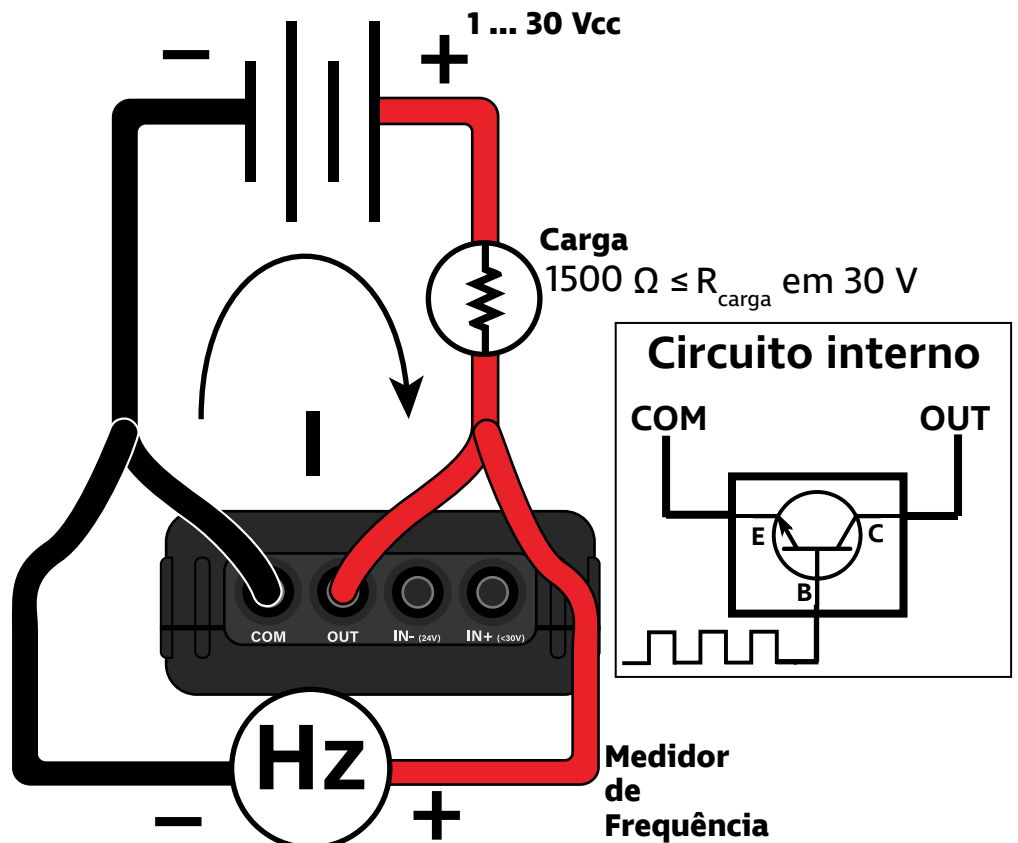


Figura 73 - Forma de conexão do MCS375 para geração de frequência (OC out)

No modo **PULSE** de geração de frequência (indicado por **OUT: Hz**) podemos definir um valor em hertz ou quilohertz para o MCS375 gerar.

Podemos alterar a faixa de geração de frequência desse modo pressionando o botão **{O-TY}**. Logo acima do valor da frequência gerada será mostrado o símbolo **T:** seguido pelo tempo em milissegundos ou microssegundos correspondente ao período da frequência selecionada. Na parte superior da tela também será mostrado o símbolo Range, seguido de porcentagem da faixa de saída correspondente à frequência gerada.

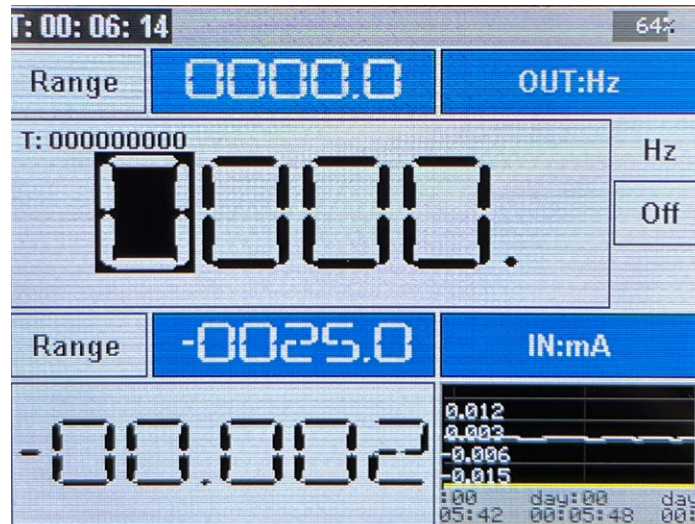


Figura 74 - Tela de medição e geração - saída de frequência no modo PULSE

No modo **PWM** de geração de frequência (indicado por **PULSE: PWM**), podemos definir um valor em porcentagem que corresponde ao percentual em que o sinal de pulso ficará ativo.

Logo acima do valor de porcentagem, será mostrado o símbolo **Fre** seguido por um número. Esse número representa o valor em hertz da frequência do sinal PWM.

Para modificar esse valor, devemos pressionar o botão **{O-TY}** e utilizarmos as teclas de navegação para alterarmos os dígitos do valor de frequência. Para retornarmos o foco para a seleção da porcentagem do PWM, basta pressionarmos **{O-TY}** novamente.

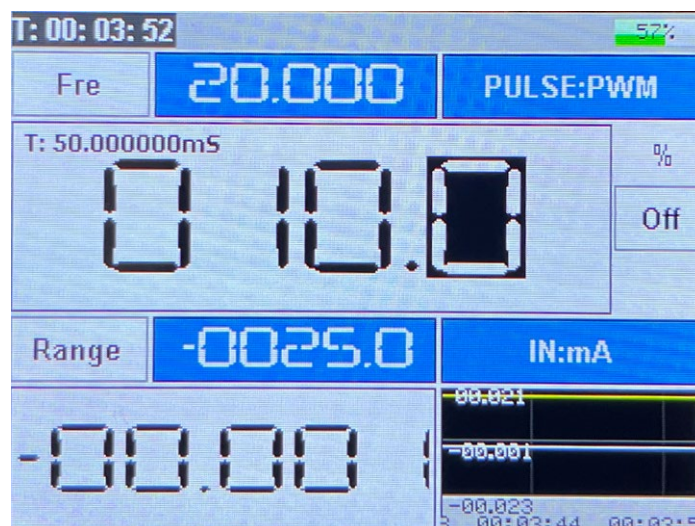


Figura 75 - Tela de medição e geração - saída de frequência no modo PWM

No modo **SPEED** de geração de frequência (indicado por **PULSE: RPS/RPM/RPH**), podemos definir um valor em repetições/ rotações por segundo (rps), por minuto (rpm) ou por hora (rph) que será utilizado para definir a frequência do sinal gerado.

No lado direito do valor de velocidade, a unidade utilizada será mostrada. Acima do valor gerado, temos o símbolo **Fre** seguido pelo valor em hertz da frequência do sinal gerado. A frequência é calculada multiplicando o valor da configuração **[Turn\_Ps]** mencionada anteriormente pelo valor da velocidade em rps.

Pressionando o botão **{O-TY}** podemos modificar o número de casas decimais disponíveis para o valor de velocidade gerado.

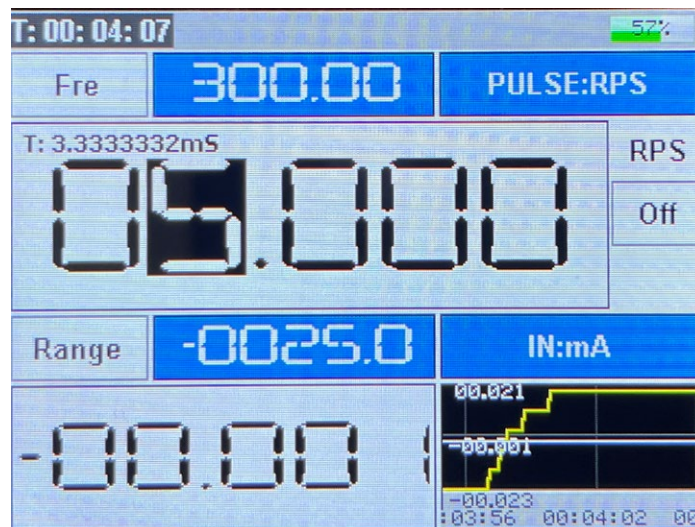


Figura 76 - Tela de medição e geração - saída de frequência no modo SPEED

No modo **Q-PUL** de geração de frequência (indicado por **PULSE: Q-PUL**), podemos definir um número de pulsos de frequência para gerar.

O valor no centro da tela corresponde ao número de pulsos que iremos gerar. Podemos alterar o período dos pulsos pressionando o botão **{O-TY}**. O valor do período em milissegundos é indicado na parte superior da tela, logo após o símbolo **Time:ms**.

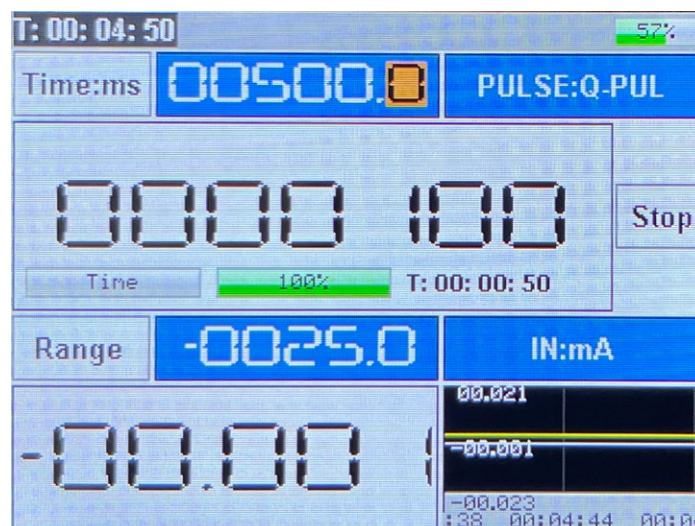


Figura 77 - Modo Q-PUL de geração de frequência - geração parada

Inicialmente, a palavra **Stop** será mostrada na direita da tela indicando que a geração de pulsos está em parada. Além disso, logo abaixo do número de pulsos, veremos uma barra indicando 100% (porcentagem da geração restante) e um valor de tempo em horas, minutos e segundos, que é o tempo total necessário para gerar os pulsos nas configurações selecionadas.

Para começarmos a geração de pulsos, devemos primeiro pressionar o botão **{T-ON}**. Isso irá fazer com que o LED de status de saída acenda, e a palavra no canto direito da tela mude para **Pause**. Isso indica que a geração de pulsos está pronta para ser iniciada, porém ainda está em pausa.

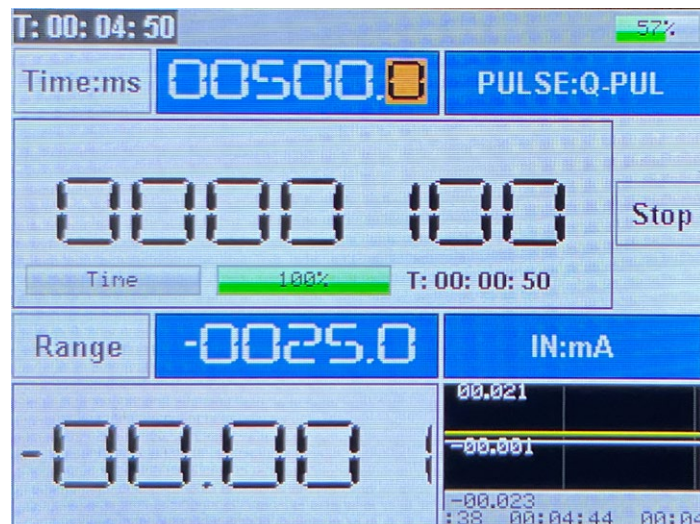


Figura 78 - Modo Q-PUL de geração de frequência - geração em pausa

Para iniciarmos a geração de pulsos, devemos pressionar o botão **▲**. A palavra **Run** será mostrada no canto direito da tela indicando que a geração de pulsos está em execução. Além disso, a contagem de pulsos começará a diminuir conforme os pulsos forem gerados, assim como a barra e o tempo, indicando o progresso da geração de pulsos. A barra com a palavra **Time** indicará o progresso de cada pulso gerado.

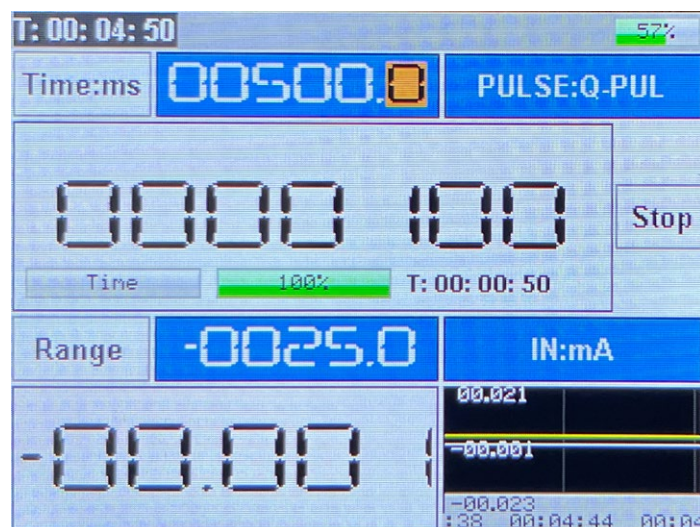


Figura 79 - Modo Q-PUL de geração de frequência - geração em execução

Podemos pausar a geração a qualquer momento pressionando **▼** ou para completamente e resetar pressionando **{O-TY}**.

## Geração de Milivolts

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para gerar tensões na escala de milivolts pressionando o botão **{OUT}**. O menu de seleção do tipo de saída elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

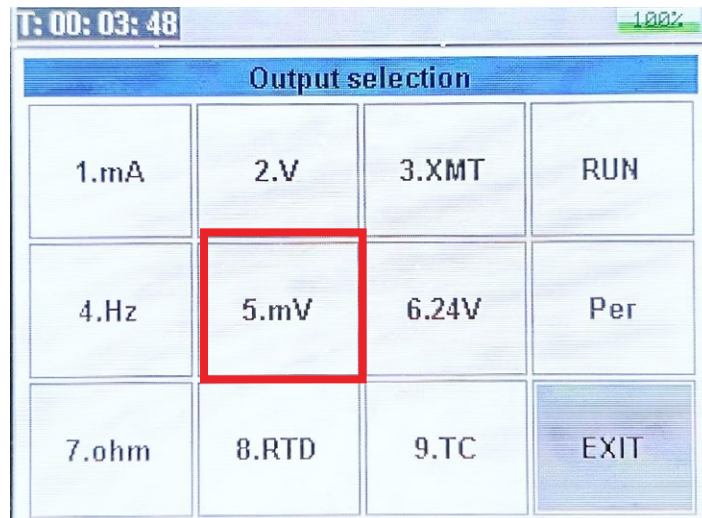



Figura 80 - Menu de seleção do tipo de saída elétrica - opção milivolts

A opção de geração de milivolts é representada pela opção 5, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a geração de tensão em milivolts é .

Após selecionar o modo de geração de milivolts, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de geração milivolts será indicado pelo símbolo **OUT: mV** na parte superior da tela. Também na parte superior da tela será mostrado valor de tensão em milivolts gerado pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

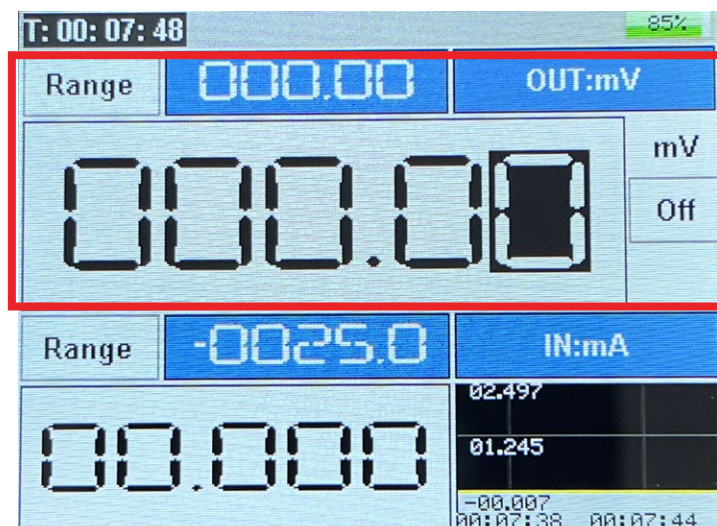






Figura 81 - Tela no modo de geração de milivolts

Para modificarmos o valor de milivolts gerado pelo calibrador, podemos utilizar os botões  e  para selecionar um dos dígitos do valor gerado e em seguida podemos utilizar os botões  e  para modificar o valor do dígito.

Além disso, podemos utilizar o botão **{REST}** para colocar a saída em 0 mV. Ao pressionarmos o botão **{EXIT}** podemos abrir o diálogo de digitação do valor da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada". Finalmente, o botão **{T-ON}** pode ser utilizado para ativar ou desativar a saída.

Para gerarmos milivolts através do MCS375, é necessário conectarmos o MCS375 ao dispositivo sob teste que receberá a tensão na escala de milivolts através dos pinos **COM** e **OUT** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

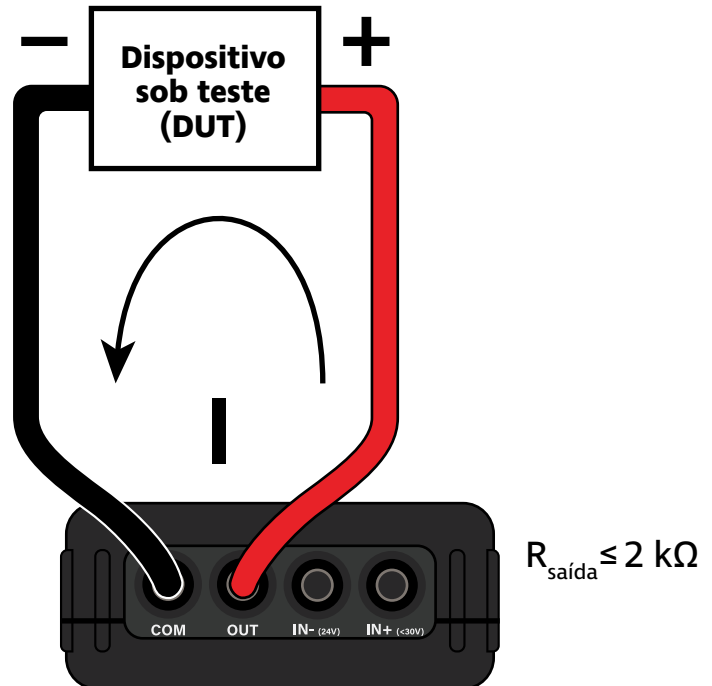


Figura 82 - Forma de conexão do MCS375 para geração de milivolts

Para modificar as configurações do modo de geração de milivolts, pressione e segure o botão **{OUT}** por alguns segundos. A tela de configuração da saída de milivolts será mostrada como na imagem abaixo:

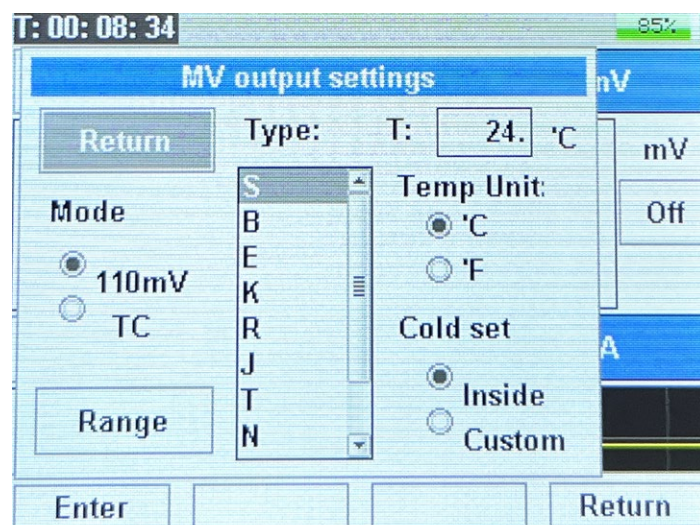


Figura 83 - Tela de configuração da saída de milivolts

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Mode]**, que permite escolher se o tipo de saída elétrica será milivolts (opção **[110mV]**) ou simulação de sensor termopar (opção **[TC]**). É possível modificar essa configuração diretamente na tela de medição e geração pressionando o botão **{O-TY}**.

Em seguida encontramos o botão **[Range]**. Ao selecionarmos esse botão, a tela de configurações de faixa de saída será aberta, e poderemos alterar a faixa da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada".

As configurações restantes se aplicam apenas ao modo de simulação de termopares, e serão explicados na seção a seguir.

## Simulação de Termopares

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para simular sensores do tipo termopar pressionando o botão **{OUT}**. O menu de seleção do tipo de saída elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

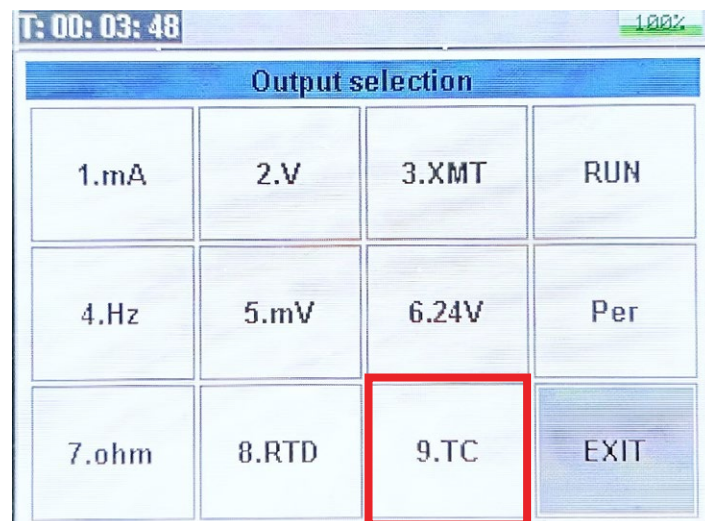



Figura 84 - Menu de seleção do tipo de saída elétrica - opção termopar

A opção de simulação de termopares é representada pela opção 9, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a simulação de sensores termopares é .

Após selecionar o modo de simulação de termopares, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de simulação de termopares será indicado pelo símbolo **OUT: XX** na parte superior da tela, onde XX indica o tipo do sensor termopar que está sendo simulado pelo calibrador MCS375. Também na parte superior da tela será mostrado valor de temperatura correspondente ao termopar simulado pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

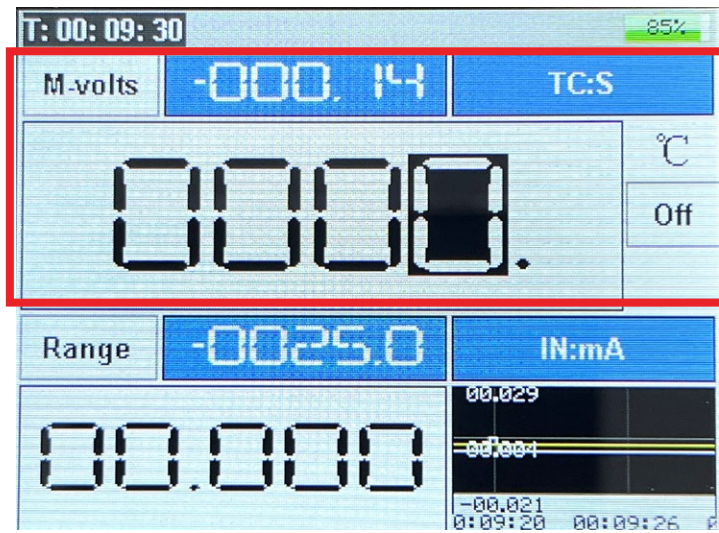


Figura 85 - Tela no modo de simulação de sensor termopar

Para modificarmos o valor de temperatura gerado pelo calibrador, podemos utilizar os botões ◀ e ▶ para selecionar um dos dígitos do valor gerado e em seguida podemos utilizar os botões ▲ e ▼ para modificar o valor do dígito.

