

PS-DL-02

Sistema de Medição de Deslocamento Linear de Rolos

MANUAL TÉCNICO DE INSTALAÇÃO, CONFIGURAÇÃO, CALIBRAÇÃO E OPERAÇÃO

Revisão A - Setembro/2026

Documento final consolidado a partir dos arquivos finais de firmware, interface e aplicação.





Controle do documento

Item	Descrição
Produto	PS-DL-02
Descrição	Transmissor / kit de medição de deslocamento linear para rolos de moenda
Fabricante / Desenvolvedor	Pro-Systemas Automação Industrial
Firmware de referência	FIRMWARE_PSDL01_CPU
Documento	Manual Técnico PS-DL-02
Revisão	A
Aplicação principal	Monitoramento simultâneo do deslocamento de dois pontos/rolos (A e B) em moendas industriais

Sumário

1. Apresentação do sistema	3
2. Especificações técnicas	3
3. Arquitetura funcional	4
4. Instalação mecânica	4
5. Instalação elétrica	6
6. Interface de operação	7
7. Calibração dos sensores	8
8. Saídas analógicas	9
9. Comunicação Modbus RTU	9
10. Comissionamento	10
11. Diagnóstico e solução de problemas	10
12. Manutenção preventiva	11
13. Segurança	11

Sumário referente à Revisão A - Setembro/2026.

1. Apresentação do sistema

O PS-DL-02 foi desenvolvido para monitoramento contínuo da posição e do deslocamento linear de rolos de moenda, especialmente em processos da indústria sucroenergética. O sistema realiza duas medições simultâneas, identificadas na interface como A e B, permitindo acompanhar dois lados do rolo ou dois pontos críticos do conjunto.

A solução combina sensores lineares instalados mecanicamente no equipamento, unidade eletrônica com interface touchscreen, duas saídas analógicas e comunicação RS-485 Modbus RTU para integração com CLPs e sistemas supervisórios.

1.1 Aplicações

- Monitoramento de abertura e fechamento de rolos de moenda.
- Acompanhamento do deslocamento dos dois lados do rolo.
- Auxílio ao controle operacional de pressão e ajuste de moagem.
- Detecção de assimetrias ou deslocamentos anormais.
- Integração com CLPs, sistemas SCADA e registros históricos de processo.

1.2 Recursos principais

- Dois canais de medição simultâneos: A e B.
- Faixa de engenharia de 0 a 100 mm.
- Indicação local em touchscreen.
- Calibração individual de ZERO e SPAN para cada sensor.
- Limites de engenharia MIN e MAX configuráveis por canal.
- Duas saídas analógicas associadas aos sensores.
- Comunicação RS-485 Modbus RTU.
- Endereço e baud rate Modbus configuráveis pela IHM e armazenados em memória não volátil.

2. Especificações técnicas

Característica	Especificação atual
Número de canais	2 (Sensor A / Sensor B)
Faixa nominal de medição	0 a 100 mm
Resolução indicada	0,1 mm
Precisão típica	$\pm 0,5$ a $\pm 1,0$ mm
Tempo de resposta	1 seg.
Temperatura de operação	0 a 80 °C (especificação comercial)
Alimentação	24 Vcc
Saídas analógicas	2 canais - material comercial: 4-20 mA ativa/isolada
Comunicação	RS-485 Modbus RTU
Interface local	Touchscreen
Grau de proteção	Material comercial atual: IP67 (Ex)

3. Arquitetura funcional

Cada canal recebe o sinal do respectivo sensor, converte o valor elétrico em deslocamento de engenharia e apresenta a medida em milímetros. O equipamento utiliza calibração em dois pontos e escala linear entre os valores configurados de MIN e MAX.

3.1 Canais A e B

- Canal A corresponde ao Sensor 1 e na tela de ajuste do Sensor-1.
- Canal B corresponde ao Sensor 2 e na tela de ajuste do Sensor-2.
- A tela principal apresenta os dois valores simultaneamente em mm.



Figura 1 - Tela principal: indicação simultânea dos canais A e B.

4. Instalação mecânica

A qualidade da medição depende diretamente da instalação mecânica. O corpo do sensor deve ser fixado em uma estrutura estável, enquanto a haste/elemento móvel deve acompanhar o deslocamento do ponto monitorado sem receber esforços laterais significativos.

