

# Medição de Nível

**Alunos:** Eduardo P. Putti, Gabriel E. Dettenborn, Raian Lobato,  
Thiarllis B. Andrade

**Professores:** Heron Avila

Chapecó, Setembro de 2025

# Sumário

- 1) Introdução
  - 1.1 Definição de nível
  - 1.2 Importância de medição de nível
- 2) Métodos de medição de nível
  - 2.1 Métodos diretos
  - 2.2 Métodos indiretos
- 3) Exemplos comerciais
  - 3.1 SITRANS Probe LU240

# Sumário

- 3.2 EICOS LA36M-40
  - 3.3 Sensor capacitivo 690588 - estação FESTO
  - 3.4 Sensor de flutuação 691282 - estação FESTO
  - 3.5 Sensor SITRANS PROBE LU240 - estação FESTO
- 4) Estação Festo
  - 5) Características Metrológicas Importantes
  - 6) Condicionamento de Sinais e Integração

# Sumário

- 7) P&ID
- 8) Considerações Finais
- 9) Referenciais
- 10) Agradecimentos

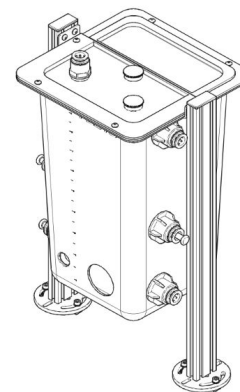
# 1 - Introdução

Contexto: Importância da instrumentação na automação industrial

Escopo: sensores de nível, exemplos comerciais e bancada FESTO

Motivação: Integrar teoria, caracterização metrológica e prática de bancada

Figura 1 - Festo



Fonte: Datasheet Festo (2025)

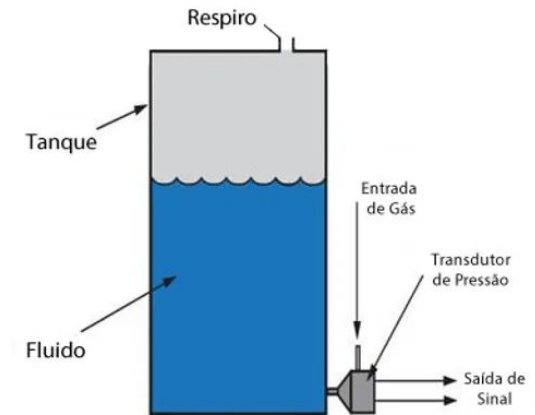
# 1.1 - Definição de Nível

Nível é a posição ocupada por líquidos, sólidos ou granulares em um recipiente

Medição referenciada a um ponto fixo (ex.: fundo do tanque)

Aplicações: estoques, processos, controle de bombas

Figura 2 - Sensor de nível por pressão diferencial



Fonte: Citisystems (2018)

## 1.2 - Importância da Medição de Nível

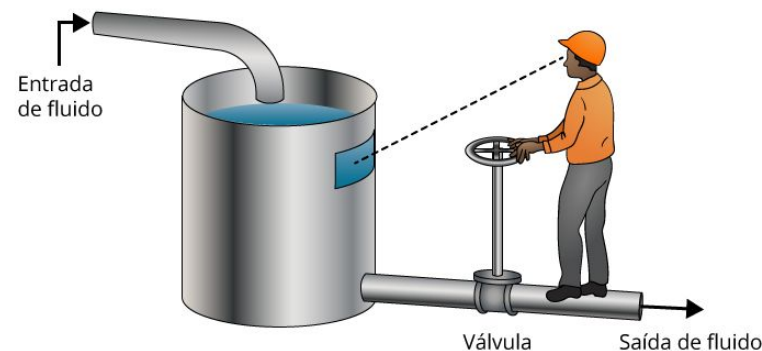
Segurança operacional e prevenção de transbordo

Controle de processos e qualidade do produto

Economia de recursos e logística de estoque

Integração com sistemas de controle e supervisão

Figura 3 - Sistema de controle manual para regular o nível de fluido



Fonte: Metrópole (2018)

## 2 - Métodos de Medição: Visão Geral

Diretos: medição física (visores, flutuadores)

Indiretos: inferência por grandezas relacionadas (pressão, tempo de voo, capacitância)

Critérios de escolha: natureza do produto, ambiente, precisão e custo



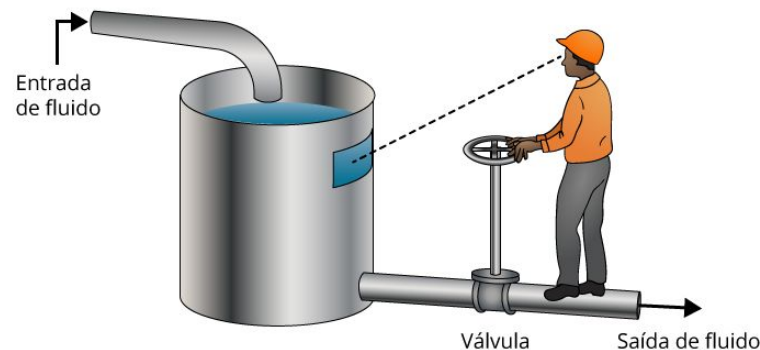
## 2.1 - Métodos Diretos (características)

Leitura visual imediata, operação simples

Vantagens: baixo custo, robustez em aplicações simples

Limitações: partes móveis, não indicados para ambientes agressivos ou pressão elevada

Figura 3 - Sistema de controle manual para regular o nível de fluido



Fonte: Metrópole (2018)

## 2.1 - Visores e Indicadores de Nível

Princípio: vasos comunicantes (nível igual no tanque e no visor).