Além disso, podemos utilizar o botão **{REST}** para colocar a saída em 0 graus Celsius ou 0 graus Fahrenheit. Ao pressionarmos o botão **{EXIT}** podemos abrir o diálogo de digitação do valor da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada". Finalmente, o botão **{T-ON}** pode ser utilizado para ativar ou desativar a saída.

Para simularmos a saída de um sensor termopar através do MCS375, é necessário conectarmos o MCS375 ao dispositivo sob teste que receberá a saída simulada através dos pinos **COM** e **OUT** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

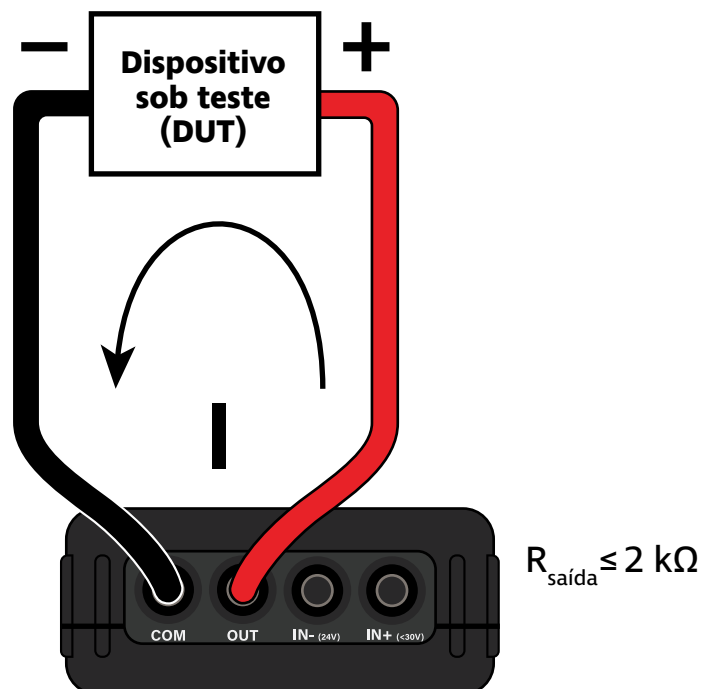


Figura 86 - Forma de conexão do MCS375 para simulação de termopares

Para modificar as configurações do modo de simulação de sensores do tipo termopar, pressione e segure o botão **{OUT}** por alguns segundos. A tela de configuração da saída de termopar será mostrada como na imagem abaixo:

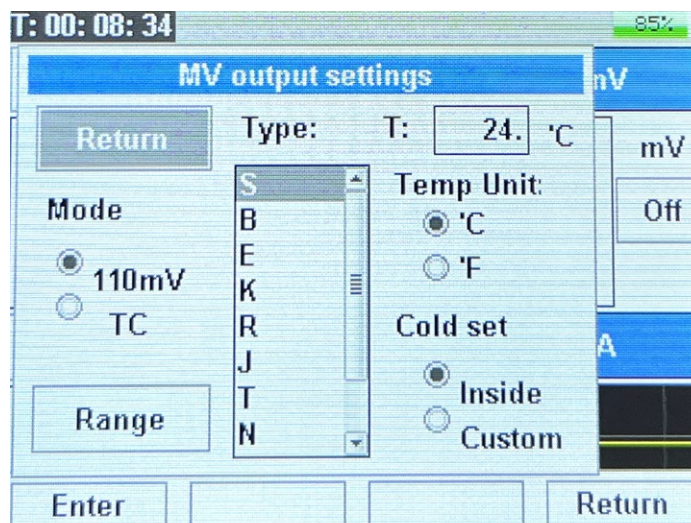


Figura 87 - Tela de configuração da saída de termopar

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Mode]**, que permite escolher se o tipo de saída elétrica será milivolts (opção **[110mV]**) ou um termopar (opção **[TC]**). É possível modificar essa configuração diretamente na tela de medição e geração pressionando o botão **{O-TY}**.

Em seguida encontramos o botão **[Range]**. Ao selecionarmos esse botão, a tela de configurações de faixa de saída será aberta, e poderemos alterar a faixa da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada".

As configuração **[Type]** permite selecionarmos o tipo de sensor termopar simulado. Também podemos modificar essa configuração usando o botão **{O-TY}** na tela de medição e geração.

A configuração **[T]** permite definirmos manualmente o valor de temperatura da junta fria utilizada para corrigir o valor de temperatura do termopar.

Logo abaixo, a configuração **[Temp Unit]** permite selecionarmos a unidade de temperatura utilizada no valor de geração do termopar. Podemos selecionar entre graus Celsius **[°C]** ou graus Fahrenheit **[°F]**.

Finalmente, a configuração **[Cold set]** permite escolhermos o tipo de compensação de junta fria. Se a opção **[Inside]** for selecionada, o MCS375 irá utilizar um sensor de temperatura interno para automaticamente realizar a compensação da junta fria. Por outro lado, se a opção **[Custom]** for escolhida, o MCS375 irá realizar a compensação de junta fria utilizando o valor de temperatura inserido manualmente no parâmetro **[T]**, conforme explicado anteriormente.

## Geração de Resistência

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para gerar resistências elétricas pressionando o botão **{OUT}**. O menu de seleção do tipo de saída elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

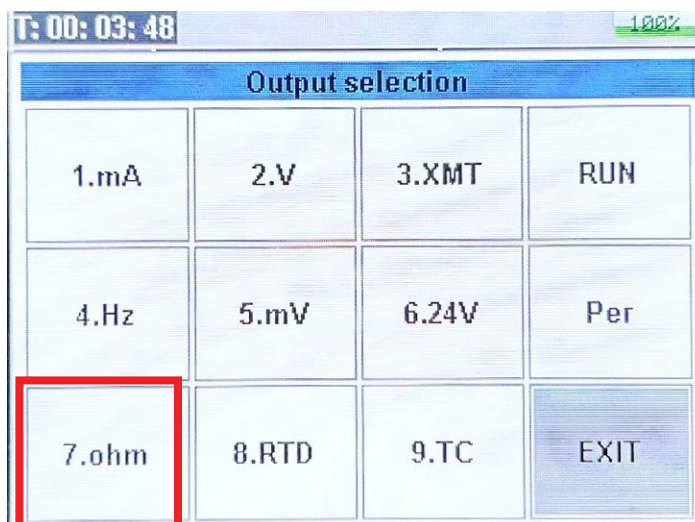


Figura 88 - Menu de seleção do tipo de saída elétrica - opção ohm

A opção de geração de resistência é representada pela opção 7, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a geração de tensão em milivolts é ◀.

Após selecionar o modo de geração de resistência, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de geração resistência será indicado pelo símbolo **OUT: Resistor** na parte superior da tela. Também na parte superior da tela será mostrado valor de resistência em ohms gerado pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

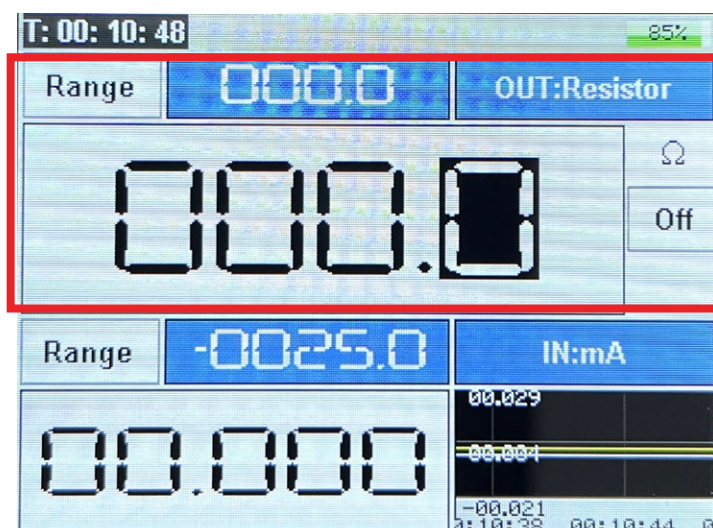


Figura 89 - Tela no modo de geração de resistência

Para modificarmos o valor de resistência gerado pelo calibrador, podemos utilizar os botões ◀ e ▶ para selecionar um dos dígitos do valor gerado e em seguida podemos utilizar os botões ▲ e ▼ para modificar o valor do dígito.

Além disso, podemos utilizar o botão **{REST}** para colocar a saída em 0 ohms. Ao pressionarmos o botão **{EXIT}** podemos abrir o diálogo de digitação do valor da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada". Finalmente, o botão **{T-ON}** pode ser utilizado para ativar ou desativar a saída.

Para gerarmos resistências através do MCS375, é necessário conectarmos o MCS375 ao dispositivo sob teste que receberá (lerá) a resistência através dos pinos **COM** e **OUT** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

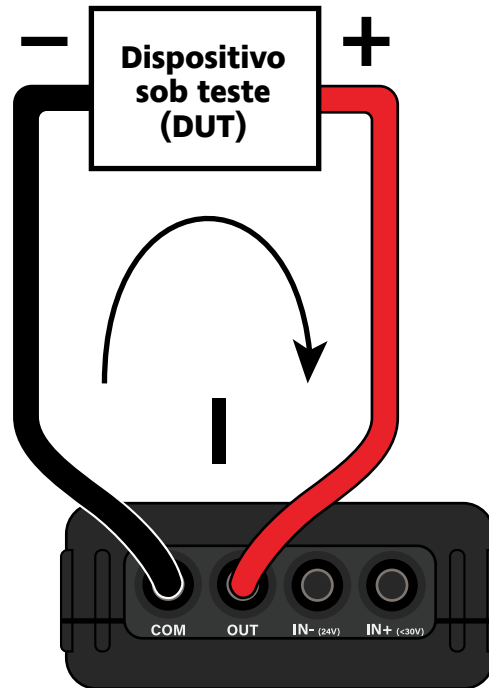


Figura 90 - Forma de conexão do MCS375 para geração de resistência

Para modificar as configurações do modo de geração de resistência, pressione e segure o botão **{OUT}** por alguns segundos. A tela de configuração da saída de resistência será mostrada como na imagem abaixo:

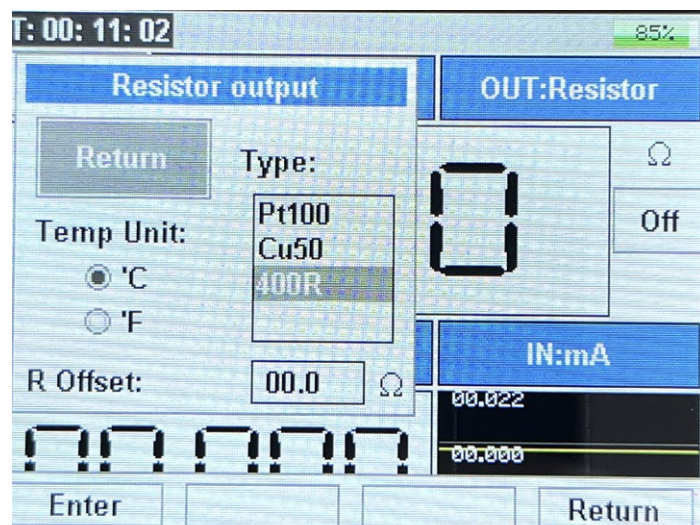


Figura 91 - Tela de configuração da saída de resistência

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração **[Temp Unit]**, que é aplicável apenas ao modo de simulação de termorresistências. Essa configuração permite selecionarmos a unidade de temperatura utilizada no valor de simulação do sensor de termorresistência. Podemos selecionar entre graus Celsius **[°C]** ou graus Fahrenheit **[°F]**.

As configuração **[Type]** permite selecionarmos o tipo de saída de resistência. Podemos selecionar entre os tipos de termorresistência (Pt100 e Cu50), ou saída em resistência na faixa de 0 a 400 ohms (opção 400R). Também podemos modificar essa configuração usando o botão **{O-TY}** na tela de medição e geração.

Finalmente, a configuração **[R Offset]** permite um valor de deslocamento (offset) constante à saída de resistência. O valor de resistência inserido nessa configuração será subtraído do valor gerado pelo MCS375.

## Simulação de Termorresistências

Na tela de medição e geração, podemos configurar o MCS375 para simular sensores do tipo termorresistência pressionando o botão **{OUT}**. O menu de seleção do tipo de saída elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

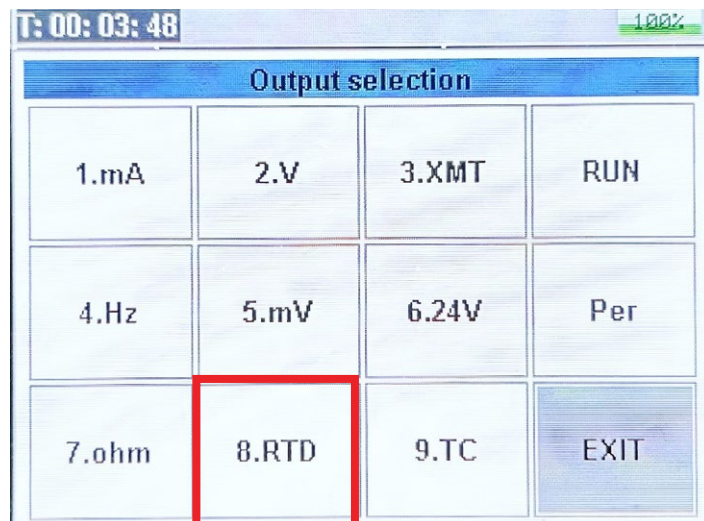



Figura 92 - Menu de seleção do tipo de saída elétrica - opção termorresistência

A opção de simulação de termorresistências é representada pela opção 9, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão para selecionar a simulação de sensores de termorresistência é .

Após selecionar o modo de simulação de termopares, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração de sinais. O modo de simulação de termopares será indicado pelo símbolo **OUT: XX** na parte superior da tela, onde XX indica o tipo do sensor de termorresistência que está sendo simulado pelo calibrador MCS375. Também na parte superior da tela será mostrado valor de temperatura correspondente ao sensor RTD (termorresistência) simulado pelo MCS375, conforme a figura abaixo.

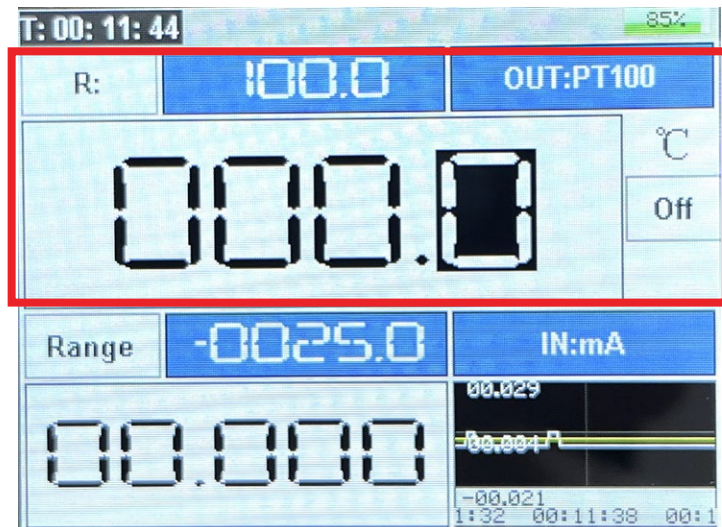


Figura 93 - Tela no modo de simulação de termorresistência

Para modificarmos o valor de temperatura do sensor tipo termorresistência simulado pelo calibrador, podemos utilizar os botões ◀ e ▶ para selecionar um dos dígitos do valor gerado e em seguida podemos utilizar os botões ▲ e ▼ para modificar o valor do dígito.

Além disso, podemos utilizar o botão **{REST}** para colocar a saída em 0 graus Celsius ou 0 graus Fahrenheit. Ao pressionarmos o botão **{EXIT}** podemos abrir o diálogo de digitação do valor da saída, conforme descrito na seção "Variável Gerada". Finalmente, o botão **{T-ON}** pode ser utilizado para ativar ou desativar a saída.

Para simularmos a saída de um sensor de termorresistência através do MCS375, é necessário conectarmos o MCS375 ao dispositivo sob teste que receberá a saída simulada através dos pinos **COM** e **OUT** do terminal elétrico, conforme ilustrado na figura abaixo:

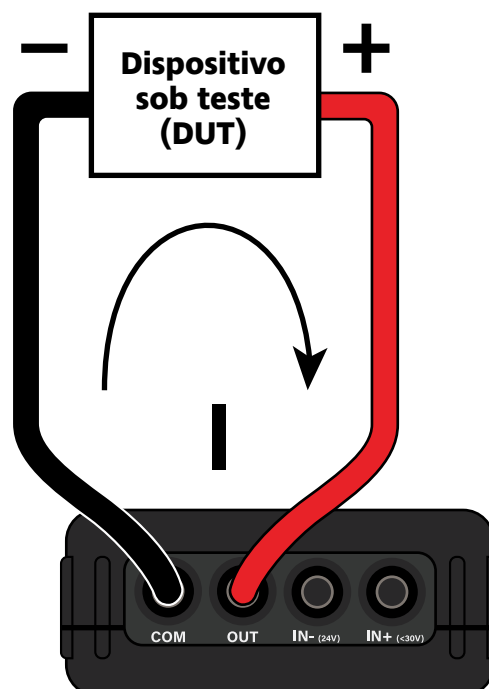


Figura 94 - Forma de conexão do MCS375 para simulação de termorresistência

Para modificar as configurações do modo de simulação de termorresistência, pressione e segure o botão **{OUT}** por alguns segundos. A tela de configuração da saída será mostrada como na imagem abaixo:

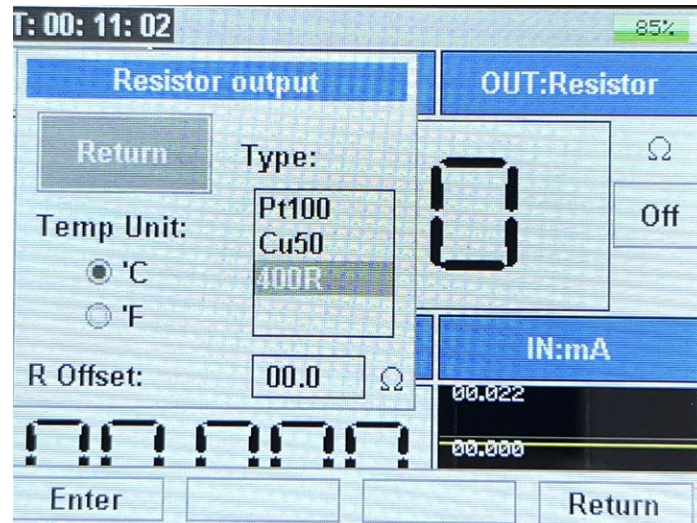


Figura 95 - Tela de configuração da saída de termorresistência

Nessa tela, você poderá encontrar a configuração a **[Temp Unit]**. Essa configuração permite selecionarmos a unidade de temperatura utilizada no valor de simulação do sensor de termorresistência. Podemos selecionar entre graus Celsius **[°C]** ou graus Fahrenheit **[°F]**.

As configuração **[Type]** permite selecionarmos o tipo de saída de resistência. Podemos selecionar entre os tipos de termorresistência (Pt100 e Cu50), ou saída em resistência na faixa de 0 a 400 ohms (opção 400R). Também podemos modificar essa configuração usando o botão **{O-TY}** na tela de medição e geração.

Finalmente, a configuração **[R Offset]** permite um valor de deslocamento (offset) constante à saída de resistência. O valor de resistência inserido nessa configuração será subtraído do valor gerado pelo MCS375.

## Modo de Saída Automática

Podemos configurar o MCS375 para geração automática de sinais em forma de rampa utilizando o modo de saída automática ou saída programada.

Para acessar o menu de geração automática, precisamos em primeiro lugar acessar o menu de funções pressionando botão **{FN}**. A seguinte tela será mostrada:



Figura 96 - Menu de funções - opção de saída automática assinalada

Para acessarmos a tela de configuração da saída automática, devemos selecionar a opção **[EN-Program]**. Ao selecionarmos essa opção, a tela abaixo será aberta:

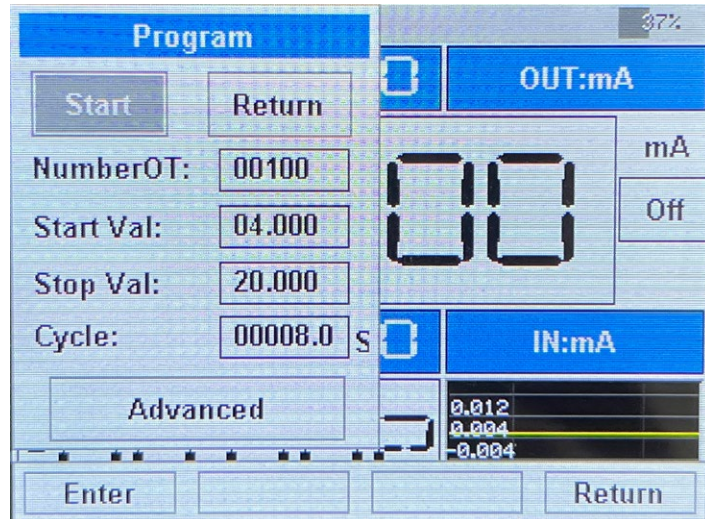


Figura 97 - Tela de configuração de saída automática

Nessa tela, você poderá encontrar as configurações do modo padrão da geração automática. Os parâmetros padrão são:

- **[NumberOT]**: Número de ciclos de geração automática. O MCS375 irá parar a geração automática quando esse número de ciclos for atingido.
- **[Start Val]**: Valor inicial do ciclo de geração em miliamperes, volts, hertz ou quilohertz, dependendo do modo de saída.

- **[Stop Val]**: Valor final do ciclo de geração em miliamperes, volts, hertz ou quilohertz, dependendo do modo de saída.
- **[Cycle]**: Tempo de ciclo em segundos para modo padrão de geração. Esse será o tempo que o MCS375 irá levar para completar um ciclo de geração, partindo do valor inicial até chegar ao valor final e voltando ao valor inicial.

No modo de geração padrão, o MCS375 irá definir o valor do incremento da saída a partir dos parâmetros **[Start Val]**, **[Stop Val]** e **[Cycle]** para garantir que o sinal de saída complete um ciclo de subida e descida exatamente no tempo definido no parâmetro **[Cycle]**. No modo padrão, o formato da saída automática será triangular, e os incrementos e tempos de permanência serão iguais tanto na subida quanto na descida.

Para customizarmos o valor dos incrementos da saída e os tempos de permanência, podemos acessar o menu avançado através do botão **[Advanced]**, localizado na parte inferior da tela de saída automática. A seguinte tela será mostrada:

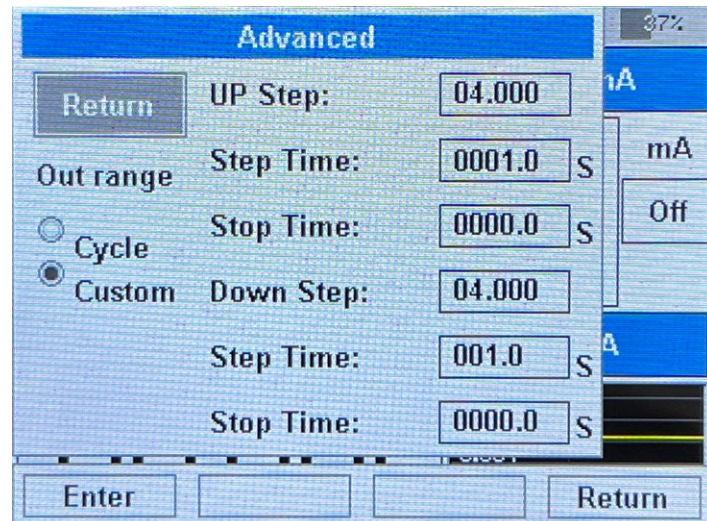


Figura 98 - Tela de configuração avançada de saída automática

Na tela de configurações avançadas, você poderá encontrar parâmetros que permitirão a customização do modo de saída automática.