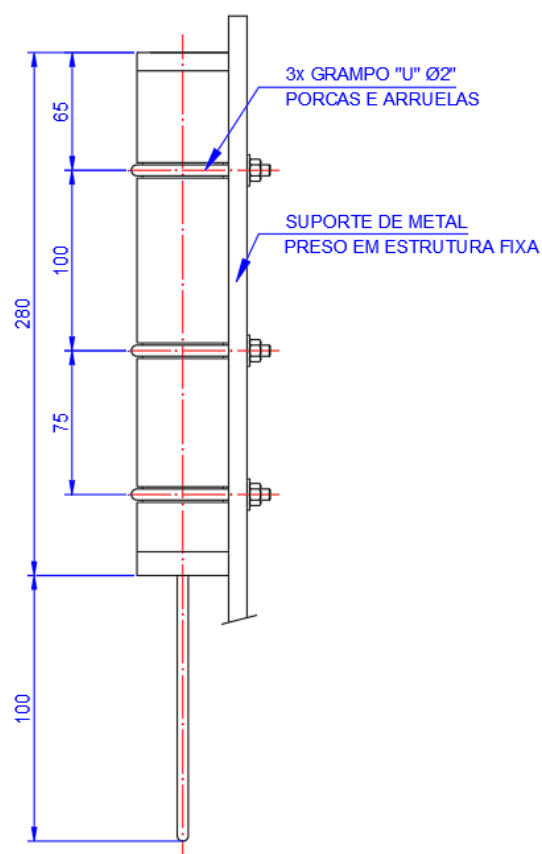
4.1 Recomendações de montagem

- Instalar o corpo do sensor em parte fixa e rígida da máquina.
- Alinhar a haste com a direção real do deslocamento do rolo.
- Evitar empenamento, esforço lateral, torção ou impacto sobre a haste.
- Garantir curso mecânico compatível com a faixa de medição e com os deslocamentos máximos esperados.
- Prever folga mecânica suficiente para não atingir o fim de curso do sensor em condição de sobrecarga.
- Proteger o cabo contra abrasão, esmagamento, óleo, calor excessivo e partes móveis.
- Após a montagem, movimentar o conjunto lentamente e confirmar ausência de travamentos antes de iniciar a calibração.



Figura 2 - Exemplo de instalação física para a aplicação em moenda.

4.2 Dimensões



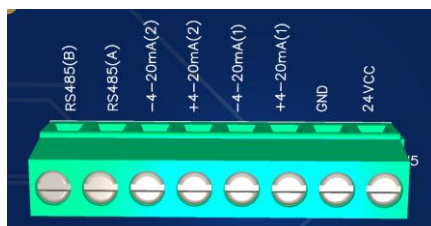
5. Instalação elétrica

A unidade deve ser alimentada em 24 Vcc conforme especificação do conjunto. As ligações dos dois sensores, das saídas analógicas e da rede RS-485 devem seguir o desenho elétrico controlado da versão fabricada.

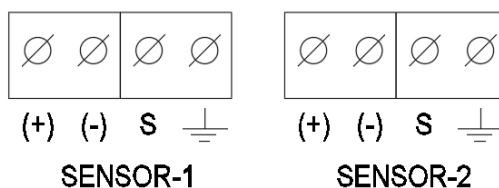
5.1 Boas práticas

- Desenergizar o equipamento antes de executar ligações ou manutenção.
- Utilizar fonte 24 Vcc industrial estável e corretamente dimensionada.
- Separar cabos de instrumentação de cabos de potência, motores, contadores e inversores sempre que possível.
- Em RS-485, utilizar par trançado e respeitar polaridade A/B definida no desenho elétrico.
- Aplicar aterramento/blindagem conforme padrão da instalação industrial.
- Não interligar saídas analógicas ou sinais de sensores a tensões externas sem verificar o desenho elétrico.

5.2 Desenho elétrico / bornes – Eletrônica Principal



5.3 Desenho elétrico / bornes – Caixa de Passagem para os Sensores



6. Interface de operação

6.1 Tela principal

A tela principal mostra as medições A e B em milímetros. O ícone de engrenagem dá acesso às telas de configuração e calibração.



Figura 3 - Tela principal.

6.2 Tela de ajuste do Sensor 1 / canal A



Figura 4 - Ajustes do Sensor-1 (canal A).