A primeira configuração, indicada por **[Out range]**, permite selecionarmos o modo de saída automática. As opções são as seguintes:

- **[Cycle]**: Modo padrão. Nesse modo, o MCS375 irá utilizar o tempo de ciclo definido na tela anterior (figura número 97) para definir os incrementos e os tempos de permanência.
- **[Custom]**: Modo customizado. Nesse modo, o MCS375 irá utilizar os parâmetros das configurações avançadas para definir os incrementos e os tempos de permanência.

Os parâmetros do modo de saída automática customizadas são, na ordem:

- **[UP step]**: Valor dos incrementos de **subida** da geração em miliamperes, volts, hertz ou quilohertz, dependendo do modo de saída.
- **[Step Time]**: Tempo de permanência nos valores de **subida** do ciclo.
- **[Stop Time]**: Tempo de permanência adicional no valor **final** (mais alto) do ciclo.
- **[Down step]**: Valor dos incrementos de **descida** da geração em miliamperes, volts, hertz ou quilohertz, dependendo do modo de saída.
- **[Step Time]**: Tempo de permanência nos valores de **descida** do ciclo.
- **[Stop Time]**: Tempo de permanência adicional no valor **inicial** (mais baixo) do ciclo.

Após definirmos os parâmetros do modo de saída automática, podemos iniciar a geração selecionando o botão **[Start]** na tela principal de configuração (conforme ilustrado na figura número 97). Após selecionarmos **[Start]**, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração, porém com informações adicionais relacionadas ao modo de geração automática, conforme ilustrado na figura abaixo:

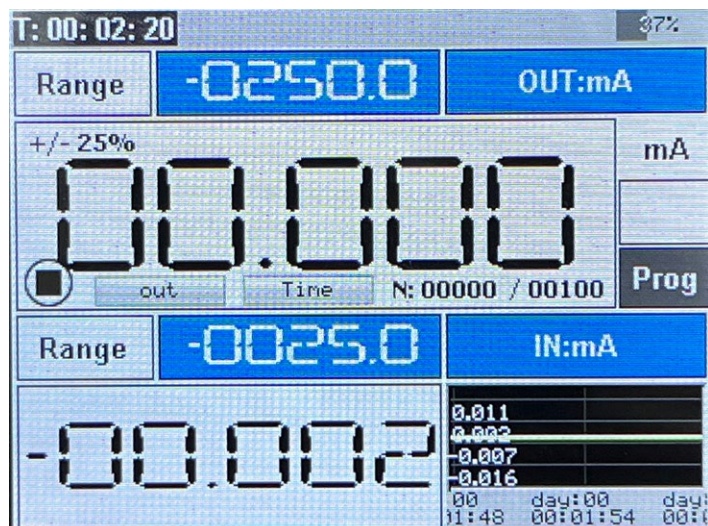



Figura 99 - Tela de medição e geração com geração automática ativada

Logo abaixo do valor da saída, podemos ver várias informações adicionais, indicando que estamos no modo de saída automática. Começando pelo lado esquerdo, podemos ver um quadrado, que indica que o modo de saída automática está pausado.

Ao lado desse símbolo, temos duas barras de progresso. A primeira é indicada por **[out]** e representa o progresso do valor de saída no ciclo de subida e descida. Quando o ciclo chega no

valor final ou valor máximo, essa barra de progresso ficará cheia, e quando o ciclo voltar para o valor inicial, a barra ficará vazia. A segunda barra é indicada por **[Time]**, e representa o período restante do tempo de permanência no valor atual da saída automática.

Finalmente, no canto direito temos o símbolo **[N:]** seguido por dois números separados por uma barra. O primeiro número representa o número de ciclos de geração automática que já foram completados, enquanto o segundo número representa o número total de ciclos que foi configurado nos parâmetros de geração automática.

Para iniciarmos a geração automática, basta pressionarmos o botão . Assim que o botão é pressionado, o símbolo no canto inferior esquerdo será mudado para um triângulo, indicando que a geração automática está sendo executada, conforme ilustrado na figura abaixo:

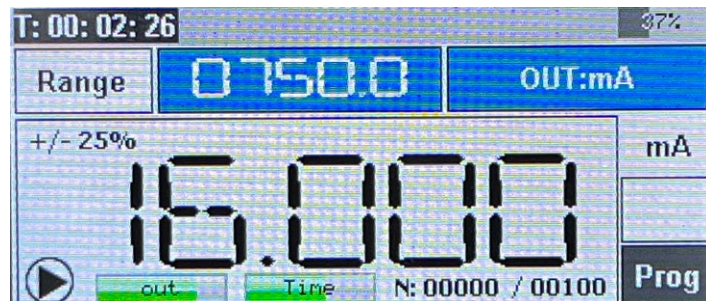



Figura 100 - Tela de medição e geração com geração automática em execução

A geração automática irá continuar até que o número total de ciclos configurados seja atingido. Também podemos pausar a geração automática pressionando o botão . Quando a geração automática é pausada, o símbolo no canto inferior esquerdo da tela será modificado para dois retângulos, conforme ilustrado na figura abaixo:

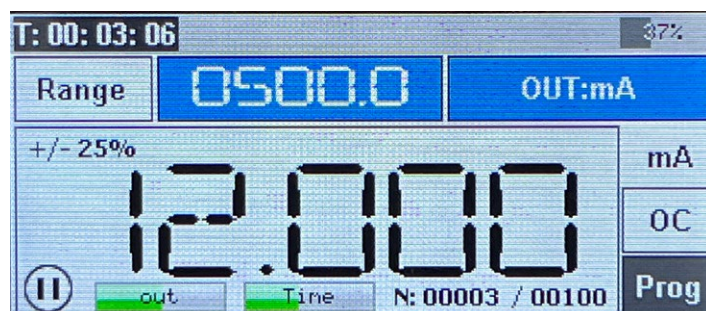




Figura 101 - Tela de medição e geração com geração automática em pausa

Devemos sempre lembrar de acionar a saída pressionando o botão **{T-ON}**. A geração automática irá continuar até que o número total de ciclos configurados seja atingido. Também podemos pausar a geração automática pressionando o botão . Quando a geração automática é pausada, o símbolo no canto inferior esquerdo da tela será modificado para dois retângulos, conforme ilustrado na figura abaixo:

Para retomar a execução da geração automática, devemos pressionar o botão . Finalmente, para sairmos do modo de geração automática, basta pressionarmos o botão **{EXIT}**.

É importante notarmos que cada tipo de saída elétrica armazenará as suas próprias configurações do modo de saída automática. Por exemplo, se configurarmos o MCS375 para o modo de saída de tensão e em seguida realizarmos a modificação das configurações do modo de saída automática conforme descrito acima, essas configurações ficarão salvas para o modo de saída em tensão. Mesmo após desligarmos e ligarmos novamente o calibrador, as configurações do modo de saída automática permanecerão conforme foram definidas anteriormente.

No entanto, ao mudarmos o tipo de saída do MCS375, as configurações do modo de saída automática não permanecerão as mesmas. Por exemplo, se configurarmos o MCS375 para o modo de saída em frequência, potencialmente novas configurações serão carregadas. Essas configurações poderão ser alteradas no menu de saída automática conforme já descrito, e serão salvas na memória do equipamento. Ao retornarmos para o modo de saída de tensão, as antigas configurações serão carregadas, permitindo assim que cada saída elétrica tenha as suas próprias configurações salvas na memória do equipamento.

Por fim, caso não desejarmos modificar as configurações do modo de saída automática, podemos ativar esse modo sem acessar o menu de configurações. Para fazer isso, basta pressionarmos o botão **{OUT}** na tela de medição e geração de sinais. O menu de seleção do tipo de saída elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

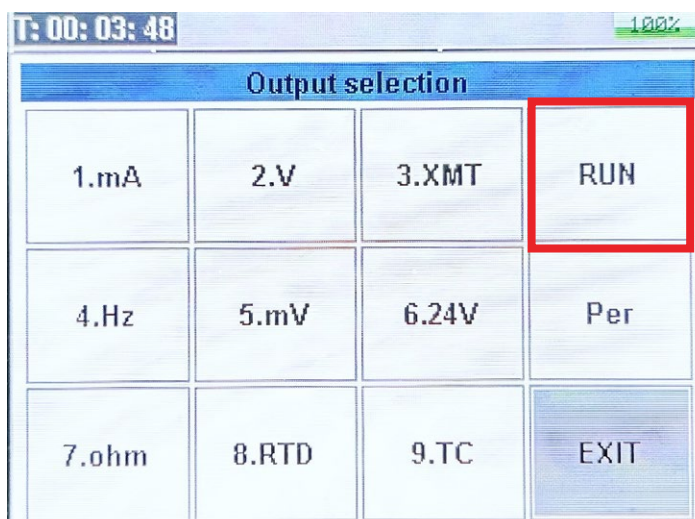


Figura 102 - Menu de seleção do tipo de saída elétrica - opção saída automática

A opção de saída automática é representada pela opção **RUN**, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão correspondente é o botão **{FN}**.

## Modo de Saída Pré-Definida

Podemos configurar o MCS375 para geração de sinais com valores pré-definidos (presetados) utilizando o modo de saída pré-definida.

Para acessar o menu de saída pré-definida, precisamos em primeiro lugar acessar o menu de funções pressionando botão **{FN}**. A seguinte tela será mostrada:

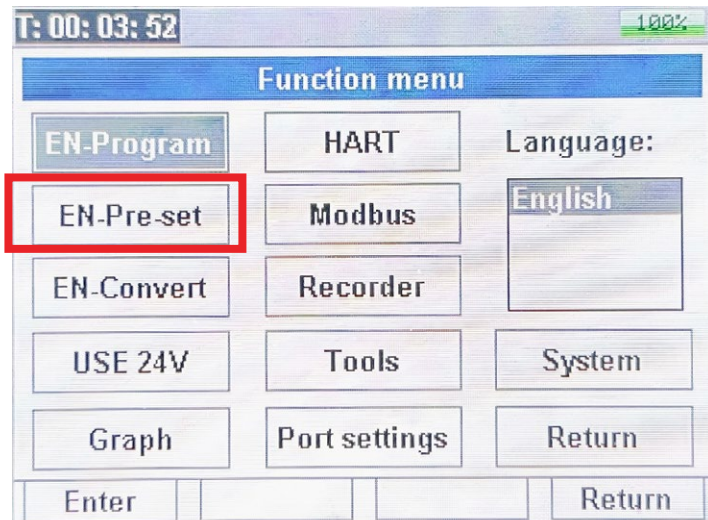


Figura 103 - Menu de funções - opção de saída pré-definida

Para acessarmos a tela de configuração da saída pré-definida, devemos selecionar a opção **[EN-Pre-set]**. Ao selecionarmos essa opção, a tela abaixo será aberta:

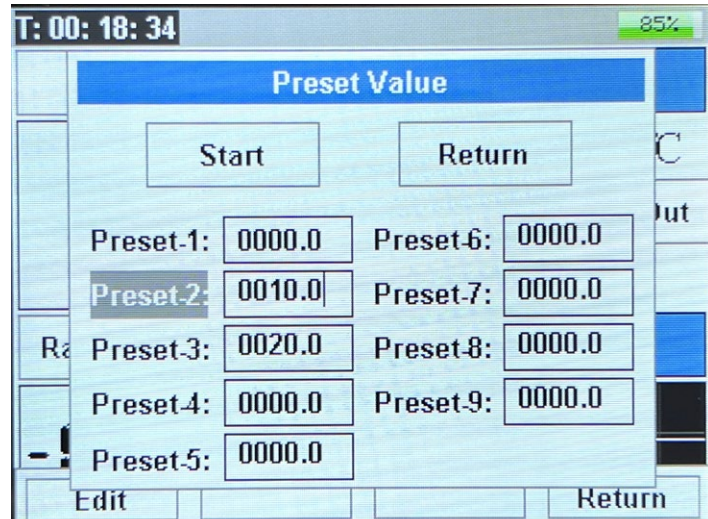


Figura 104 - Menu de saída pré-definida

Nesse menu iremos encontrar 9 parâmetros numéricos, identificados como **[Preset-1]** até **[Preset-9]**. Cada parâmetro pode ser configurado com um número (inicialmente todos parâmetros estarão com o valor zero). Cada valor inserido nos parâmetros irá corresponder a um valor de saída pré-configurado. O número de cada parâmetro identifica o botão que, ao ser pressionado, irá fixar a saída no valor do parâmetro, conforme ilustrado na figura abaixo.

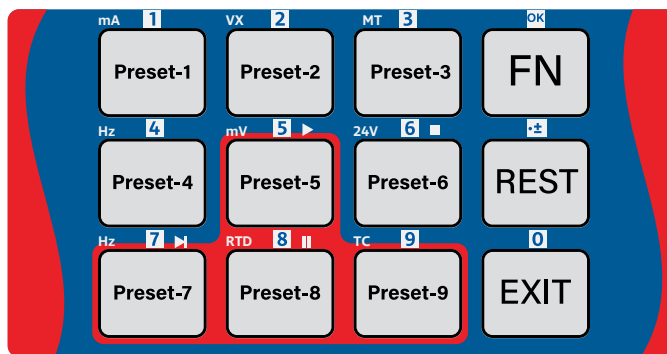


Figura 105 - Correspondência entre botões e valores pré-definidos

Para iniciarmos o modo de saída pré-definida, a partir do menu basta selecionarmos a opção **{Start}**. Ao fazermos isso, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração, porém os botões 1 a 9 mostrados na figura acima perderão a sua função padrão e passarão a mudar o valor da saída para o valor pré-definido (presetado) correspondente.

É importante notar que uma vez que o modo de saída pré-definida é iniciado, não é possível alterar o tipo de sinal elétrico da saída ou da entrada, visto que os botões que possuem essas funções passarão a ser utilizados para definir o valor da saída. Sendo assim, antes de iniciar o modo de saída pré-definida, é importante configurarmos o MCS375 com as funções de saída e entrada elétrica que desejamos utilizar.

Para sair do modo de saída pré-configurada, basta pressionarmos o botão **{EXIT}**.

Podemos ativar o modo de saída pré-definida a partir da tela de medição e geração pressionando o botão **{OUT}**. O menu de seleção do tipo de saída elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

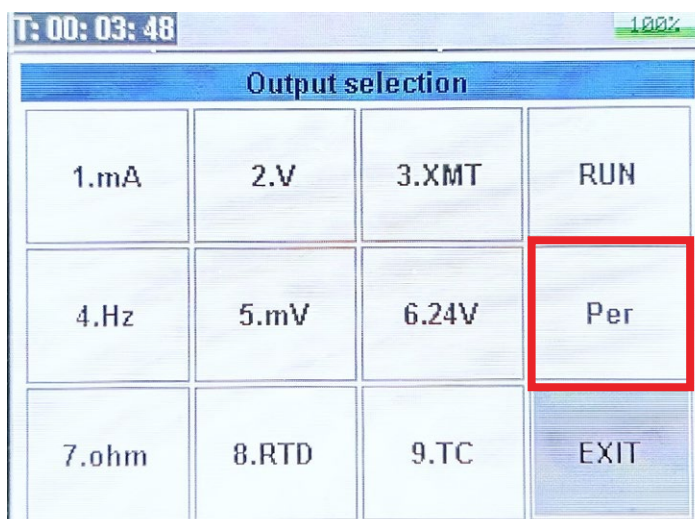


Figura 106 - Menu de seleção do tipo de saída elétrica - opção saída pré-definida

A opção de saída pré-definida é representada pela opção **Per**, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão correspondente é o botão **{REST}**.

# Modo de Conversão de Sinal

Podemos configurar o MCS375 para geração de sinais automática baseada nos valores medidos pelo MCS375. Esse modo é denominado de **modo de conversão de sinal**, pois converte um sinal elétrico medido pelo calibrador em um sinal elétrico proporcional gerado pelo calibrador.

Para acessar o menu de conversão de sinais, precisamos em primeiro lugar acessar o menu de funções pressionando botão **{FN}**. A seguinte tela será mostrada:

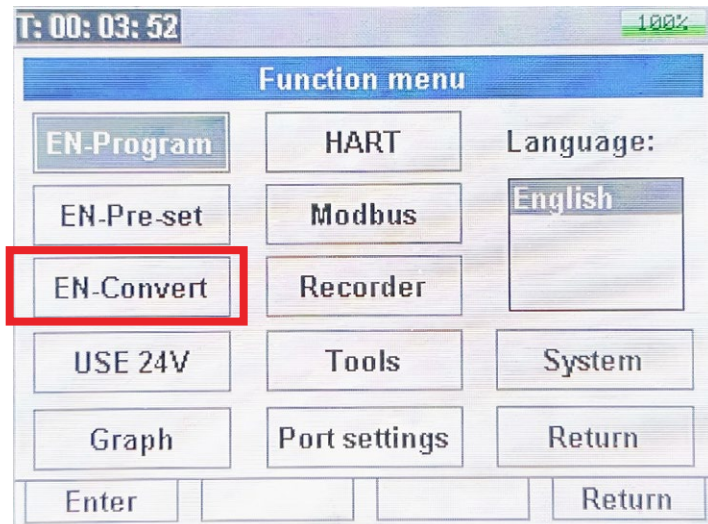


Figura 107 - Menu de funções - opção de conversão de sinais

Para acessarmos a tela de configuração do modo de conversão de sinais, devemos selecionar a opção **[EN-Convert]**. Ao selecionarmos essa opção, a tela abaixo será aberta:

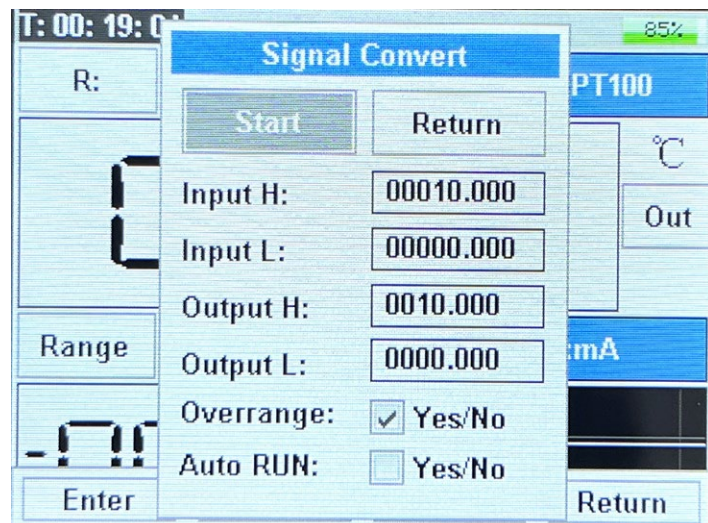


Figura 108 - Menu de conversão de sinais

Os parâmetros do modo de conversão de sinais são, na ordem:

- **[Input H]:** Valor da entrada (**Input**) superior (**High**).  
Corresponde ao valor do sinal elétrico de entrada que será utilizado para calcular o valor superior do sinal elétrico da saída.
- **[Input L]:** Valor da entrada (**Input**) inferior (**Low**).  
Corresponde ao valor do sinal elétrico de entrada que será utilizado para calcular o valor inferior do sinal elétrico da saída.

- **[Output H]:** Valor da saída (**Output**) superior (**High**).  
Corresponde ao valor do sinal elétrico que será gerado pelo MCS375 quando a entrada estiver no valor superior (**Input H**).
- **[Output L]:** Valor da saída (**Output**) Inferior (**Low**).  
Corresponde ao valor do sinal elétrico que será gerado pelo MCS375 quando a entrada estiver no valor inferior (**Input L**).
- **[Overrange]:** Quando assinalado, esse parâmetro irá permitir que o valor da saída extrapole os valores **[Output H]** e **[Output L]** caso os valores da entrada elétrica excedam os limites.
- **[Auto RUN]:** Quando assinalado, esse parâmetro irá fazer com que o MCS375 inicie automaticamente no modo de conversão de sinais após ser religado.

Após definirmos os parâmetros do modo de conversão de sinal, podemos ativar esse modo selecionando o botão **[Start]**. Após selecionarmos **[Start]**, o MCS375 irá retornar para a tela de medição e geração, porém com o valor da saída elétrica será definido a partir do valor medido pelo MCS375 de acordo com a seguinte fórmula:

$$Saída = \frac{Entrada - [Input L]}{[Input H] - [Input L]} \cdot ([Output H] - [Output L]) + [Output L]$$

Para sair do modo de conversão de sinal, basta pressionarmos o botão **{EXIT}**.

Podemos ativar o modo de conversão de sinal a partir da tela de medição e geração pressionando o botão **{IN}**. O menu de seleção do tipo de saída elétrica será mostrado, conforme a figura abaixo:

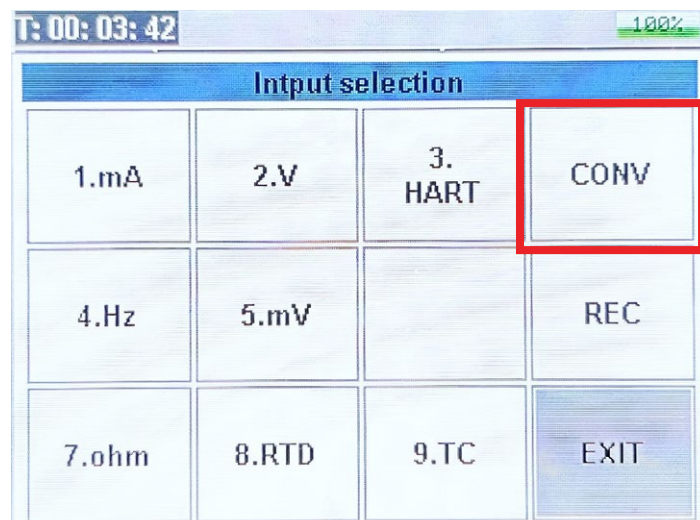


Figura 109 - Menu de seleção do tipo de entrada elétrica - opção conversão de sinal

A opção de conversão de sinal é representada pela opção **CONV**, que pode ser selecionada pressionando o botão da posição correspondente no teclado do MCS375. Nesse caso, o botão correspondente é o botão **{FN}**.

# Registrador

Podemos configurar o MCS375 para registrar os valores dos sinais elétricos medidos ou gerados pelo equipamento através da função **registrador**.

Para acessar a tela da função registrador do MCS375, precisamos em primeiro lugar acessar o menu de funções pressionando botão **{FN}**. A seguinte tela será mostrada:

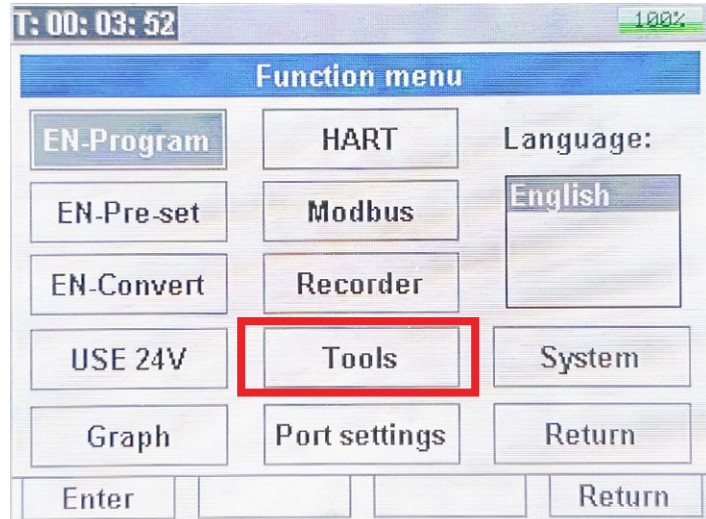


Figura 110 - Menu de funções - opção ferramentas (tools)

Em seguida, devemos selecionar a opção de ferramentas, representada pelo botão **[Tools]**. Ao selecionarmos esse botão, a tela a seguir será aberta:

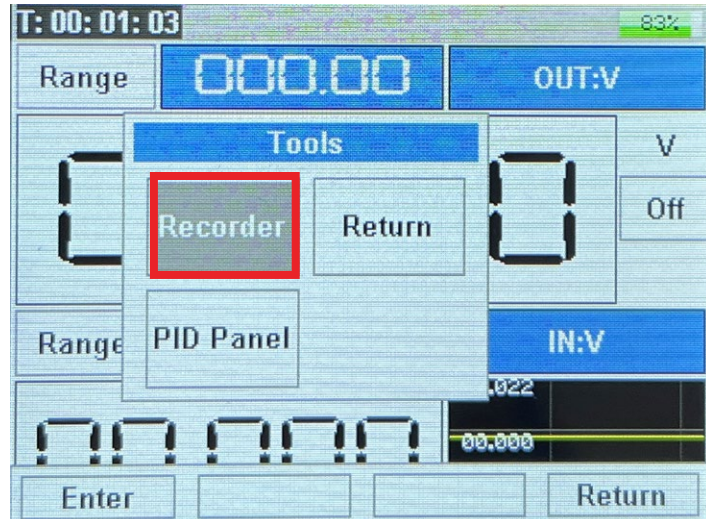


Figura 111 - Menu de ferramentas - opção registrador

Nessa tela, devemos selecionar a opção **[Recorder]**, para acessarmos a tela da função registrador, ilustrada na figura abaixo:

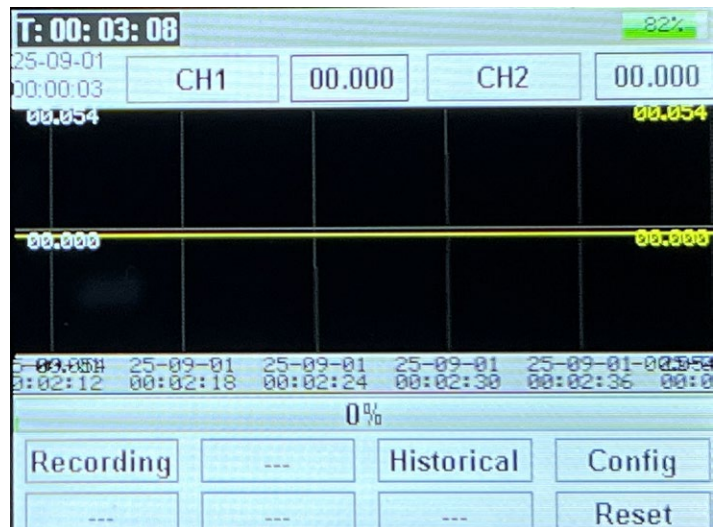


Figura 112 - Tela inicial da função de registrador

Na tela inicial do registrador, será mostrado um gráfico com o valor em tempo real de até 2 valores. Esses dois valores são chamados de Canal 1 e Canal 2, e são identificados na parte superior do gráfico como **[CH1]** e **[CH2]**.

Os valores dos canais 1 e 2 serão registrados pela função registrador. Esses canais podem ser configurados para representar a medição ou a geração do MCS375, ou até mesmo a temperatura interna do equipamento ou um valor lido através de comunicação Modbus. O canal 1 sempre estará ativo, ao passo que o canal 2 pode ser desativado caso não seja necessário registrar mais do que uma variável.

Na parte inferior da tela, temos uma seção com as opções da função do registrador. Cada uma das opções listadas pode ser selecionada através do botão correspondente na interface do MCS375.

A opção **[Config]** no canto superior direito permite configurarmos o registrador. Para selecionar essa opção, devemos pressionar o botão **{FN}**. Quando fizermos isso, a tela de configurações do registrador será aberta:

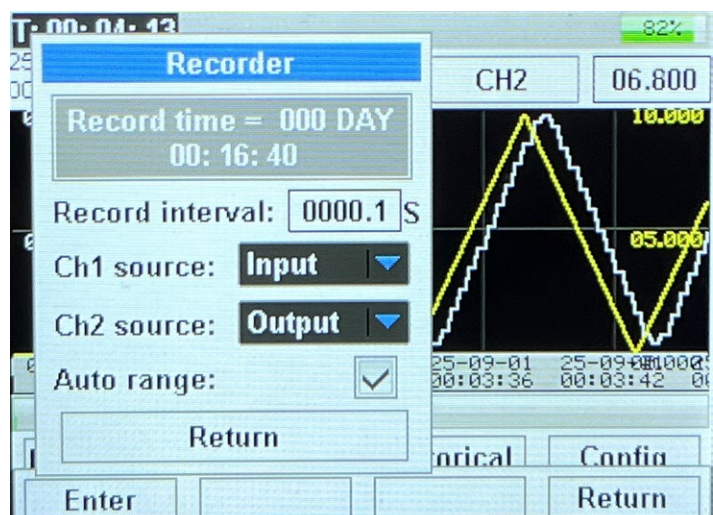


Figura 113 - Tela de configurações da função de registrador

Na tela de configurações do registrador, a primeira informação mostrada na parte superior da tela indica qual o tempo de registro disponível com as configurações selecionadas. No caso da figura acima, o MCS375 está indicando que será possível realizarmos 16 minutos e 40 segundos de registros.

Logo abaixo, temos o primeiro parâmetro da tela, indicado por **[Record interval]**. Esse parâmetro corresponde ao intervalo de amostragem do registrador em segundos. O intervalo mínimo é de 0,1 segundos. Quanto maior o intervalo (ou seja, quanto menor a frequência de amostragem), maior será o tempo de registro disponível.

Os dois parâmetros seguintes, representados por **[Ch1 source]** e **[Ch2 source]** correspondem às variáveis que serão registradas nos canais 1 e 2. No caso do canal 1, podemos selecionar as opções abaixo:

- **[Output]**: Valor da saída elétrica controlada pelo MCS375.
- **[Input]**: Valor da entrada elétrica medida pelo MCS375.
- **[Modbus]**: Valor de um registrador de um dispositivo Modbus lido pelo MCS375 (calibrador atuando como mestre Modbus).
- **[Temp]**: Temperatura interna do MCS375 em graus Celsius.
- **[CPU T]**: Temperatura do processador (CPU) principal do MCS375.
- **[Input]**: Valor da entrada elétrica medida pelo MCS375.

Para o canal 2, as mesmas opções estarão disponíveis, porém com a opção adicional **[OFF]**, que irá desativar o canal 2, permitindo que o registrador opere por um tempo maior.

Após realizarmos a configuração e retornarmos para a tela inicial da função registrador, podemos iniciar o registro dos canais configurados selecionando a opção **[Recording]**, localizada no canto superior esquerdo da tela. Essa opção corresponde ao botão **{IN}**. Assim que selecionarmos essa opção, a tela de início de registro será mostrada:

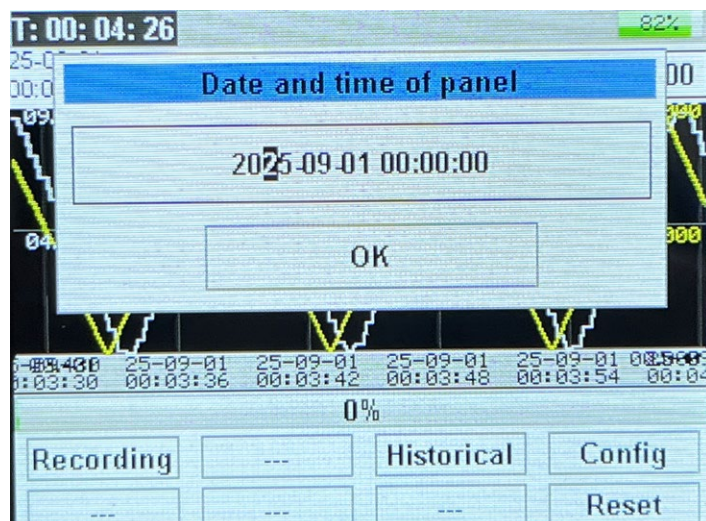


Figura 114 - Tela de início do registro

Nessa tela podemos configurar a data inicial que será utilizada no gráfico dos registros. Para confirmar a data, basta selecionarmos o botão **[OK]** na tela.

Após confirmarmos a data de início, o MCS375 começará a registrar os valores do canal 1 e canal 2 (caso o canal 2 não tenha sido desativado). A operação do registrador é indicada pelo símbolo de um círculo que irá piscar na barra de estado na parte superior da tela do equipamento.



Figura 115 - Registrador em execução

Além do símbolo que irá piscar na barra de estado, quando o registrador estiver em execução, a barra de progresso em porcentagem logo abaixo do gráfico começará a avançar. Essa barra indica quanto da memória do MCS375 já foi utilizado para registrar os valores dos canais 1 e 2. Quando o progresso chegar em 100% (ou seja, toda a memória for utilizada), o registrador irá automaticamente parar.

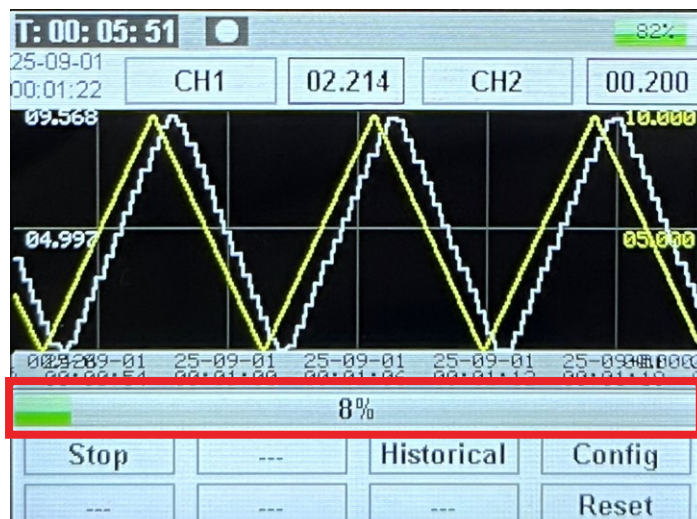


Figura 116 - Registrador em execução - barra de progresso

Caso desejarmos parar a execução do registrador, podemos selecionar a opção **[Stop]** mostrada na figura acima. Isso pode ser feito pressionando o botão **[IN]**. Após alguns segundos, o registrador irá parar, e a tela abaixo será mostrada:

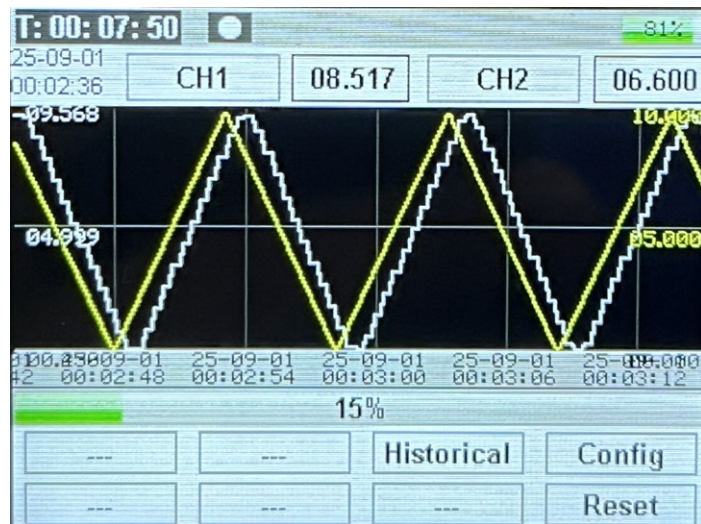


Figura 117 - Registrador parado

Quando o registrador é parado, a barra de progresso irá parar de avançar, e as opções **[Stop]** e **[Recording]** no canto esquerdo da tela não serão mais mostradas. Além disso, o símbolo do registrador na barra de estado na parte superior da interface do MCS375 irá parar de piscar, e ficará aceso de forma contínua.

Após pausarmos o registrador, podemos finalizarmos o registro selecionando a opção **[Reset]**, acionada através do botão **{REST}**. Após alguns segundos, a tela do registrador será atualizada, o símbolo do registrador na barra de estado irá apagar, e a opção **[Recording]** será mostrada novamente na parte inferior da tela, como ilustrado na figura abaixo:

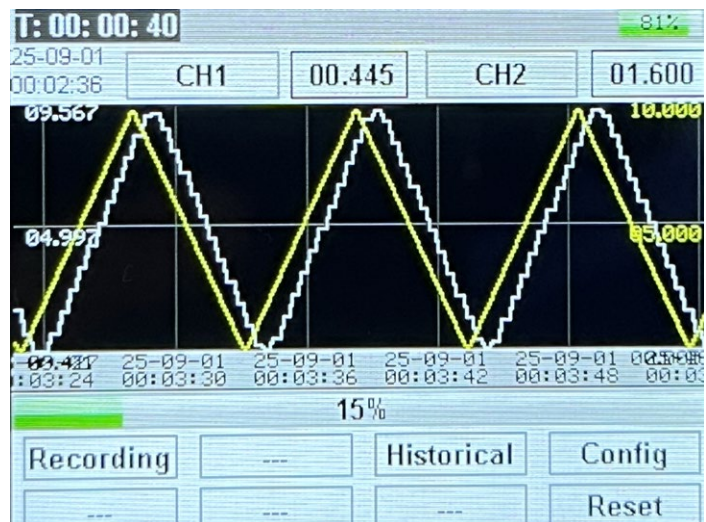


Figura 118 - Registrador com registro finalizado

Após finalizarmos o registro, podemos verificar os histórico de valores dos canais 1 e 2 registrados selecionando a opção **[Historical]** na tela do registrador. Para selecionarmos essa opção, devemos pressionar o botão **{OUT}**.

Ao selecionarmos a opção **[Historical]**, a tela de histórico de registros será mostrada conforme a figura abaixo:

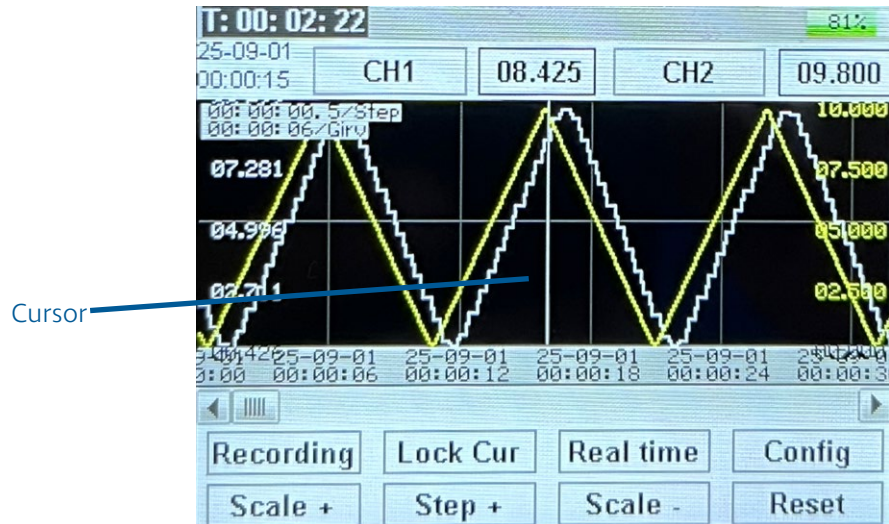


Figura 119 - Tela de histórico de registros

Na tela de histórico, podemos ver um gráfico com todos os valores registrados durante a execução da função de registrador. Podemos navegar pelo gráfico através de um cursor (linha branca vertical) indicado na figura acima.

A tela de histórico de registros é dividida em 3 partes:

1. **Barra superior com informações do registro:** na parte superior da tela, podemos ver uma data e os valores do canal 1 (CH1) e canal 2 (CH2). Os valores mostrados correspondem à posição atual do cursor.

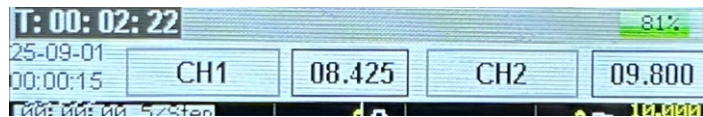


Figura 120 - Tela de histórico de registros - barra superior

2. **Gráfico com registros:** na parte central da tela, podemos ver o gráfico com os registros dos canais 1 e 2. O canal 1 é indicado pela cor branca e o canal 2 pela cor amarela. O cursor é representado por uma linha vertical branca.

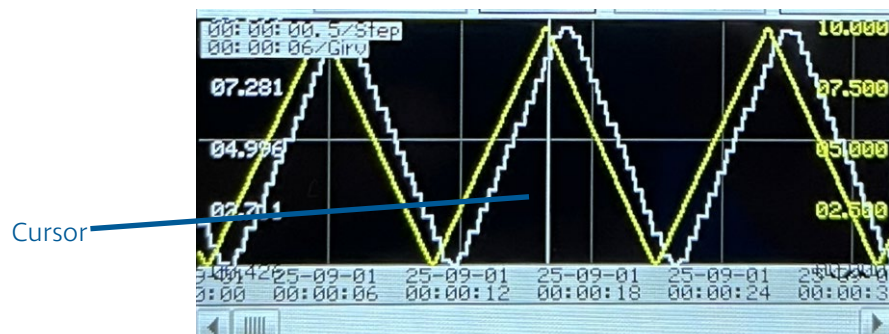


Figura 121 - Tela de histórico de registros - gráfico

3. **Barra de funções/opções:** na parte inferior da tela, podemos ver a barra de funções. Essas funções permitem navegarmos o gráfico de registros, reduzirmos ou aumentarmos o passo do cursor, reduzirmos ou aumentarmos a escala do gráfico, ou sairmos da tela de histórico de registros.

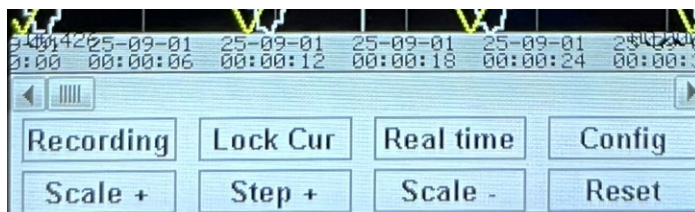


Figura 122 - Tela de histórico de registros - barra de funções/opções

A figura abaixo indica quais botões do MCS375 correspondem a quais opções na barra de funções:

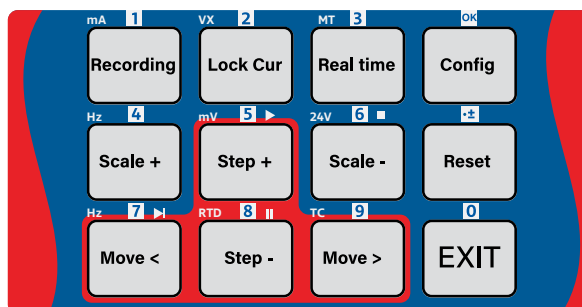


Figura 123 - Botões correspondentes às opções da barra de funções

As opções são as seguintes:

- **[Recording]**: Inicia um novo registro. As informações do histórico atual serão apagadas.
- **[Lock Cur] / [Unlock Cur]**: Define se o cursor irá se mover em relação ao gráfico de registros, ou se o gráfico irá se mover em relação ao cursor.
- **[Real time]**: Retorna para a tela inicial da função de registrador.
- **[Config]**: Abre a tela de configurações do registrador.
- **[Scale +]**: Aumenta a escala do gráfico (zoom out).
- **[Step +]**: Aumenta o passo do cursor.
- **[Scale -]**: Reduz a escala do gráfico (zoom in).
- **[Reset]**: Reseta o função registrador (finaliza o registro em andamento).
- **[Move <]**: Move o cursor ou o gráfico para a esquerda.
- **[Step -]**: Reduz o passo do cursor.
- **[Move >]**: Move o cursor ou o gráfico para a direita.
- **[EXIT]**: Sai da tela da função de registrador.

A opção **[Lock Cur] / [Unlock Cur]** permite selecionarmos como o cursor irá se comportar. Por padrão, o cursor irá se mover em relação ao gráfico quando selecionarmos as opções **[Move <]** e **[Move >]**, e a opção **[Lock Cur]** será mostrada na barra de funções.

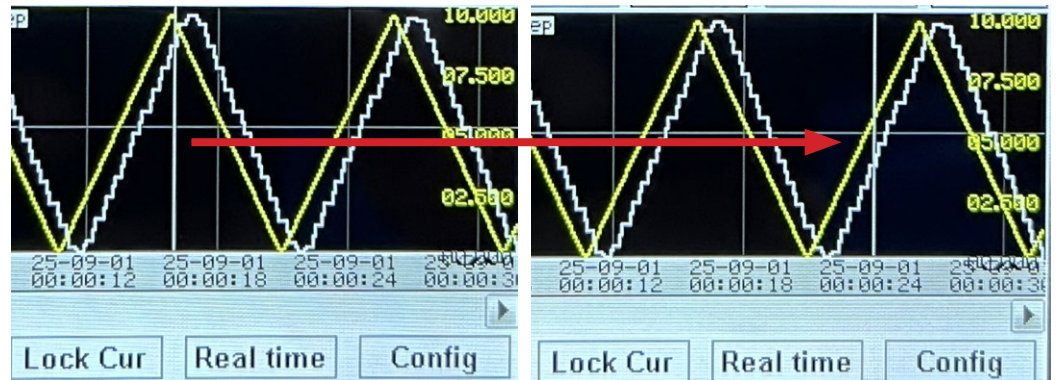


Figura 124 - Tela de histórico de registros - cursor se move

No entanto, se selecionarmos a opção **[Lock Cur]**, o cursor ficará parado na sua posição atual, e o gráfico começará a se mover em relação ao cursor quando selecionarmos as opções **[Move <]** e **[Move >]**, e a opção **[Unlock Cur]** será mostrada na barra de funções, conforme ilustrado na figura abaixo:

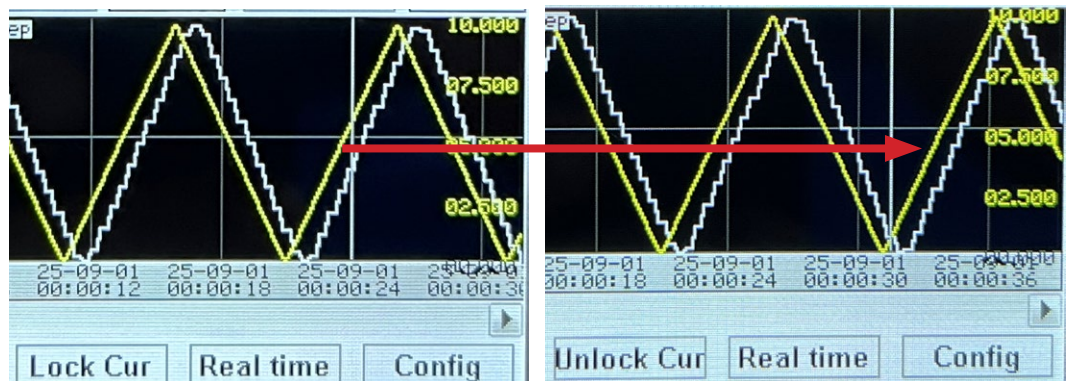


Figura 125 - Tela de histórico de registros - gráfico se move

No canto esquerdo superior do gráfico de registros, podemos ver as informações sobre o tamanho do passo do cursor e a escala de tempo do gráfico:



Figura 126 - Tela de histórico de registros - informações de passo e escala

O primeiro valor indicado corresponde ao tamanho do passo em horas:minutos:segundos. O tamanho do passo pode ser alterado através das opções **[Step +]** e **[Step -]**.

Abaixo das informações do tamanho do passo, podemos ver um valor em horas:minutos:segundos que corresponde do tamanho das divisões verticais da escala de tempo. A escala pode ser alterada através das opções **[Scale +]** e **[Scale -]** descritas anteriormente.

## Comunicação Modbus RTU

Podemos utilizar o calibrador MCS375 para se comunicar com outros instrumentos através do protocolo Modbus RTU. O MCS375 pode ser utilizado tanto como um mestre/master Modbus RTU, realizando a leitura e controle de outros instrumentos, como também pode ser configurado como um escravo/slave, podendo ser monitorado e controlado por um mestre Modbus RTU.