6.3 Tela de ajuste do Sensor 2 / canal B

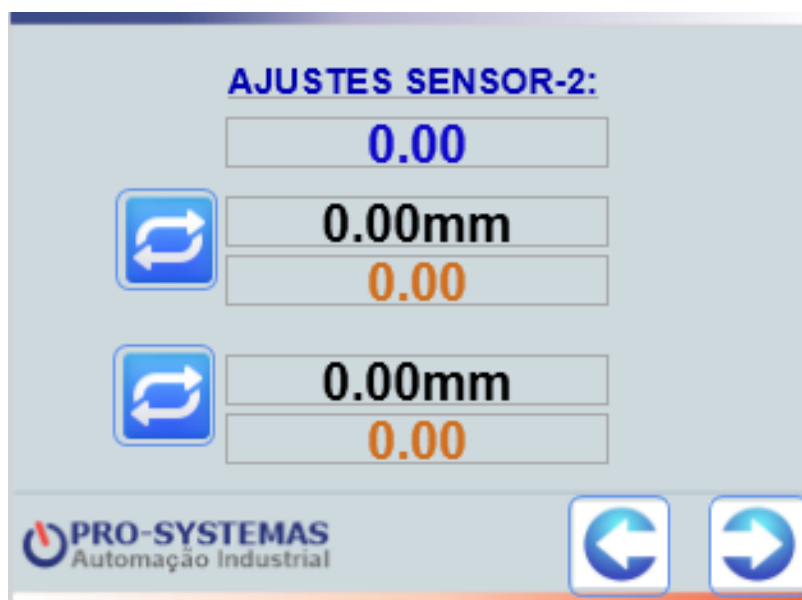


Figura 5 - Ajustes do Sensor-2 (canal B).

Cada tela de sensor reúne a leitura do canal, dois pontos de calibração e os respectivos valores de engenharia.

Os parâmetros associados são ZERO, SPAN, MIN e MAX.

As configurações são armazenadas em memória não volátil.

7. Calibração dos sensores

A calibração deve ser executada individualmente para os canais A e B após a instalação mecânica definitiva. O procedimento utiliza dois pontos: ZERO (referência inferior) e SPAN (referência superior). Os valores MIN e MAX representam as posições mecânicas conhecidas, em milímetros, associadas a esses pontos.

7.1 Procedimento recomendado - Sensor A

1. Coloque o rolo/elemento mecânico na posição inferior de referência. Meça ou confirme mecanicamente essa posição.
2. Na tela AJUSTES SENSOR-1, informe o valor de engenharia correspondente ao ponto inferior (MIN), normalmente 0,0 mm quando essa é a referência adotada.
3. Acione o botão superior de captura para registrar o ZERO do Sensor 1.
4. Mova o rolo para uma posição superior conhecida e estável, preferencialmente próxima da faixa de trabalho máxima e medida mecanicamente.
5. Informe o valor de engenharia correspondente ao ponto superior (MAX).
6. Acione o botão inferior de captura para registrar o SPAN.
7. Retorne à tela principal e compare a indicação A com uma medida mecânica independente em pelo menos três posições: baixa, intermediária e alta.

7.2 Procedimento recomendado - Sensor B

Repita o mesmo procedimento na tela AJUSTES SENSOR-2. Os dois canais são calibrados e armazenados independentemente.

Importante: Durante a captura de ZERO ou SPAN, o mecanismo deve permanecer parado. Uma referência incorreta ou movimento durante a captura produz erro em toda a escala.

7.3 Critério de validação

- Comparar a indicação da IHM com régua, paquímetro, relógio comparador ou outro padrão mecânico adequado.
- Validar pelo menos três pontos ao longo do curso.
- Confirmar que A e B respondem no mesmo sentido do deslocamento físico esperado.
- Registrar os valores finais de ZERO, SPAN, MIN e MAX na ficha de comissionamento.

8. Saídas analógicas

O equipamento possui duas saídas associadas aos canais A e B, sendo saídas 4-20 mA ativa/isolada.

A saída de cada canal é escalonada entre os valores MIN e MAX configurados. Para a faixa nominal de 0 a 100 mm, a integração é 4 mA no limite inferior e 20 mA no limite superior.

9. Comunicação Modbus RTU

O PS-DL-02 disponibiliza comunicação RS-485 Modbus RTU no modo escravo. O endereço e o baud rate são configurados pela IHM e gravados em memória. A alteração passa a valer após reinicialização do equipamento, conforme indicado na tela de configuração.