## Ligação Elétrica Modbus

Em ambos os casos, a comunicação Modbus é feita através do padrão RS485. A ligação do MCS375 com a rede Modbus RS485 é realizada através da porta RS485 na parte inferior do equipamento, conforme ilustrado na figura abaixo:



Figura 127 - Porta RS485 na parte inferior do MCS375

A porta RS485 do MCS375 segue o padrão 3,5 mm TRS. Para facilitar a ligação do equipamento com a rede Modbus, dois acessórios são fornecidos. O primeiro acessório, modelo **A-CB-00008**, é um cabo que adapta o conector 3,5 mm TRS para duas garras jacaré:



Figura 128 - Cabo 3,5mm TRS para garras jacaré (modelo A-CB-00008)

O segundo acessório, modelo **A-CT-00002**, é um conector adaptador que transforma o padrão 3,5 mm TRS em um terminal de bloco parafuso, facilitando a conexão do calibrador MCS375 a uma rede RS485:



Figura 129 - Conector adaptador para terminal de bloco (modelo A-CT-00002)

Independentemente do acessório que for utilizado, ambos devem ser conectados na porta RS485 do calibrador, conforme ilustrado abaixo:

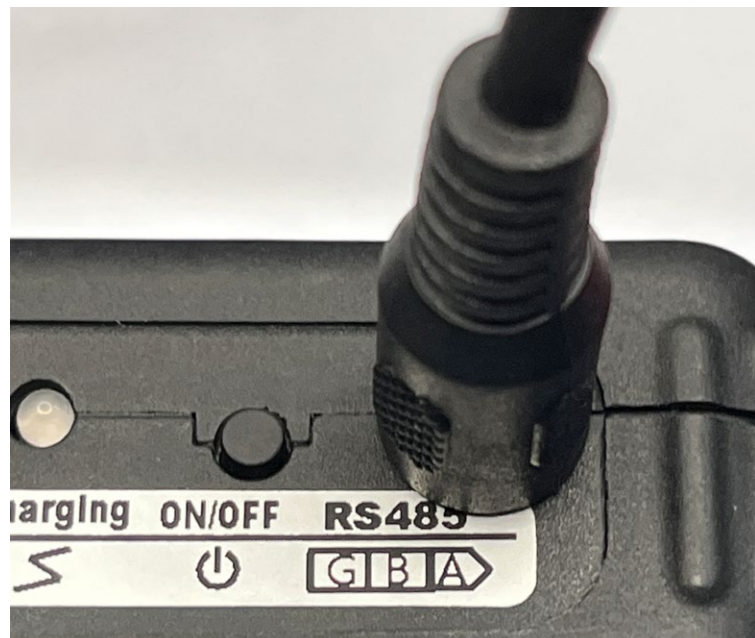


Figura 130 - Conexão dos acessórios à porta RS485

A comunicação RS485 é feita através de dois terminais: o terminal A e o terminal B. No caso do acessório **A-CB-00008**, a garra jacaré vermelha deve ser ligada ao terminal A, e a garra na cor preta deve ser ligada ao terminal B, conforme a figura abaixo:

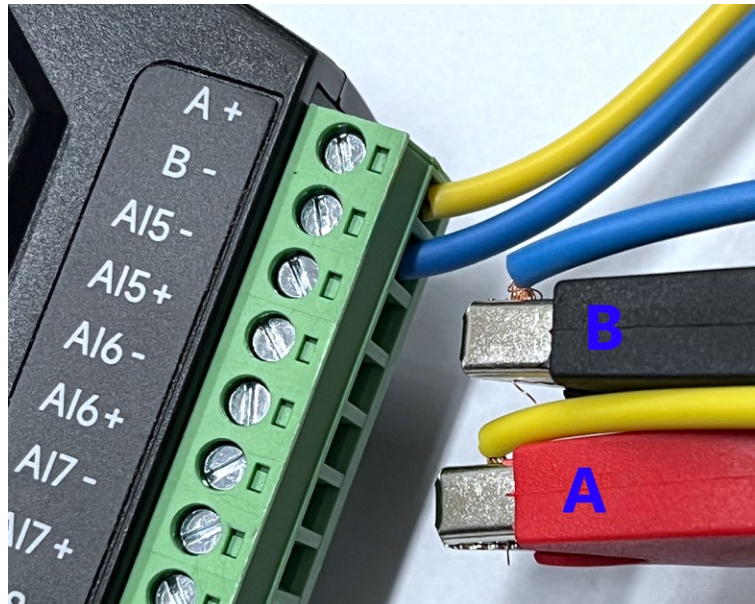


Figura 131 - Conexão dos terminais A e B através do acessório A-CB-00008

No caso do acessório **A-CT-00002**, o terminal de bloco possui três conectores, indicados por L, R e T. O terminal A deve ser conectado ao terminal indicado pela letra L, enquanto o terminal B deve ser conectado ao terminal indicado pela letra R, conforme ilustrado na imagem abaixo:

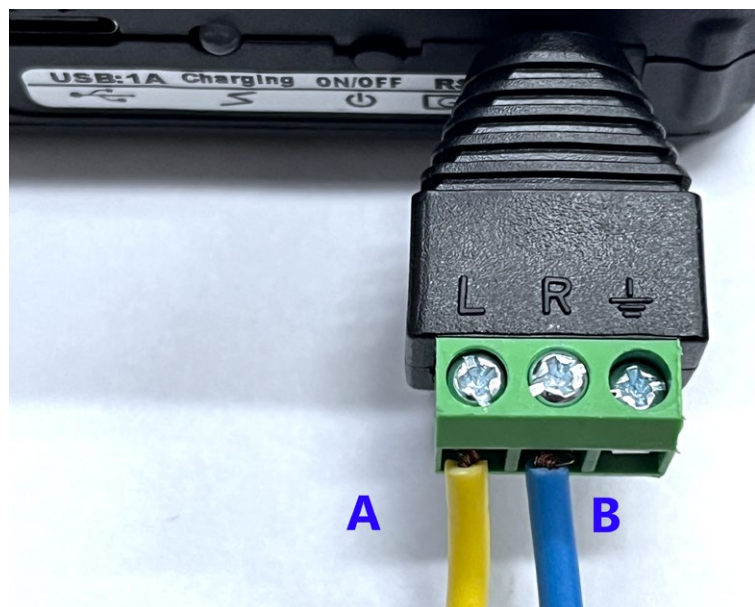


Figura 132 - Conexão dos terminais A e B através do acessório A-CT-00002

Independentemente se o calibrador MCS375 irá atuar como mestre ou escravo Modbus, a conexão com os terminais A e B do padrão RS485 deve ser realizada conforme acima. A adição de terminadores RS485 deve ser feita de acordo com as especificações da rede e do protocolo Modbus.

## Mestre Modbus

Após realizarmos a conexão elétrica do MCS375 à rede Modbus descrita na seção anterior, podemos utilizá-lo como um mestre Modbus para monitorar e controlar instrumentos Modbus.

Para utilizarmos o MCS375 como um mestre Modbus, devemos em primeiro lugar acessar a tela da função registrador do funções pressionando botão **{FN}**, e em seguida selecionar a opção **[Port settings]**, conforme ilustrado na figura abaixo:

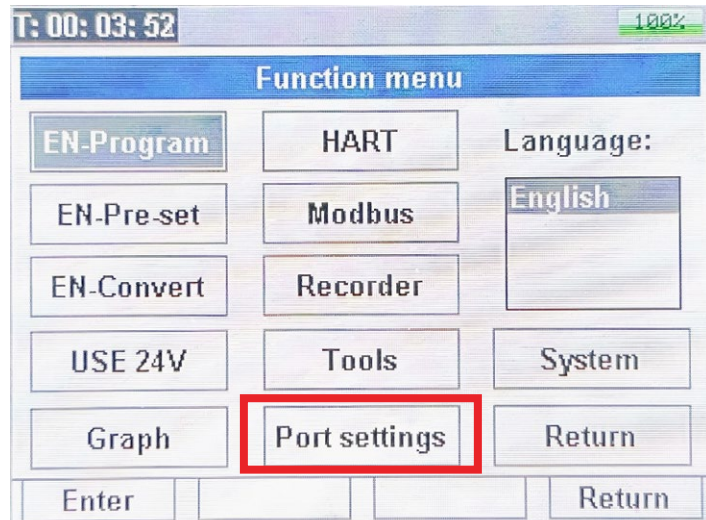


Figura 133 - Menu de funções - opção configuração de porta (port settings)

Após selecionarmos a opção **[Port settings]**, o menu de configurações da porta de comunicação do MCS375 será mostrada, conforme a figura abaixo:

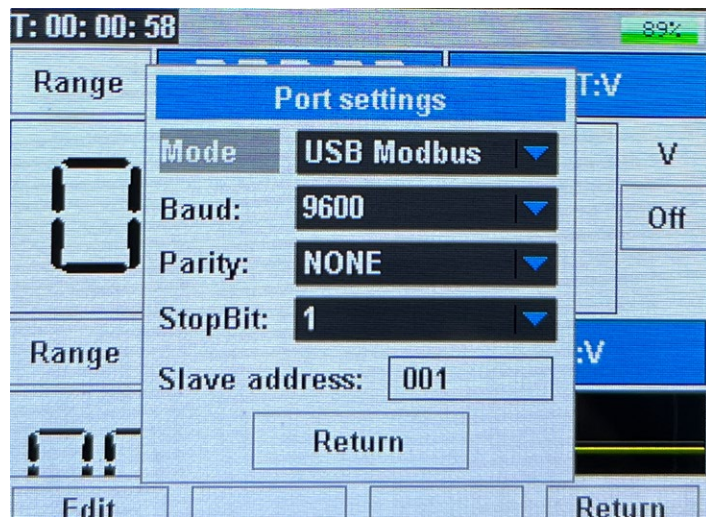


Figura 134 - Menu de configuração de porta de comunicação

O menu de configuração da porta de comunicação possui diversos parâmetros. No entanto, para utilizarmos o MCS375 como um mestre Modbus, o único parâmetro relevante é o primeiro, denominado **[Mode]**. Devemos configurar esse parâmetro com a opção **[USB Modbus]** para utilizarmos o MCS375 como mestre Modbus. Não é necessário alterarmos as configurações restantes, que se aplicam apenas quando utilizarmos o MCS375 como um escravo/slave Modbus.

Após realizarmos a configuração de configuração da porta de comunicação, podemos retornar ao menu de configurações do MCS375 e selecionar a opção **[Modbus]**. A tela abaixo será mostrada:

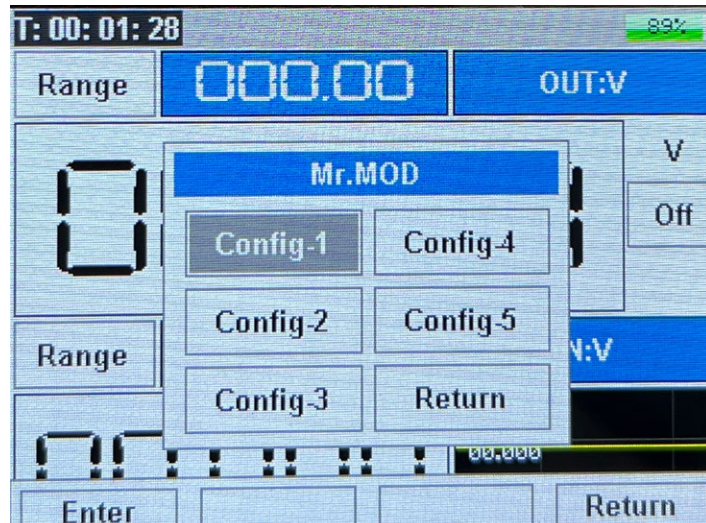


Figura 135 - Tela de inicialização do modo mestre Modbus

Essa tela, denominada **[Mr.MOD]**, permite selecionarmos uma entre 5 configurações, denominadas **[Config-1]** a **[Config-5]**. Cada opção permite definirmos uma configuração diferente para o mestre Modbus, agilizando o processo de comunicação com instrumentos Modbus. Cada configuração é salva de forma independente na memória do MCS375, e corresponde às customizações de velocidade de comunicação, paridade, registradores entre outros.

Após selecionarmos uma das opções de configuração do modo mestre Modbus, a seguinte tela será mostrada:

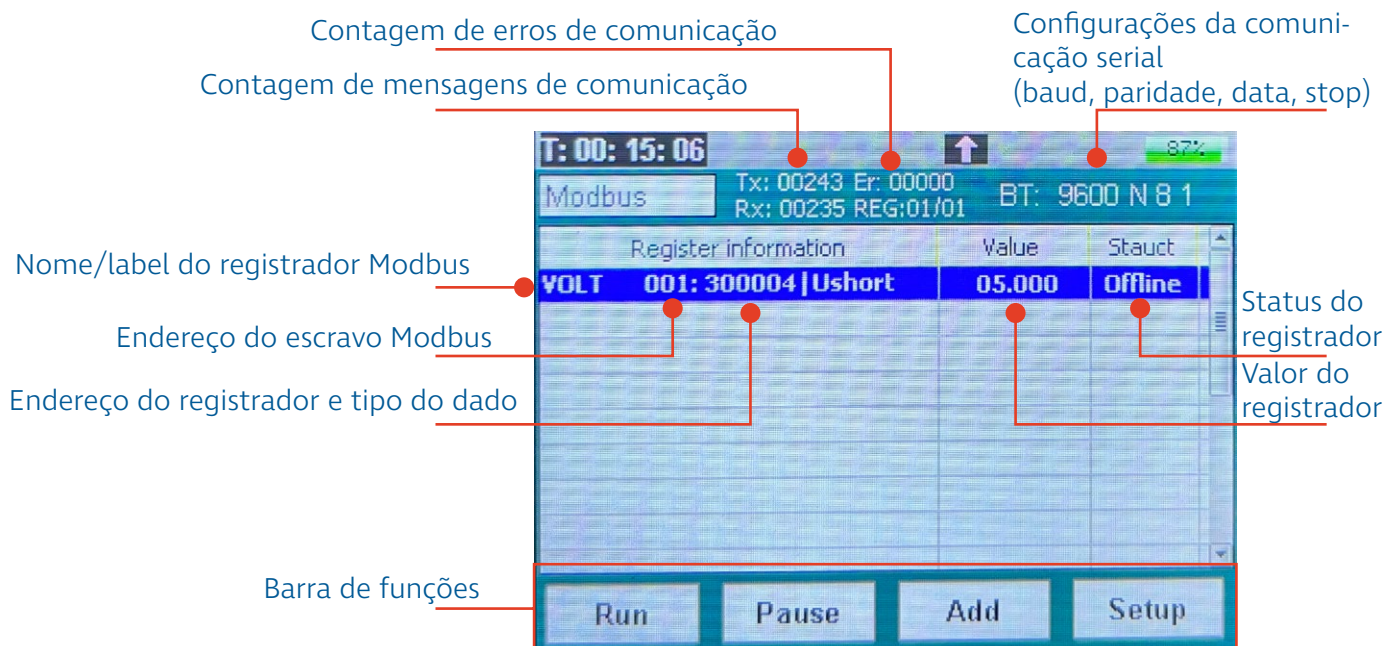


Figura 136 - Tela principal do modo mestre Modbus

Conforme podemos observar na figura acima, essa tela apresenta na parte inferior informações sobre a comunicação Modbus, incluindo o número de mensagens enviadas (Tx) e recebidas (Rx) pelo MCS375, além das configurações de comunicação serial (baud rate, paridade, número de bits de dados, número de stop bits).

Na parte central da tela, há uma lista com os registradores do escravo/slave Modbus que estão configurados para serem lidos pelo MCS375. Os registradores podem ser identificados por um nome/label, e na sequência é informado o endereço do escravo Modbus, o endereço do registrador, o tipo de dado que é guardado no registrador, o seu valor e o seu status. Podemos configurar vários registradores, que serão mostrados no formato de uma lista nessa parte central da tela.

Finalmente, na parte inferior da tela, temos a barra de funções da tela de mestre Modbus. A figura abaixo indica quais botões do MCS375 correspondem a quais opções na barra de funções:

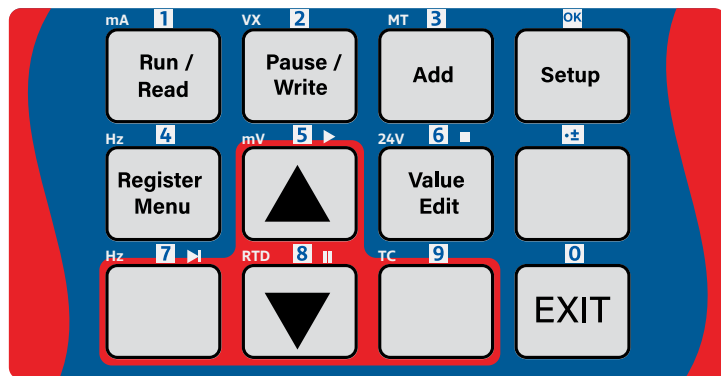


Figura 137 - Botões correspondentes às opções da barra de funções do Modbus

As opções são as seguintes:

- **[Run] / [Read]**: Inicia a comunicação com o escravo Modbus e realiza a leitura dos registradores no modo Automático. No modo Manual, realiza uma leitura de todos os registradores.
- **[Pause] / [Write]**: Pausa a comunicação com o escravo Modbus no modo Automático. No modo Manual, o envio de comando de escrita de todos os registradores do tipo saída.
- **[Add]**: Adiciona um novo registrador à lista de registradores.
- **[Setup]**: Abre a tela de configurações da comunicação Modbus.
- **[Register Menu]**: Abre o menu de edição de registradores.
- **▲**: Navega para cima na lista de registradores.
- **▼**: Navega para baixo na lista de registradores.
- **[Value Edit]**: Permite alterar o valor de um registrador de saída. No caso de uma saída digital (coil) altera o valor de 0 para 1 ou vice-versa.
- **[EXIT]**: Sai da tela de mestre Modbus.

Para iniciarmos a comunicação com um dispositivo/escrevo Modbus, devemos primeiro definir as configurações de comunicação. Isso pode ser feito selecionando a função **[Setup]** através do botão **{FN}**. Ao pressionarmos esse botão, a tela de configuração de comunicação será mostrada:

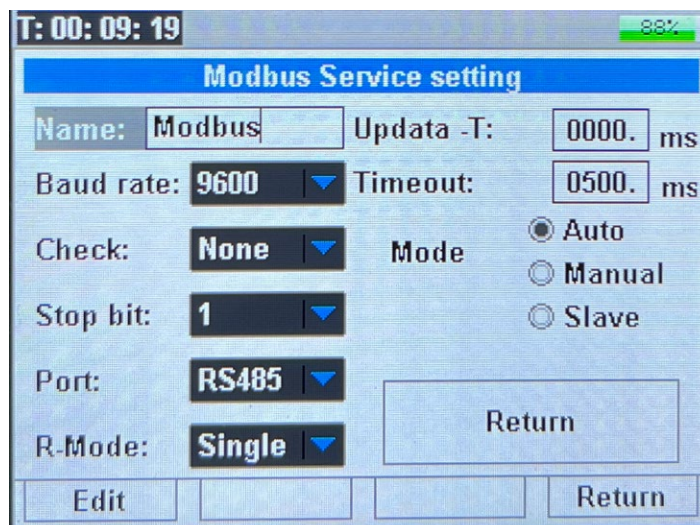


Figura 138 - Tela de configuração do modo mestre Modbus

Os parâmetros de configuração são os seguintes:

- **[Name]**: Nome/tag da configuração. Não afeta a configuração, mas pode ser utilizada para identificar a aplicação dessa configuração.
- **[Baud rate]**: Velocidade da comunicação serial.
- **[Check]**: Paridade da comunicação serial.
- **[Stop bit]**: Número de stop bits da comunicação serial.
- **[Port]**: Padrão, sempre será RS485.
- **[R-Mode]**: Modo de leitura, único (Single) ou contínuo (Continuous).
- **[Update -T]**: Período de atualização. Corresponde ao tempo em milissegundos entre o envio dos comandos de leitura dos registrados.
- **[Timeout]**: Tempo de timeout de comunicação em milissegundos.
- **[Mode]**: Modo de comunicação. No modo **[Auto]**, a comunicação é feita de modo contínuo, e os registradores são atualizados na velocidade definida no parâmetro **[Update -T]**. No modo **[Manual]**, as leituras ou escritas dos registradores são feitas de forma manual, pressionando um botão para selecionar a função **[Read]** ou a função **[Write]**.

Para configurarmos os registradores do escravo Modbus que serão lidos ou modificados, devemos pressionar o botão **{OUT}**, que irá abrir a tela de adição de registrador, conforme ilustrado na figura abaixo:

The screenshot shows a software interface titled "Add register". At the top left, it displays the time "T: 00: 09: 25" and a battery level of "88%". The interface contains several fields and dropdown menus for configuring a register:

- DRV Addr:** 001
- Reg TYPE:** ushort
- CMD:** 01:0000X
- Usual Label:** ----
- Reg addr:** 00001
- Lable:** Reg\_
- HEX addr:** 0000
- H Reg Order:** 4321
- Add more:** 01
- DEC Point:** 0:XXXXXX

At the bottom, there are buttons for "OK", "Return", and "Edit".

Figura 139 - Tela de adição de registrador - mestre Modbus

Os parâmetros de configuração são os seguintes:

- **[DRV Addr]:** Endereço (no formato decimal) do dispositivo Modbus cujo registrador será adicionado.
- **[CMD]:** Comando ou Function Code que será utilizado para ler o registrador Modbus. O comando é indicado no primeiro número (01, 02, 03 ou 04). O segundo número indica o grupo de endereço.
- **[Reg addr]:** A parte final do endereço do registrador em formato decimal. Quando esse valor é modificado, o parâmetro **[HEX addr]** é atualizado automaticamente.
- **[HEX addr]:** Offset do endereço do registrador em formato hexadecimal. Quando esse valor é modificado, o parâmetro **[Reg addr]** é atualizado automaticamente.
- **[Add more]:** Opção que permite adicionarmos um número extra de registradores com as mesmas configurações, porém com os endereços seguintes ao endereço configurado nessa tela. Por padrão, o valor 01 é selecionado para adicionar apenas um registrador.
- **[Reg TYPE]:** Formato do dado contido no registrador.
- **[Usual Label]:** Permite escolhermos um nome padrão para o registrador.
- **[Lable]:** Permite escolhermos um nome customizado para o registrador.
- **[Reg Order]:** Define a ordem dos bytes nos dados do registrador.
- **[DEC Point]:** Permite definirmos o número de casas decimais para interpretarmos o valor de um número inteiro.

Após configurarmos o registrador, devemos selecionar a opção **[OK]** para adicionarmos o registrador à lista da tela principal. O registrador irá aparecer na lista conforme ilustrado na figura abaixo:

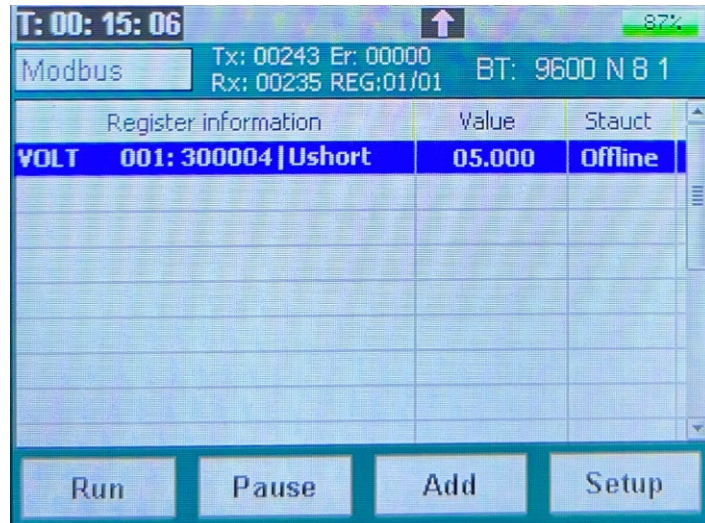


Figura 140 - Tela principal mestre Modbus - lista de registradores

Conforme já explicado anteriormente, no canto esquerdo será mostrado o nome escolhido para o registrador, seguido pelo endereço do instrumento/escravo Modbus e o seu endereço completo no formato decimal. Logo em seguida ao endereço, é indicado o tipo de dado contido no registrador.

Na coluna seguinte, é indicado o valor mais recente do registrador. Finalmente, na última coluna, temos o status do registrador. O status **[Offline]** indica que a última leitura ou modificação do registrador não obteve resposta do instrumento. O status **[Online]** indica que a última leitura do registrador foi bem sucedida. Por fim, o status **[Fail]** indica que houve um erro na comunicação com o instrumento Modbus, normalmente causado por configurações de comunicação incorretas.

Na tela principal do modo mestre Modbus, podemos selecionar um dos registradores da lista pressionar o botão **{I-TY}** para acessar a tela de edição de registradores:

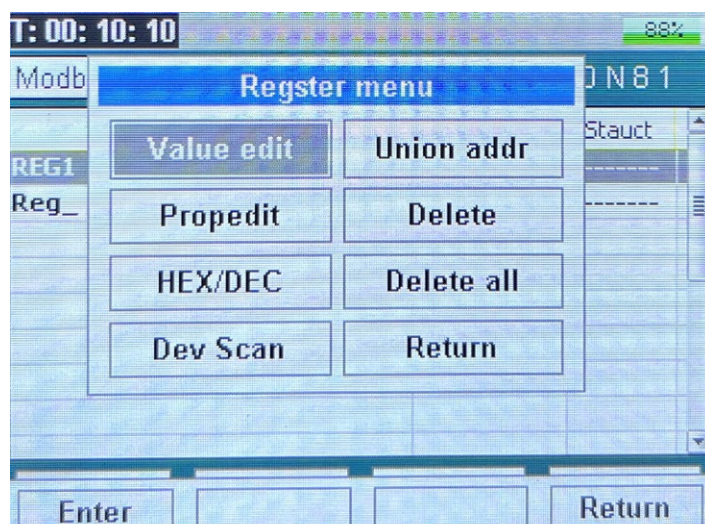


Figura 141 - Tela de edição dos registradores no modo mestre Modbus

As opções disponíveis nessa tela são:

- **[Value edit]**: Ao selecionar essa opção, podemos editar o valor de um registrador de saída (output) que foi selecionado antes do botão **{I-TY}** ser pressionado.
- **[Propedit]**: Essa opção permite editarmos as configurações do registrador selecionado.
- **[Reg addr]**: A parte final do endereço do registrador em formato decimal. Quando esse valor é modificado, o parâmetro **[HEX addr]** é atualizado automaticamente.
- **[HEX/DEC]**: Altera o formato do valor do registrador selecionado de hexadecimal para decimal e vice-versa.
- **[Dev Scan]**: Acessa a tela de escaneamento de instrumentos/escravos Modbus. Mais detalhes abaixo.
- **[Union addr]**: Modifica todos os registradores da lista, fazendo que o endereço do escravo/instrumento de todos os registradores seja igual ao endereço configurado no primeiro registrador da lista (topo da lista).
- **[Delete]**: Deleta o registrador que foi selecionado antes do botão **{I-TY}** ser pressionado.
- **[Delete All]**: Deleta todos os registradores da lista de registradores.
- **[Return]**: Retorna à tela principal.

Ao selecionarmos a opção **[Dev Scan]**, a tela de varredura (scan) de instrumentos será mostrada conforme a figura abaixo:

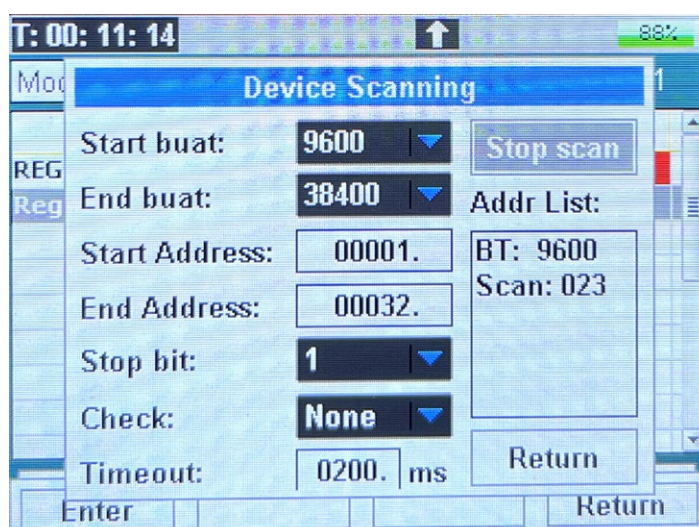


Figura 142 - Tela de escaneamento de instrumentos - modo mestre Modbus

Os parâmetros do scan (varredura) de instrumentos são:

- **[Start baut]**: Baud rate inicial para realizar a varredura.
- **[End baut]**: Baud rate final para realizar a varredura.
- **[Start Address]**: Endereço inicial de instrumento/escravo Modbus para usar na varredura.
- **[End Address]**: Endereço final de instrumento/escravo Modbus para usar na varredura.
- **[Stop bit]**: Número de stop bits para usar na comunicação serial da varredura.
- **[Check]**: Tipo de paridade para utilizar na comunicação serial da varredura.
- **[Timeout]**: Tempo de timeout de comunicação utilizado na varredura.

Após configurarmos os parâmetros listados acima de acordo com os valores desejados, podemos iniciar a varredura selecionando o botão **[Start scan]** no canto superior direito da tela. Ao pressionarmos esse botão, a varredura será iniciada, e seu progresso será indicado no retângulo no canto direito da tela.

Podemos pausar a varredura a qualquer momento selecionando o mesmo botão utilizado para iniciar a varredura, que durante a varredura irá mudar sua indicação para **[Stop scan]**. Após a conclusão da varredura, os endereços de instrumentos encontrados serão listados no retângulo no canto direito da tela, conforme a figura abaixo:

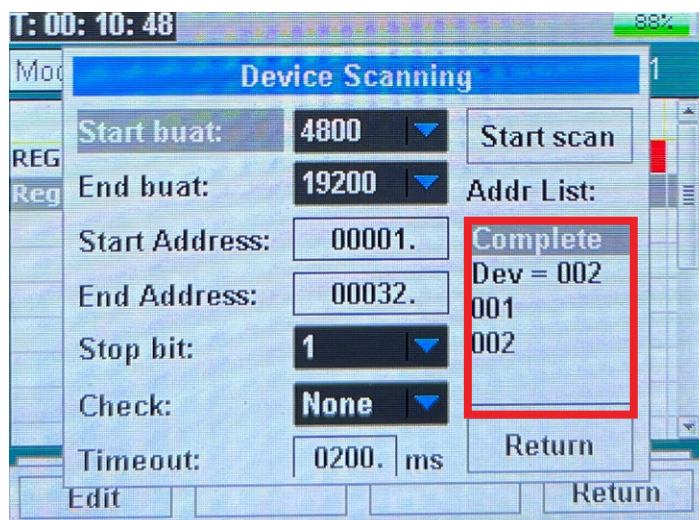


Figura 143 - Escaneamento de instrumentos completo - modo mestre Modbus

## Esravo Modbus

Após realizarmos a conexão elétrica do MCS375 à rede Modbus descrita na seção "Ligação Elétrica Modbus", podemos utilizá-lo como um escravo Modbus RTU que pode ser controlado e monitorado por um mestre Modbus remoto.

Para utilizarmos o MCS375 como um escravo Modbus, devemos em primeiro lugar acessar a tela da função registrador do funções pressionando botão **{FN}**, e em seguida selecionar a opção **[Port settings]**, conforme ilustrado na figura abaixo:

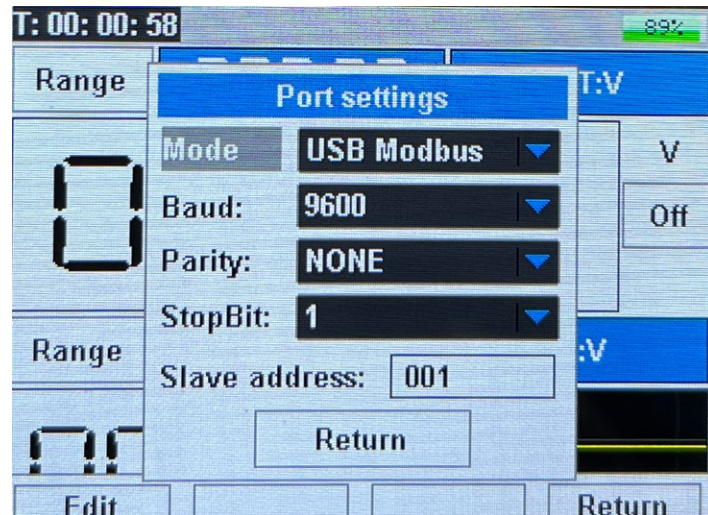


Figura 144 - Menu de configuração de porta de comunicação

O menu de configuração da porta de comunicação possui diversos parâmetros que definem a comunicação Modbus RTU. No entanto, para utilizarmos o MCS375 como um escravo Modbus, o primeiro parâmetro, denominado **[Mode]**, deve ser configurado com a opção **[Modbus Slave]**. Os outros parâmetros correspondem às configurações da comunicação serial, conforme listado abaixo:

- **[Baud]**: Baud rate (velocidade de comunicação serial) utilizada pelo MCS375.
- **[Parity]**: Paridade (par, ímpar, nenhuma) utilizada na comunicação serial.
- **[StopBit]**: Número de stop bits utilizado na comunicação serial.
- **[Slave address]**: Endereço de instrumento/escravo Modbus utilizado pelo MCS375.

Após realizarmos as configurações de comunicação do MCS375 no modo escravo Modbus, podemos utilizar um mestre Modbus para ler os valores medidos e gerados pelo calibrador, além de controlar os valores gerados e os tipos dos sinais elétricos medidos e gerados.

As tabelas abaixo listam os registradores disponibilizados pelo MCS375 para leitura e controle e os códigos dos sinais de saída e entrada:

## Registadores dos Sinais de Saída (terminais COM e OUT)

Endereço (Decimal)	Tipo / Formato dos Dados	Descrição	Valores possíveis	Permissões	Comandos / Function Codes (Decimal)
4 0009	UINT16 (16 bits sem sinal)	Tipo de sinal da saída	Veja <b>tabela de códigos de sinais</b> abaixo	R/W	03, 06, 16
4 0010	UINT16 (16 bits sem sinal)	Padrão do sinal da saída	Veja <b>tabela de códigos de sinais</b> abaixo	R/W	03, 06, 16
4 0012	UINT16 (16 bits sem sinal)	Saída ativada/ desativada	<b>0x00</b> - Saída Desativada <b>0x01</b> - Saída Ativada	R/W	03, 06, 16
4 0017 - 4 0018	INT32 (32 bits com sinal)	Valor do sinal de saída	Valor da saída, ignorando pontos decimais	R/W	03, 06, 16

## Registadores dos Sinais de Entrada (terminais IN- e IN+)

Endereço (Decimal)	Tipo / Formato dos Dados	Descrição	Valores possíveis	Permissões	Comandos / Function Codes (Decimal)
4 0041	UINT16 (16 bits sem sinal)	Tipo de sinal da entrada	Veja <b>tabela de códigos de sinais</b> abaixo	R/W	03, 06, 16
4 0042	UINT16 (16 bits sem sinal)	Padrão do sinal da entrada	Veja <b>tabela de códigos de sinais</b> abaixo	R/W	03, 06, 16
4 0049 - 4 0050	INT32 (32 bits com sinal)	Valor do sinal de saída	Valor da entrada, ignorando pontos decimais	R	03

## Tabela de Códigos de Sinais

Sinal	Direção do sinal (entrada ou saída)	Código de Tipo de Sinal (Decimal)	Código do Padrão do Sinal (Decimal)
		Registadores 4 0009 (saída) ou 4 0041 (entrada)	Registrador 4 0010 (saída) ou 4 0041 (entrada)

## Sinais de corrente

Corrente passiva	Saída	0	0
Corrente ativa	Saída	0	1
Corrente passiva	Entrada	0	128
Corrente ativa	Entrada	0	129

## Sinais de tensão

Tensão (0...20 V)	Saída	1	0
Tensão (-10...110 mV)	Saída	1	2
Tensão (-30...30 V)	Entrada	1	128
Tensão (-110...110 mV)	Entrada	1	130

## Sinais de frequência

Frequência (Hz)	Saída	2	0
Frequência (RPS)	Saída	2	2
Frequência (RPM)	Saída	2	3
Frequência (RPH)	Saída	2	4
PWM (0...100%)	Saída	2	5
Pulso Quantitativo	Saída	2	6
Frequência (Hz)	Entrada	2	128
Frequência (RPS)	Entrada	2	130
Frequência (RPM)	Entrada	2	131
Frequência (RPH)	Entrada	2	132
PWM (0...100%)	Entrada	2	133
Contagem de Pulsos	Entrada	2	134

## Sinais de resistência

Resistência (ohms)	Saída	3	1
Resistência (ohms)	Entrada	3	129

Tabela de Códigos de Sinais (continuação)

Sinal	Direção do sinal (entrada ou saída)	Código de Tipo de Sinal (Decimal)	Código do Padrão do Sinal (Decimal)
		Registadores 4 0009 (saída) ou 4 0041 (entrada)	Registrador 4 0010 (saída) ou 4 0041 (entrada)
<b>Sinais de temperatura (temorresistências)</b>			
Pt100	Saída	4	0
Cu50	Saída	4	3
Pt100	Entrada	4	128
Cu50	Entrada	4	131
<b>Sinais de temperatura (termopares)</b>			
Tipo K	Saída	5	0
Tipo R	Saída	5	1
Tipo S	Saída	5	2
Tipo E	Saída	5	3
Tipo J	Saída	5	4
Tipo T	Saída	5	5
Tipo N	Saída	5	6
Tipo B	Saída	5	7
WRE25	Saída	5	8
WRE26	Saída	5	9
Tipo K	Entrada	5	128
Tipo R	Entrada	5	129
Tipo S	Entrada	5	130
Tipo E	Entrada	5	131
Tipo J	Entrada	5	132
Tipo T	Entrada	5	133
Tipo N	Entrada	5	134
Tipo B	Entrada	5	135
WRE25	Entrada	5	136
WRE26	Entrada	5	137

Por exemplo, se quisermos configurar o MCS375 para medir corrente de forma passiva (sem alimentação 24 V), devemos enviar o comando 06 (FC=06 - Escrever Registrador Retentivo) para o registrador com endereço 4 0041 para escrever o código de tipo de sinal 0, e o mesmo comando para o registrador com endereço 4 0042 com o código de padrão de sinal 128. Isso irá configurar o MCS375 para medir o sinal de corrente passiva. Os valores poderão ser lidos então através do comando 03 (FC=03 - Ler Registrador Retentivo) direcionado aos registradores 4 0049 e 4 0050, que irão conter o valor da medição como um número no formato inteiro de 32 bits com sinal que corresponde ao valor medido sem o ponto decimal.

Por outro lado, se quisermos configurar o MCS375 para gerar um sinal, devemos enviar o comando 06 (FC=06 - Escrever Registrador Retentivo) para os registradores com endereço 4 0009 e 4 0010 com os códigos de tipo e padrão de sinal desejados. Em seguida, podemos utilizar o mesmo comando para enviar o valor do sinal que será controlado como um número inteiro de 32 bits com sinal para os registradores 4 0017 e 4 0018. Para habilitar o sinal da saída, devemos enviar o valor 1 para o registrador 4 0012.

# Comunicação HART (MCS375H)

O MCS375 possui uma versão que inclui configurador HART. Essa versão, denominada **MCS375H**, possibilita a comunicação do calibrador com transmissores que implementam o protocolo HART FSK.

O MCS375H permite a configuração de transmissores HART através dos comandos universais (especificação HCF\_SPEC-127) e comandos de prática comum (especificação HCF\_SPEC-151). Algumas das funções inclusas no configurador HART do calibrador MCS375H são:

- Leitura das variáveis do transmissor
- Mudança da unidade da variável principal do transmissor
- Mudança da faixa de medição do transmissor
- Ajuste de dois pontos da saída de corrente 4-20 mA do transmissor
- Mudança nas informações gravadas no transmissor (TAG, mensagem, data, etc.)

Nas seções seguintes explicaremos como o MCS375H deve ser conectado ao transmissor HART para possibilitar a comunicação, e como utilizar as funções do configurador HART do calibrador MCS375H.

## Ligação Elétrica HART

A ligação do MCS375H ao transmissor HART ou à malha HART sempre é feita através dos terminais **IN-** e **IN+** do calibrador. No entanto, a forma como o MCS375H é inserido na malha HART irá depender do **modo de operação** escolhido para o configurador HART. O configurador possui 3 modos de operação:

- **Modo passivo ou geral** (General): nesse modo, o MCS375H entra de forma passiva na malha HART, sem providenciar alimentação e não incluindo o resistor HART. Sendo assim, o MCS375 deve ser ligado em paralelo ao transmissor HART, e a alimentação 24 V e o resistor HART (em torno de 250 ohms) devem ser fornecidos externamente.
- **Modo resistor integrado** (Built in 270R): nesse modo, o MCS375H já integra o resistor HART (o calibrador utiliza um valor de 270 ohms para o resistor), porém não inclui a fonte de alimentação. Nesse modo, o MCS375H deve ser conectado em série na malha HART, e a fonte de alimentação 24 V deve ser fornecida externamente.
- **Modo 24 V** (Supply 24 V): nesse modo, o MCS375H já inclui a fonte 24 V para alimentar o transmissor e o resistor para possibilitar a comunicação HART. Nesse modo, o MCS375H deve ser conectado diretamente ao transmissor HART, não sendo necessária a fonte de alimentação externa ou o resistor externo.

A ligação elétrica no modo passivo é ilustrada na figura abaixo:

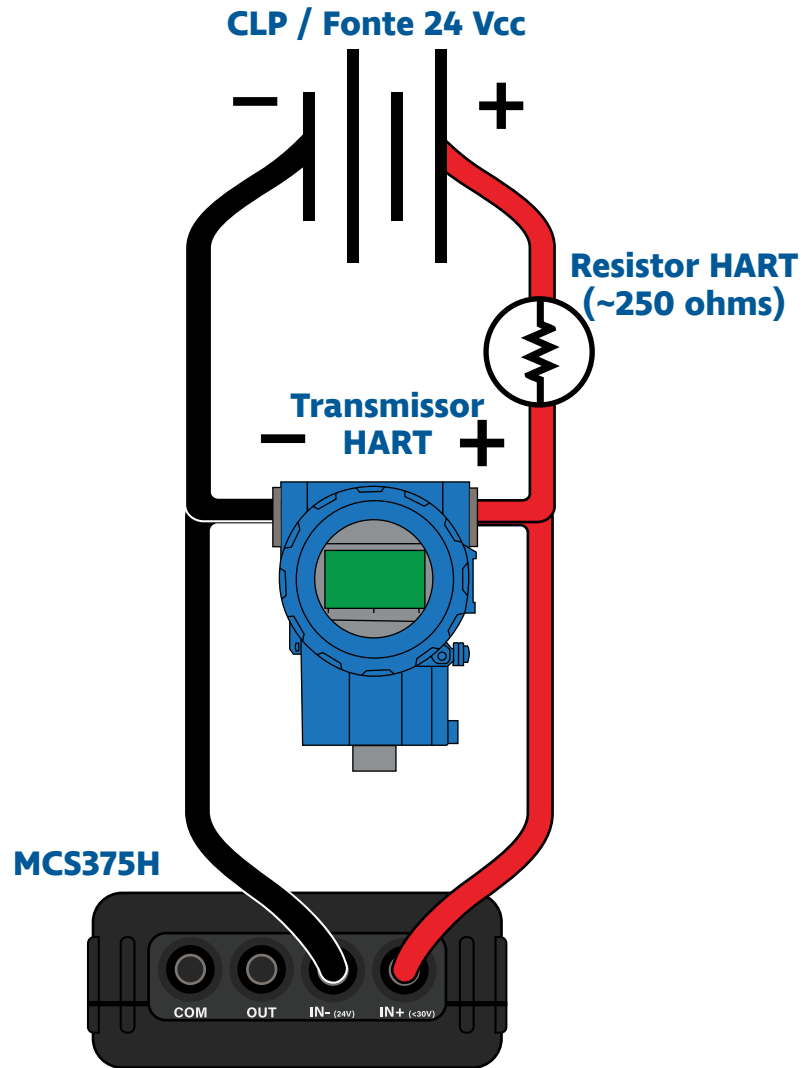


Figura 145 - Ligação elétrica HART no modo passivo/geral

A ligação elétrica no modo resistor integrado é ilustrada na figura abaixo:

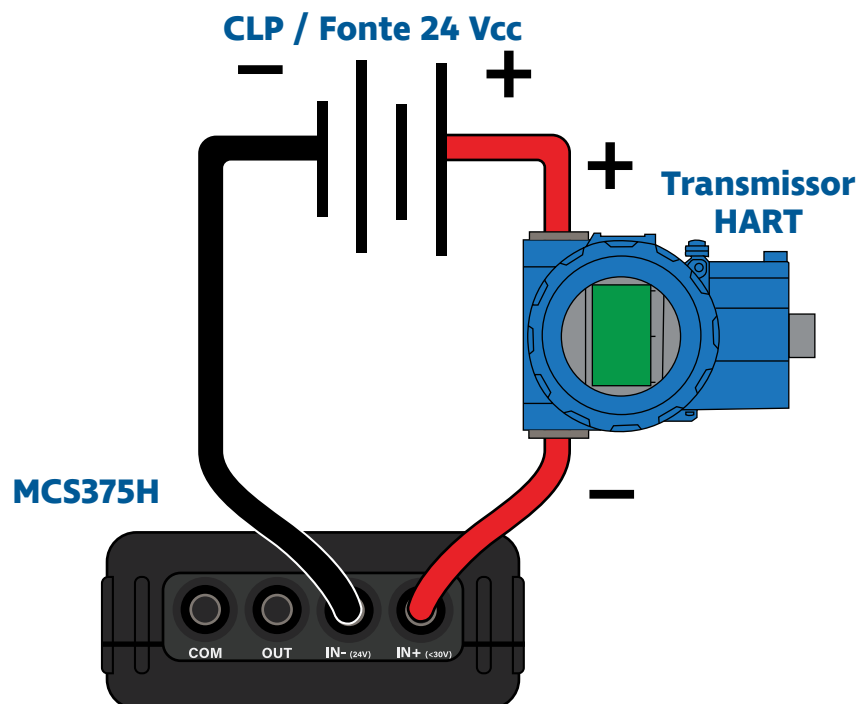


Figura 146 - Ligação elétrica HART no modo resistor integrado

A ligação elétrica no modo com alimentação 24 V é ilustrada na figura abaixo:

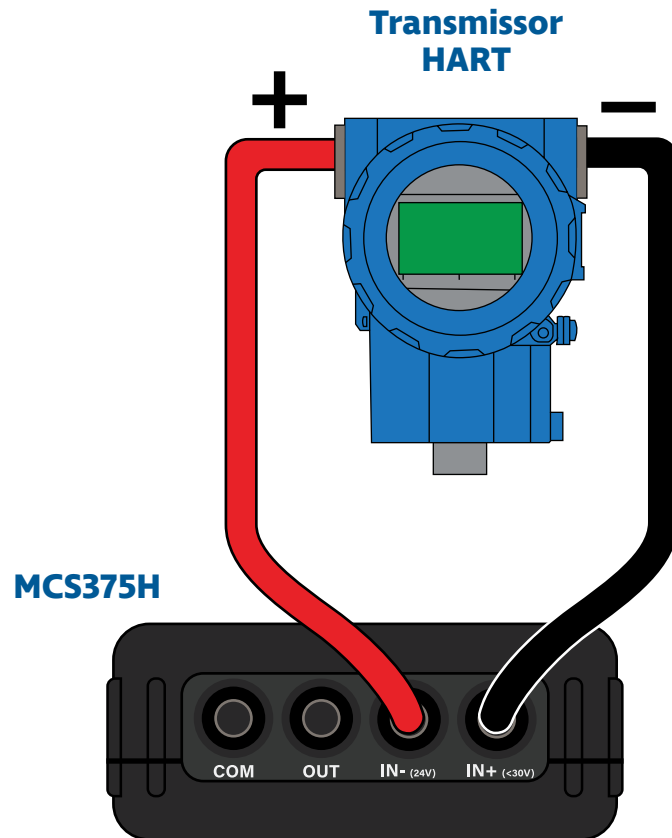


Figura 147 - Ligação elétrica HART no modo alimentação 24 V



**Nota**

Note que no modo com alimentação 24 V), a **polaridade das conexões é invertida** em relação aos outros modos. Isto é, o terminal **IN-** se torna o terminal positivo, e o terminal **IN+** se torna o terminal negativo.

## Utilizando o Configurador HART

Após realizarmos a ligação elétrica do MCS375H com o transmissor HART conforme ilustrado na seção anterior, podemos prosseguir com a utilização do configurador HART.