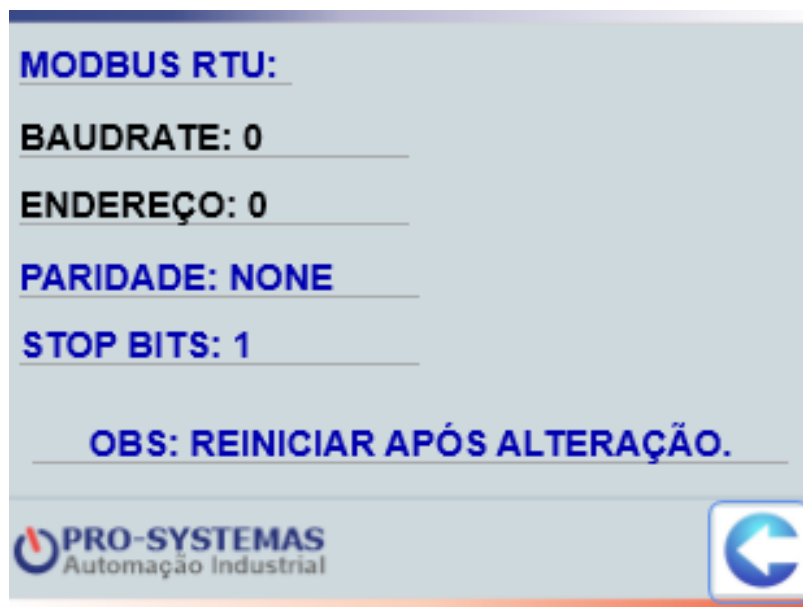


Figura 6 - Tela de configuração da rede Modbus RTU.

9.1 Parâmetros

Parâmetro	Configuração / comportamento
Modo	Modbus RTU Slave
Baud rate	Configurável pela IHM
Endereço	Configurável pela IHM
Paridade	NONE
Stop bits	1
Formato serial	8N1
Aplicação das alterações	Reiniciar o equipamento após alterar endereço ou baud rate

9.2 Mapa de registradores

Holding Register	Conteúdo	Escala
1	Deslocamento Sensor A / Sensor 1	valor × 100
2	Deslocamento Sensor B / Sensor 2	valor × 100
3	Reservado / não utilizado na revisão atual	-
4	Reservado / não utilizado na revisão atual	-

Exemplo: uma leitura de 12,34 mm é transmitida como 1234 no registrador correspondente. O CLP deve dividir o valor recebido por 100 para recuperar milímetros com duas casas decimais.

Endereçamento PLC: Alguns mestres Modbus apresentam Holding Register 1 como 40001; outros usam offset 0 ou 1. Ajuste o endereço no software mestre conforme a convenção do fabricante do CLP/SCADA.

10. Comissionamento

1. Inspeção a fixação mecânica dos dois sensores e confirme curso livre.
2. Confira alimentação 24 Vcc, sensores, saídas analógicas e RS-485 conforme desenho elétrico.
3. Energize o conjunto e verifique a tela principal.
4. Calibre o Sensor A utilizando ZERO, SPAN, MIN e MAX.
5. Calibre o Sensor B utilizando ZERO, SPAN, MIN e MAX.
6. Compare A e B com medida mecânica independente em diferentes posições.
7. Valide as saídas analógicas no PLC ou instrumento de teste.
8. Configure endereço e baud rate Modbus e reinicie a unidade.
9. Leia os registradores 1 e 2 pelo mestre Modbus e confirme escala ×100.
10. Registre parâmetros, data, técnico e resultados na ficha de comissionamento.

11. Diagnóstico e solução de problemas

Sintoma	Verificações recomendadas
A ou B permanece em 0,0 mm	Verificar conexão do sensor; confirmar calibração ZERO/SPAN; verificar se ZERO e SPAN não foram capturados na mesma posição.
Leitura fica em 100,0 mm	Confirmar escala MIN/MAX e calibração; verificar curso mecânico e sinal do sensor.
Leitura invertida ou incoerente	Refazer ZERO e SPAN respeitando posição inferior/superior; verificar alinhamento mecânico.
Leitura oscila	Verificar folga mecânica, vibração, fixação, cabos e interferência elétrica.
Modbus não comunica	Confirmar endereço, baud rate, 8N1, polaridade RS-485, GND/referência quando aplicável e reinicialização após alteração.
Valor Modbus 100 vezes maior	Aplicar escala /100 no CLP ou supervisório.
Saída analógica não acompanha leitura	Verificar parametrização MIN/MAX, alimentação e circuito de conversão 4-20 mA conforme desenho elétrico.

12. Manutenção preventiva

- Inspecionar periodicamente suportes, abraçadeiras e alinhamento dos sensores.
- Verificar desgaste, folga ou deformação da haste/acoplamento mecânico.
- Verificar integridade de cabos e prensa-cabos.
- Comparar periodicamente a leitura com referência mecânica conhecida.
- Refazer calibração após intervenção mecânica, troca de sensor ou alteração do ponto de fixação.
- Manter registro das calibrações e alterações de parâmetros.

13. Segurança

- Aplicar bloqueio e etiquetagem da máquina antes de instalar, ajustar ou acessar sensores próximos a partes móveis.
- Nunca executar calibração mecânica com o operador exposto a partes móveis não protegidas.
- Não utilizar o sensor como batente mecânico ou elemento estrutural.
- A instalação elétrica deve ser executada por profissional qualificado e conforme os procedimentos da planta.