Para acessar as funções de comunicação HART do MCS375, devemos primeiro acessar o menu de funções do equipamento pressionando o botão **{FN}**. Em seguida, devemos selecionar a opção HART, conforme ilustrado na figura abaixo:

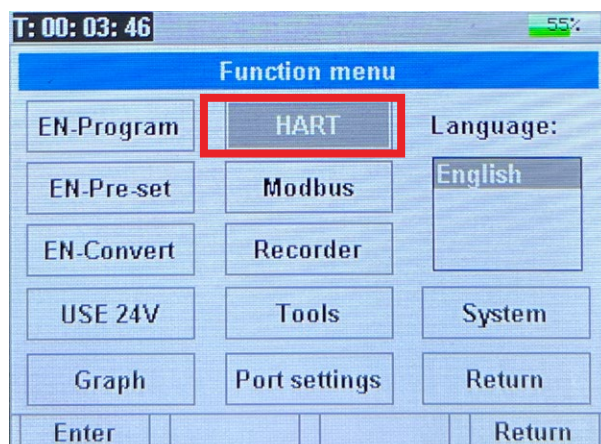


Figura 148 - Menu de funções - opção HART

Após selecionarmos a opção HART no menu de funções, a tela inicial do comunicador HART irá abrir, conforme ilustrado na figura abaixo:

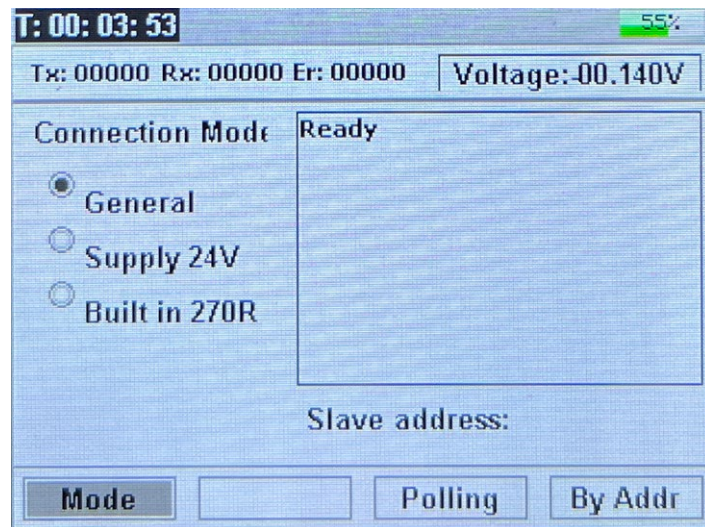


Figura 149 - Tela inicial do comunicador HART

Nessa tela podemos definir o modo de operação do comunicador HART, que já foram explicados na seção "Ligação Elétrica HART". Os modos de operação possíveis são:

- **[General]:** Modo passivo - a fonte de alimentação 24 Vcc e o resistor HART (aproximadamente 250 ohms) devem ser fornecidos externamente. O MCS375H deve ser **conectado em paralelo ao transmissor HART**.
- **[Supply 24V]:** Modo de operação ativo, com fonte integrada. Nesse modo, o MCS375H alimenta o transmissor HART com fonte 24 Vcc, e o resistor HART não é necessário. O MCS375H deve ser **ligado diretamente ao transmissor HART**, e não deve haver nenhuma fonte de alimentação externa.
- **[Built in 270R]:** Modo de operação com resistor integrado. Nesse modo, o MCS375H adiciona o resistor HART à malha, porém uma fonte de alimentação externa é necessária. O MCS375H deve ser **ligado em série** na malha.

Podemos modificar o modo de operação selecionando a opção **[Mode]** na parte inferior da tela, que corresponde ao botão **{IN}**.

No modo de operação passivo, o MCS375H irá medir a tensão de alimentação da malha e irá indicar esse valor na parte superior direita da tela, conforme ilustrado abaixo:

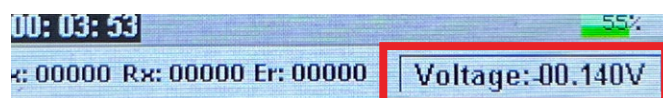


Figura 150 - Tensão da malha medida no modo passivo

Nos modos ativo ou com resistor integrado, o MCS375H irá medir a corrente da malha HART em miliamperes e irá indicar esse valor na parte superior direita da tela, conforme ilustrado abaixo:



Figura 151 - Corrente da malha medida nos modos ativo e resistor integrado

Ao selecionarmos o modo de operação ativo, devemos ativar a alimentação 24 Vcc pressionando o botão **{T-ON}**, conforme ilustrado na figura abaixo:

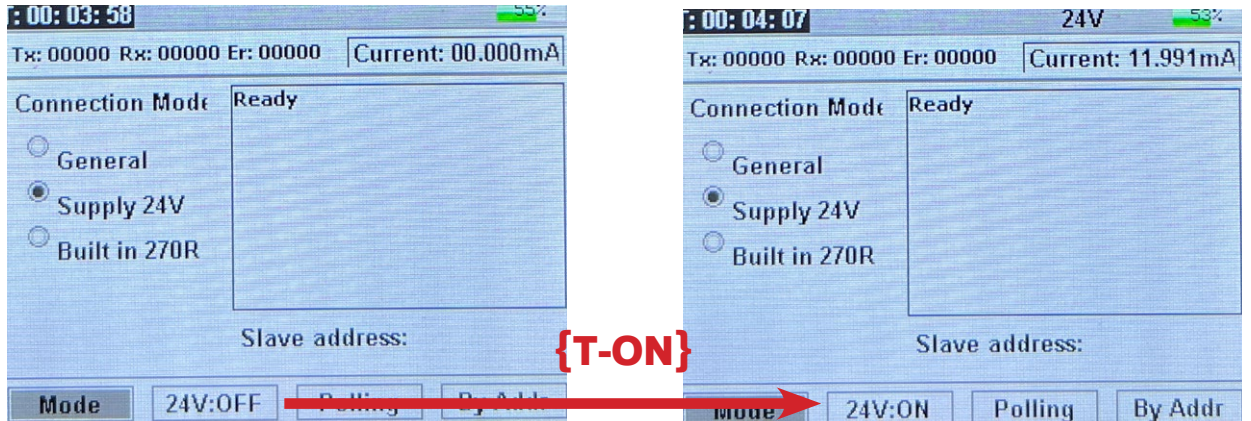


Figura 152 - Ativando alimentação 24 Vcc no modo de operação ativo

Após selecionarmos o modo de operação que desejamos utilizar, podemos iniciar a comunicação com instrumentos através das opções **[Polling]** ou **[By Addr]** na parte inferior da tela.

A opção **[Polling]** é acionada através do botão **{OUT}** do MCS375H. Ao acionarmos essa opção, o MCS37H irá fazer uma varredura dos endereços curtos (polling address) HART de 0 até 15, e irá se conectar com o primeiro transmissor que se identificar através do protocolo HART. A varredura é indicada no retângulo na parte direita da tela:

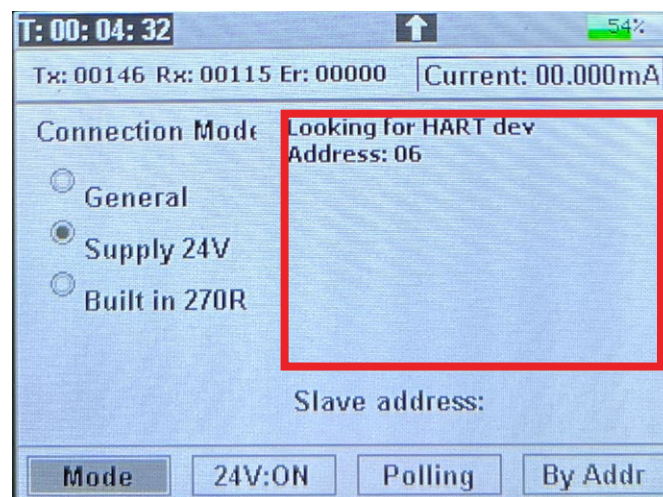


Figura 153 - Conexão HART através da opção [Polling] - varredura

Caso nenhum transmissor HART seja identificado durante a varredura, o MCS375H irá apresentar uma mensagem de erro:

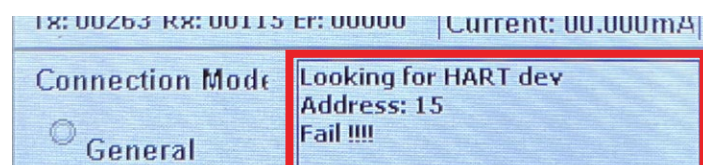


Figura 154 - Erro na conexão HART - nenhum instrumento detectado

No modo **[By Addr]** (modo por endereço), o MCS375H irá tentar se conectar a um endereço específico ao invés de realizar uma varredura em vários endereços. O endereço que será utilizado por essa opção pode ser selecionado utilizando os botões ▲ e ▼. A opção **[By Addr]** é ativada pressionando o botão **{FN}**.

Caso a conexão com o instrumento HART seja bem-sucedida (seja no modo de varredura ou por endereço), uma nova janela será mostrada com as informações do instrumento identificado:

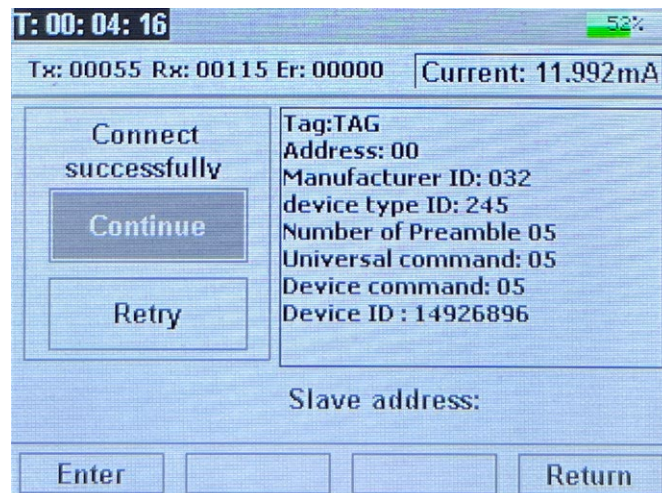


Figura 155 - Conexão HART bem-sucedida

No lado direito dessa janela, será mostrado o tag, endereço, e códigos de identificação do instrumento HART. No lado esquerdo da tela, podemos selecionar o botão **[Continue]** para prosseguirmos para a tela principal de configuração HART. É importante notarmos também na parte superior da tela as informações **Tx:**, **Rx:** e **Er:**, cada uma delas seguida de um número. No caso da informação **Tx:**, o número corresponde a quantos bytes foram enviados pelo MCS375H através do protocolo HART; a informação **Rx:** indica quantos bytes foram recebidos pelo MCS375H (ou seja, que foram enviados pelo instrumento HART); e a informação **Er:** indica quantos bytes foram recebidos com erro pelo MCS375H. Na operação normal, o número que segue a informação **Er:** deve ser zero.

Após selecionarmos o botão **[Continue]**, a seguinte tela será mostrada:

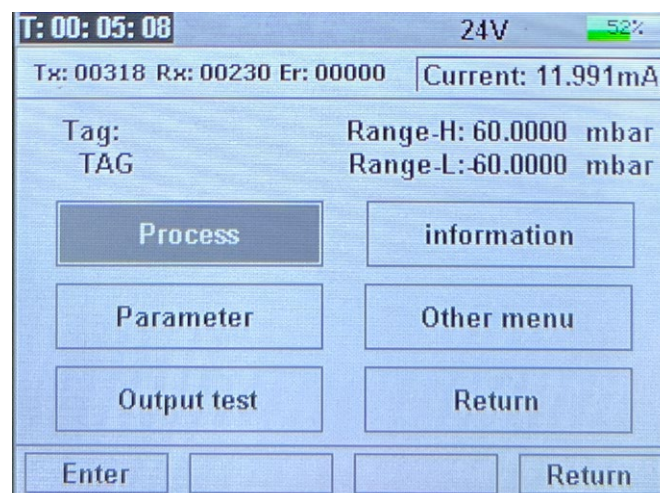


Figura 156 - Tela principal de configuração HART

A tela que será aberta corresponde à tela principal de configuração HART do MCS375H. Na parte superior dessa tela, serão mostrados o tag atual do instrumentos e os valores superior (**Range-H**) e inferior (**Range-L**) da sua faixa configurada atualmente:

Tag:	Range-H: 60.0000 mbar
TAG	Range-L: 60.0000 mbar

Figura 157 - Tela principal HART: tag e faixa configurada

Abaixo dessas informações, serão mostrados 6 botões que nos permitem ler e modificar as configurações do instrumento HART conectado:

- **[Process]**: Botão que dá acesso ao menu das variáveis de processo do instrumento HART. Permite lermos as medições do transmissor HART e fazermos o ajuste do zero de medição.
- **[Parameter]**: Botão que dá acesso ao menu de parâmetros de operação do instrumento. Permite lermos e modificarmos a faixa de medição do instrumento, a unidade de medição, o filtro, a função de transferência (função de saída 4-20 mA) e o endereço curto (polling address) do HART.
- **[Output test]**: Botão que dá acesso ao menu de teste e ajuste da saída 4-20 mA do transmissor. Permite fixarmos a corrente de saída do instrumento HART e também ajustarmos (corrigirmos) os valores da saída.
- **[Information]**: Botão que dá acesso às informações adicionais gravadas no instrumento. Permite ler e modificar o tag, data, mensagem e descrição gravadas no transmissor.
- **[Other menu]**: Botão que dá acesso a comandos HART específicos de alguns instrumentos, como transmissores EJA (fabricante Yokogawa) e 3051 (fabricante Emerson).
- **[Return]**: Retorna à tela inicial do configurador HART (figura número 149).

Podemos selecionar qualquer uma das opções listadas acima utilizando os botões de navegação direcional (▲, ▼, ►, ◀) e confirmar através do botão **{IN}**.

Como mencionado anteriormente, a opção **[Process]** nos dá acesso ao menu das variáveis de processo do instrumento HART. Ao acessarmos esse menu, a tela ilustrada na figura abaixo será mostrada:

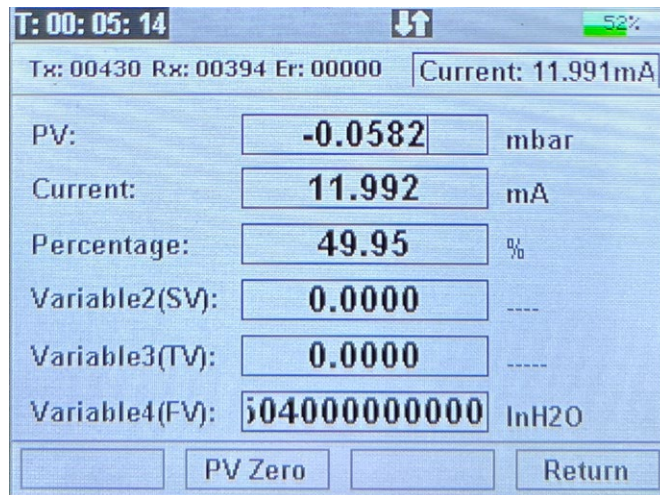


Figura 158 - Menu das variáveis de processo do instrumento HART

No menu das variáveis de processo, ilustrado na figura acima, será mostrado em primeiro lugar a medição da variável principal do instrumento HART, seguido pela unidade de medição configurada para essa variável. No exemplo acima, a medição é de -0.0582 mbar.

Logo abaixo dessa primeira medição é listado o valor da saída de corrente do instrumento, seguido pela porcentagem da medição atual. A porcentagem de medição corresponde ao valor da medição da variável principal em relação à faixa de medição configurada do instrumento.

Por fim, são listados os valores das variáveis secundária (SV), terciária (TV) e quaternária (FV) do instrumento, que irão variar dependendo do modelo do equipamento.

Nessa tela, podemos realizar o ajuste de zero da medição do instrumento através da opção **[PV Zero]**, que é acionada através do botão **{T-ON}**. Ao pressionarmos esse botão, a seguinte mensagem será mostrada na tela do MCS375H:

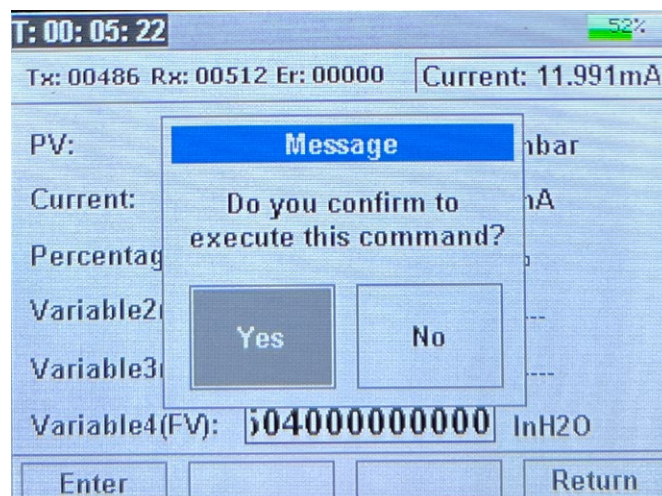


Figura 159 - Menu das variáveis de processo do instrumento HART - ajuste de zero

Se confirmarmos a execução do ajuste de zero selecionando a opção **[Yes]**, o valor da medição atual do instrumento será zerado.

Voltando à tela principal do configurador HART, podemos selecionar a opção **[Parameter]** para acessar o menu de parâmetros de operação do instrumento HART, ilustrado na figura abaixo:

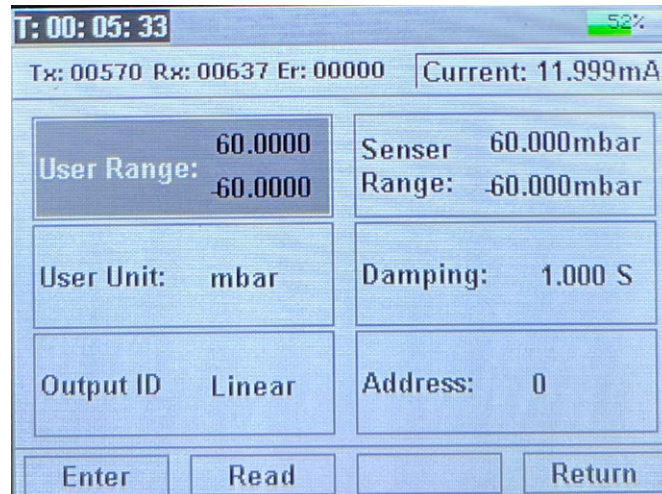


Figura 160 - Menu dos parâmetros de operação do instrumento HART

No menu de parâmetros ilustrado acima, podemos verificar o valor da faixa de medição atual (**User Range**), a unidade de medição (**User Unit**), o tipo de função de transferência (**Output ID**), os limites de medição do instrumento (**Sensor Range**), o valor do filtro de medição (**Damping**) e o endereço HART (**Address**).

Todos esses parâmetros (exceto os limites de medição) podem ser modificados selecionando o parâmetro e pressionando o botão **{IN}** para abrir a tela de edição. Por exemplo no caso da faixa de medição (**User Range**), a seguinte tela será mostrada:

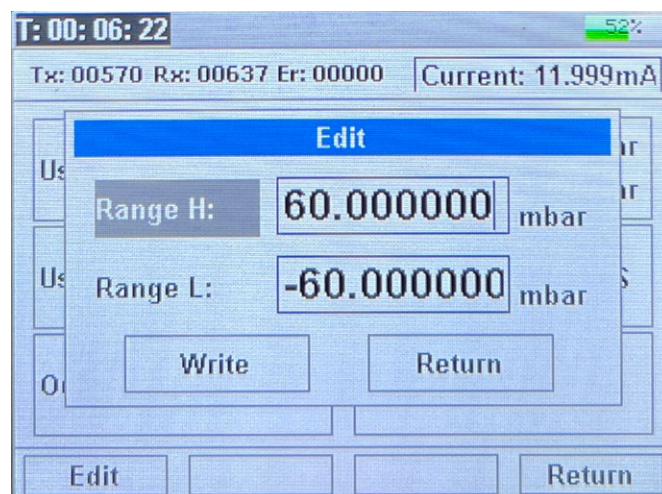


Figura 161 - Menu dos parâmetros de operação - faixa de medição

Para modificarmos os valores superior (**Range H**) e inferior (**Range L**) da faixa de medição, basta selecionarmos o valor que desejamos mudar, digitar o novo valor e confirmar a modificação selecionando o botão **[Write]** na parte inferior da tela.

Voltando à tela principal do configurador HART, podemos selecionar a opção **[Output test]** para acessar o menu de teste e ajuste da saída 4-20 mA, ilustrado na figura abaixo:

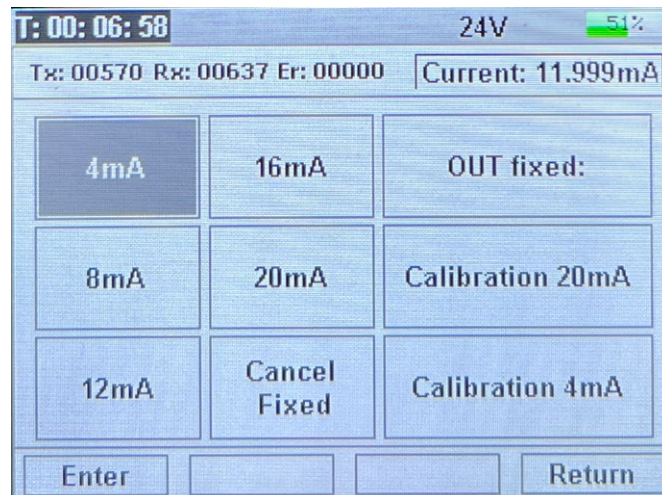


Figura 162 - Menu de teste e ajuste da saída 4-20 mA

Nessa tela, serão mostrados botões com os valores **4mA**, **8mA**, **12mA**, **16mA** e **20mA**. Ao selecionarmos um desses valores, a corrente de saída do transmissor HART será fixada no valor escolhido, e o valor será mostrado no seção **OUT fixed:** no canto superior direito da tela:

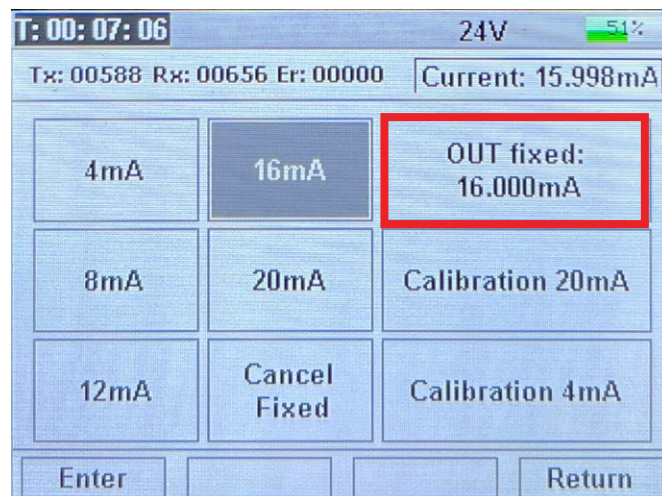


Figura 163 - Menu de teste e ajuste da saída 4-20 mA - corrente fixada

Para cancelarmos o modo de corrente fixada, basta selecionarmos o botão **Cancel Fixed** na parte inferior da tela.

No canto direito da tela, podemos encontrar também os botões **Calibration 4mA** e **Calibration 20mA**. Através desses botões podemos realizar o ajuste da saída de corrente do transmissor HART, sendo o botão **Calibration 4mA** utilizado para realizar o ajuste do valor de saída de 4 mA (0% da faixa) e o botão **Calibration 20mA** utilizado para ajustar o valor de saída de 20 mA (100% da faixa).

Ao selecionarmos o botão **Calibration 4mA**, a seguinte tela será aberta:

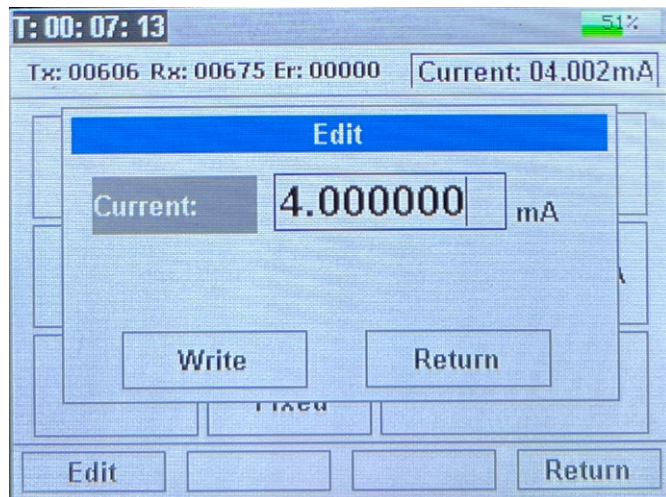


Figura 164 - Menu de teste e ajuste da saída 4-20 mA - ajuste de 4 mA

Quando a tela acima é aberta, o transmissor receberá um comando para fixar a saída de corrente em 4 mA. Para corrigir a saída de corrente do transmissor, devemos digitar nessa tela o valor real de corrente medido por uma referência. Nos modos de operação ativa ou com resistor integrado, podemos utilizar o próprio MCS375H como referência, visto que a corrente medida pelo MCS375H é indicada na parte superior da tela:

Corrente medida  
pelo MCS375H

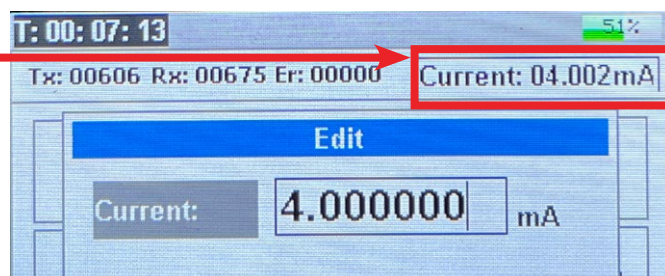


Figura 165 - Menu de teste e ajuste da saída 4-20 mA - corrente medida

Após digitarmos o valor da corrente medida pela referência, podemos fazer o ajuste da saída selecionando o botão **[Write]** na parte inferior da tela.

O ajuste da saída em 20 mA é feita de forma similar através do botão **Calibration 20mA**:

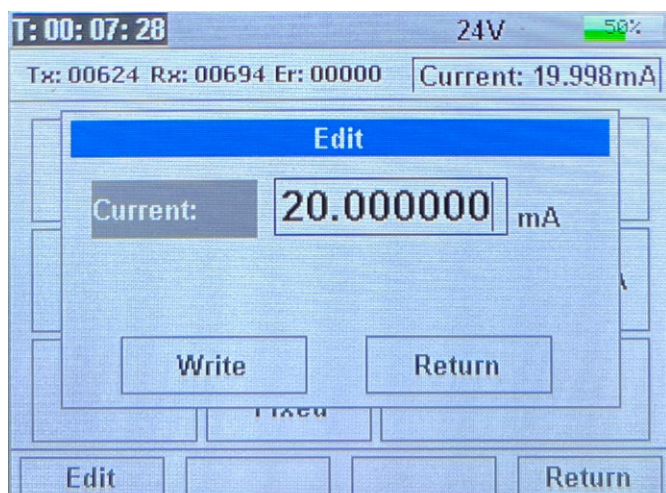


Figura 166 - Menu de teste e ajuste da saída 4-20 mA - ajuste de 20 mA

Voltando à tela principal do configurador HART, podemos selecionar a opção **[information]** para acessar o menu de informações adicionais do instrumento HART, ilustrado na figura abaixo:

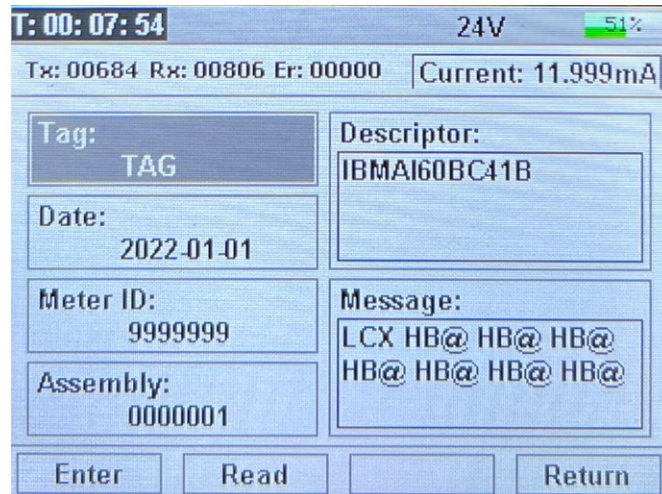


Figura 167 - Menu de informações adicionais do instrumento HART

Nessa tela, podemos ver as seguintes informações:

- **[Tag]**: o valor do tag de até 8 caracteres gravado no instrumento HART.
- **[Date]**: data gravada no instrumento.
- **[Meter ID]**: ID do instrumento HART.
- **[Assembly]**: Número de montagem gravado no instrumento.
- **[Descriptor]**: Descrição de até 16 caracteres gravada no instrumento.
- **[Message]**: Mensagem de até 32 caracteres gravada no instrumento.

Qualquer uma dessas informações (exceto o ID e o número de montagem do instrumento) pode ser modificada selecionando a informação e confirmando através do botão **[IN]**. Uma janela será mostrada, permitindo que alteremos o valor da informação, conforme ilustrado na figura abaixo:

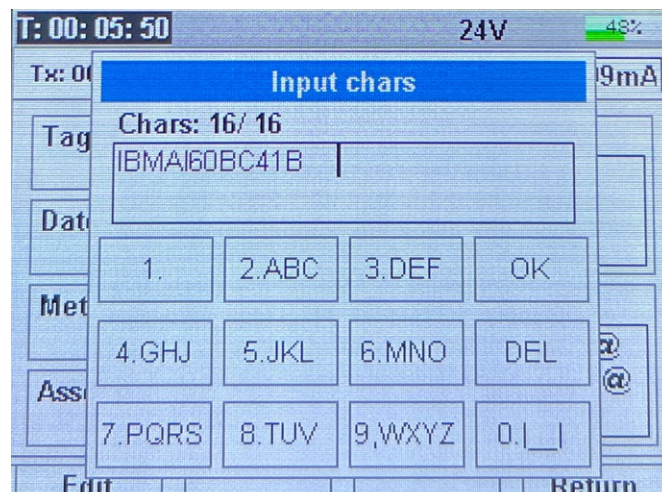


Figura 168 - Edição de informação (descrição de até 16 caracteres)

Voltando à tela principal do configurador HART, podemos selecionar a opção **[Other menu]** para acessar o menu de comandos HART específicos de alguns instrumentos, conforme ilustrado na figura abaixo:

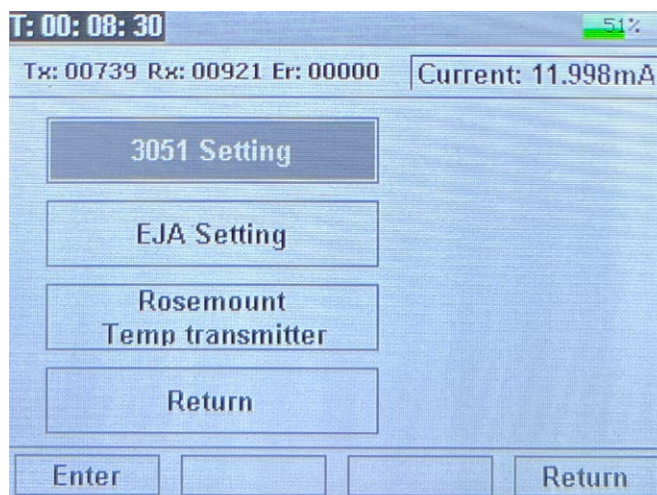


Figura 169 - Menu de comandos específicos

Através desse menu, podemos acessar comandos adicionais de alguns modelos específicos de transmissores HART. Alguns dos instrumentos inclusos são:

- Transmissores 3051 da fabricante Emerson.
- Transmissores EJA da fabricante Yokogawa.
- Transmissores de temperatura da fabricante Rosemount/ Emerson.

Durante a operação do configurador HART do MCS375H, é possível que ocorram problemas na comunicação com o instrumento HART. Caso isso ocorra, a seguinte mensagem será mostrada:

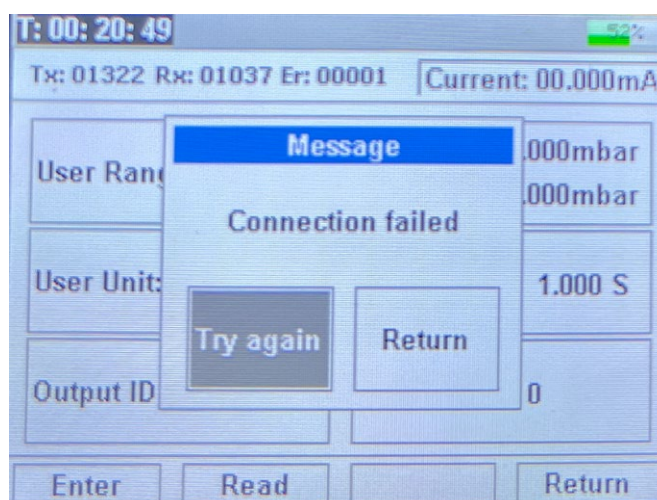


Figura 170 - Mensagem de falha na comunicação/conexão HART

Se você receber essa mensagem, verifique se há algum problema na ligação elétrica com o instrumento HART, se a fonte externa está ligada (caso uma fonte externa esteja sendo utilizada) ou se o resistor HART está conectado na malha (caso o MCS375H esteja operando no modo passivo, que requer resistor externo).

## Menu de Configurações

No menu de funções (veja seção "Inicialização e Menu de Funções"), podemos acessar as configurações gerais do MCS375 ao escolhermos a opção **System**. Caso o menu de funções não esteja aberto, pressione **{MENU}** a partir da tela de medição e geração para acessá-lo.

Ao selecionarmos a opção **System**, uma nova tela será aberta, conforme mostrado na figura abaixo:

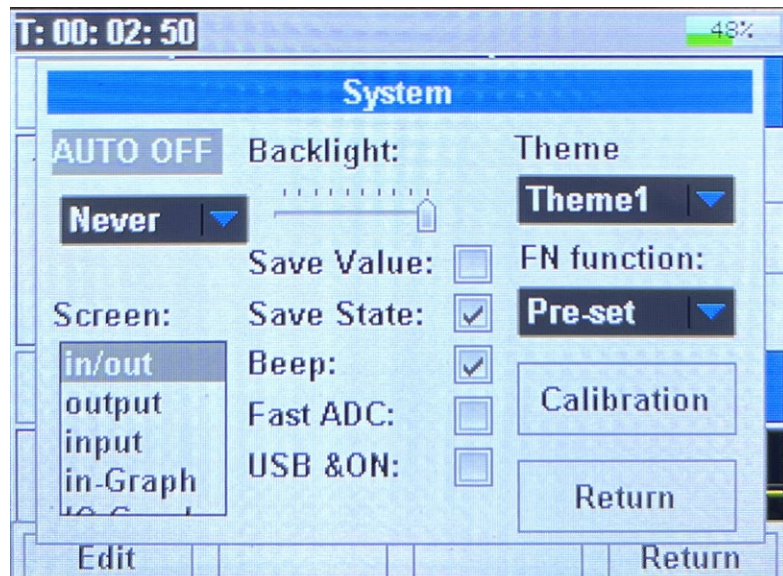


Figura 171 - Tela de configurações gerais do MCS375

Nessa tela, algumas das configurações disponíveis são:

- **[AUTO OFF]**: Permite configurar o tempo de auto-desligamento do equipamento. As opções disponíveis são: nunca (**[NEVER]**), 30 minutos, 60 minutos, 90 minutos e 120 minutos.  
O tempo de auto-desligamento considera o período em que o equipamento fica sem nenhuma atividade do usuário, ou seja, sem a interação através dos botões do equipamento.
- **[Screen]**: Permite modificar o modo de exibição da tela de medição e geração do MCS375, alterando como as informações e gráfico da tela de medição são mostrados (veja a seção "Modos de Exibição").
- **[Backlight]**: Permite modificar a intensidade do brilho da tela LCD do MCS375.
- **[Save Value]**: Ativa ou desativa a função de salvar o valor configurado da saída do MCS375. Caso essa opção esteja desabilitada, o MCS37 sempre iniciará com a saída no valor 0. Caso essa opção seja habilitada, o último valor configurado na saída antes de desligarmos o equipamento ficará salvo e será utilizado ao ligarmos o equipamento.
- **[Save State]**: Ativa ou desativa a função de salvar o estado da saída. Caso essa opção esteja desabilitada, o MCS375 sempre iniciará com a saída desativada. Caso contrário, o último estado da saída antes de desligarmos o equipamento será salvo e será utilizado ao ligarmos o equipamento.

- 
- **[Beep]**: Ativa ou desativa o som (bipes) do MCS375.
- **[Fast ADC]**: Aumenta a velocidade da medição dos sinais, porém reduz a exatidão da medição.
- **[USB & ON]**: Quando essa opção estiver ativada, o MCS375 irá ligar e entrar no modo de operação automaticamente ao ser conectado a uma fonte de alimentação 5 Vcc através do cabo USB.  
Quando desativada, essa opção fará com que o MCS375 entre no modo de carregamento ao ser ligado a uma fonte de alimentação, indicando o nível de bateria. Para ativar o modo de operação, será necessário pressionar o botão de liga/desliga.

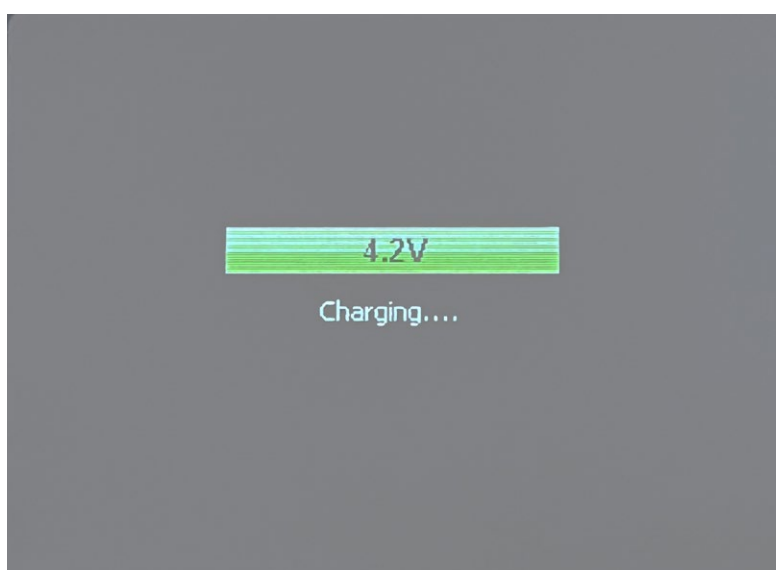


Figura 172 - Tela do modo de carregamento do MCS375

- **[Theme]**: Altera o esquema/tema de cores da interface de usuário. **Theme1** possui cores claras (branco e azul dominantes), enquanto o **Theme2** possui cores escuras (preto e azul dominantes).
- **[FN Function]**: Define qual função do MCS375 será ativada quando pressionarmos e segurarmos o botão **{FN}**. Podemos escolher entre ativar o modo de saída automática (**Prog Run**), o modo de valores pré-selecionados (**Pre-set**), o modo de conversão de sinais (**Convert**), o modo do registrador (**Logger**), o comunicador Modbus RTU (**Mr. Mod**) ou o comunicador HART (**HART**).
- **[Calibration]**: Dá acesso ao menu de calibração/ajuste do MCS375.

# Especificações

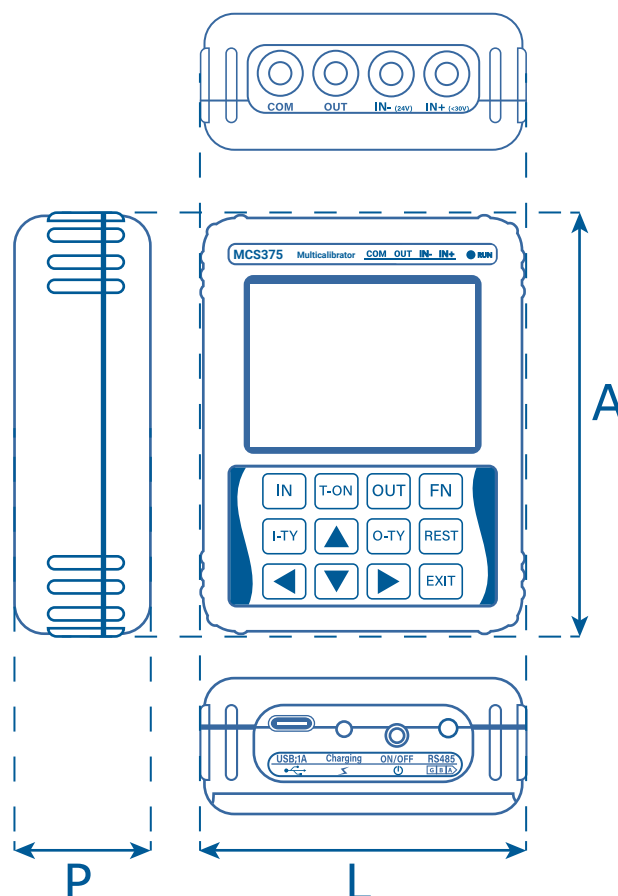
## Especificações Gerais

Operação	
<b>Display</b>	
Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>LCD IPS colorido</li> <li>Brilho com intensidade configurável</li> </ul>
Unidades	mA, V, Hz, kHz, %
<b>Alimentação</b>	
Bateria	Bateria de lítio recarregável de 3,7 V com capacidade de 2500 mAh.
Carregamento	5 Vcc / 1 A

Especificações Físicas	
<b>Condições de Ambiente</b>	
Temperatura de operação	-10 ... 70 °C (14 ... 158 °F)
Temperatura de armazenamento	-20 ... 85 °C (-4 ... 185 °F)
Umidade relativa	0 ... 95 % sem condensação
<b>Peso</b>	≈ 0,175 kg
<b>Material</b>	ABS

## Dimensões

Dimensão	Medida
A	(92,0 ± 0,2) mm
L	(71,0 ± 0,2) mm
P	(30,4 ± 0,2) mm



# Performance

## Entradas

Função	Faixa	Exatidão <sup>1</sup>	Resolução	Observações
Tensão (V)	0 ... 30 V	± 0,05 % FE	0,001 V	$R_{\text{entrada}} \geq 2 \text{ M}\Omega$
Corrente passiva	0 ... 20 mA	± 0,05 % FE	0,001 mA	$R_{\text{entrada}} \leq 100 \Omega$ $V_{\text{entrada}} \leq 30 \text{ V}$
Corrente ativa (24 V)	0 ... 20 mA	± 0,05 % FE	0,001 mA	$R_{\text{entrada}} \leq 100 \Omega$ $23 \text{ V} \leq V_{\text{saída}} \leq 26 \text{ V}$
Milivolts (mV)	-110 ... 110 mV	± 0,05 % FE	0,01 mV	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Termopar Tipo S	-50 ... 1760 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Termopar Tipo B	400 ... 1810 °C	± 0,5 % FE	1 °C	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Termopar Tipo E	-270 ... 990 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Termopar Tipo K	-270 ... 1370 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Termopar Tipo R	-50 ... 1760 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Termopar Tipo J	-210 ... 1190 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Termopar Tipo T	-270 ... 390 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Termopar Tipo N	-270 ... 1290 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Termopar WRe25	-50 ... 1760 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Termopar WRe26	-50 ... 1760 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{\text{entrada}} \geq 20 \text{ M}\Omega$
Resistência (2 fios)	0 ... 300 $\Omega$	± 0,25 % FE	0,01 $\Omega$	$I_{\text{excitação}} \approx 0,25 \text{ mA}$
Pt100 (2 fios)	-200 ... 850 °C	± 0,25 % FE	0,1 °C	$I_{\text{excitação}} \approx 0,25 \text{ mA}$
Cu50 (2 fios)	-50 ... 150 °C	± 0,5 % FE	1 °C	$I_{\text{excitação}} \approx 0,25 \text{ mA}$
Frequência	0 ... 30 kHz	± 0,1 % FE	Auto-range (até 0,0001 Hz)	$R_{\text{entrada}} \geq 100 \text{ k}\Omega$

## Saídas

Função	Faixa	Exatidão <sup>1</sup>	Resolução	Observações
Tensão (V)	0 ... 20 V	± 0,05 % FE	0,001 V	$R_{saída} \leq 0,5 \Omega$
Corrente passiva / XMT	0 ... 20 mA	± 0,05 % FE	0,001 mA	$10 V \leq V_{externa} \leq 30 V$
Corrente ativa (24 V)	0 ... 20 mA	± 0,05 % FE	0,001 mA	$R_{malha} \leq 1 k\Omega$ em 20 mA
Milivolts (mV)	-10 ... 110 mV	± 0,05 % FE	0,01 mV	$R_{saída} \leq 2 k\Omega$
Termopar Tipo S	-50 ... 1760 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{saída} \leq 2 k\Omega$
Termopar Tipo B	400 ... 1810 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{saída} \leq 2 k\Omega$
Termopar Tipo E	-270 ... 990 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{saída} \leq 2 k\Omega$
Termopar Tipo K	-270 ... 1370 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{saída} \leq 2 k\Omega$
Termopar Tipo R	-50 ... 1760 °C	± 0,5% FE	1 °C	$R_{saída} \leq 2 k\Omega$
Termopar Tipo J	-210 ... 1190 °C	± 0,25 % FE	1 °C	$R_{saída} \leq 2 k\Omega$
Termopar Tipo T	-270 ... 390 °C	± 0,5 % FE	1 °C	$R_{saída} \leq 2 k\Omega$
Termopar Tipo N	-270 ... 1290 °C	± 0,5 % FE	1 °C	$R_{saída} \leq 2 k\Omega$
Termopar WRe25	-50 ... 1760 °C	± 0,5 % FE	1 °C	$R_{saída} \leq 10 k\Omega$
Termopar WRe26	-50 ... 1760 °C	± 0,5 % FE	1 °C	$R_{saída} \leq 10 k\Omega$
Resistência	50 ... 300 $\Omega$	± 0,25 % FE	0,1 $\Omega$	-
Pt100	-200 ... 850 °C	± 0,25 % FE	0,1 °C	-
Cu50	-50 ... 150 °C	± 0,5 % FE	1 °C	-
Frequência	0 ... 99,999 Hz	± 0,5 % FE	0,001 Hz	$R_{saída} \leq 1 M\Omega$
	0 ... 999,99 Hz		0,01 Hz	
	0 ... 9999 Hz		1 Hz	
	0 ... 100 kHz		100 Hz	

<sup>1</sup>Operação entre 17 °C e 25 °C durante um ano após calibração.

- PÁGINA EM BRANCO -

- PÁGINA EM BRANCO -

- PÁGINA EM BRANCO -

## A Sensycal Instrumentos e Sistemas

foi criada com a missão de impulsionar a melhoria de processos industriais através de soluções de ponta em instrumentação, metrologia e automação que garantam segurança, confiabilidade e produtividade.

Valorizamos a opinião de nossos clientes, e trabalhamos sempre para entender suas necessidades e desenvolver produtos de qualidade que atendam às suas expectativas e promovam a melhoria de seus processos.

Oferecemos soluções em metrologia - serviços de calibração, manômetros, bombas pneumáticas e hidráulicas, calibradores, multicalibradores e controladores de pressão - instrumentação - transmissores de pressão, nível e temperatura, fabricação e manutenção de selos, configuradores HART, PROFIBUS PA e FOUNDATION Fieldbus - e automação - monitores de válvula, posicionadores e outras soluções de controle industrial.

Possuímos um laboratório acreditado sob a norma ISO/IEC 17025:2017 pela Coordenação-Geral de Acreditação do Inmetro para realizar calibrações em pressão com incertezas baixíssimas, de acordo com padrões internacionais.

Somos certificados também pela norma ISO/IEC 9001:2015, atestando nosso compromisso com a melhoria contínua e com a criação de soluções de qualidade.



[www.sensycal.com.br](http://www.sensycal.com.br)



Sensycal Instrumentos e Sistemas Ltda. é uma empresa registrada em Avenida do Estado 4567, Mooca, São Paulo, SP, Brasil, CEP:03105-000.

Todas as especificações estão sujeitas a mudanças sem aviso prévio para fins de melhoria dos produtos.