Vantagens: simplicidade, sem energia elétrica

Limitações: não usado com líquidos opacos; pressão limitada;

Figura 4 - Indicador de nível de líquidos



Fonte: Direct Industry (2025)

## 2.1 - Boias e Flutuadores

Princípio: Empuxo (Lei de Arquimedes)

Tipos: mecânicos, magnéticos, com transmissor elétrico;

Vantagens: econômicos;

Limitações: Partes móveis, densidade constante,  
desgaste mecânico, dependência de densidade

Figura 5 - Boia Sensor de Nível de Combustível



Fonte: Lord Energy (2025)

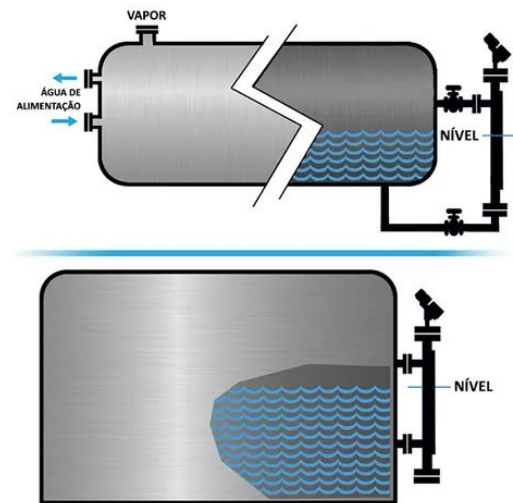
## 2.1 - Indicadores Magnéticos

Princípio: ímã no flutuador aciona paletas magnéticas externas

Vantagens: operação sem contato, resistem a pressões maiores

Limitações: aplicáveis apenas a líquidos; custo mais elevado

Figura 6 - Indicador de nível magnético



Fonte: Alutal (2022)

## 2.2 - Métodos Indiretos (características)

Inferem nível por grandezas correlacionadas: pressão, capacitância, tempo de voo

Vantagens: versatilidade, integração com automação

Limitações: exigem compensações (temperatura, densidade, espuma)

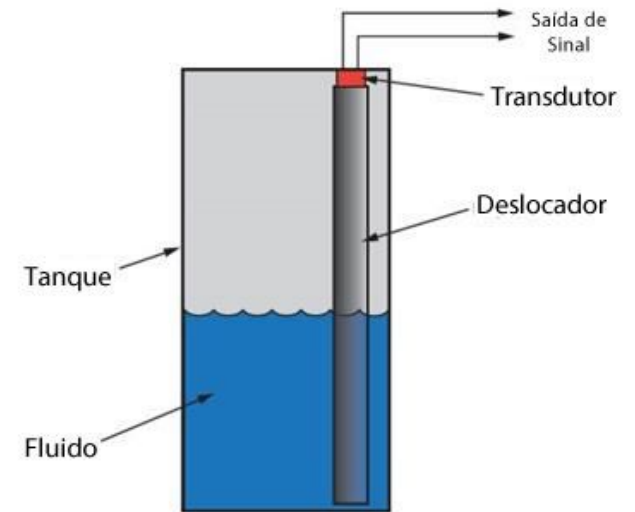
## 2.2 - Medidor por Deslocador

Princípio: empuxo proporcional ao volume deslocado ( $F = \rho \cdot g \cdot V_d$ ).

Vantagens: boa precisão para líquidos homogêneos

Limitações: sensível à variação de densidade

Figura 7 - Sensor de nível do tipo Deslocador



Fonte: Citisystems (2018)

## 2.2 - Medidor Hidrostático

Princípio: pressão no fundo ( $P = \rho \cdot g \cdot h$ )

Vantagens: simples e robusto;  
compensa pressão de gás superior;

Limitações: depende da densidade do líquido

Figura 8 - Sensor de nível hidrostático  
CPA-P-307



Fonte: Direct Industry (2025)

## 2.2 - Medidor por Pesagem

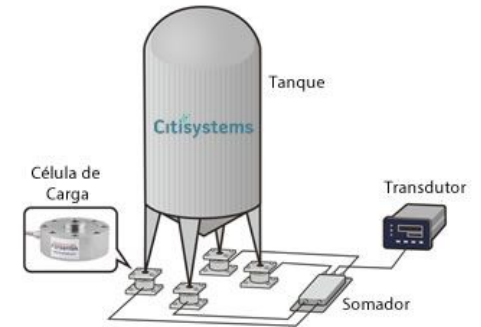
Princípio: massa medida

→ cálculo do nível ( $h = m/(\rho \cdot A)$ )

Vantagens: adequado para sólidos/granulados

Limitações: exige geometria conhecida do reservatório

Figura 9 - Medidor por pesagem



Fonte: Citisystems (2018)



## 2.2 - Medidor Capacitivo

Variação de capacitância com mudança do dielétrico

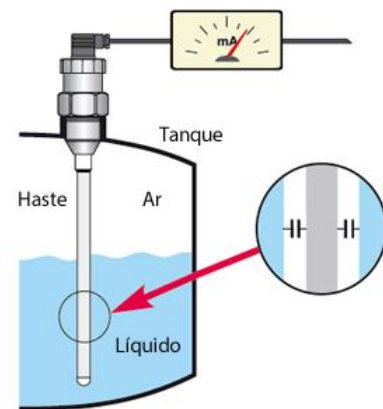
Vantagens:

Sem partes móveis, apto para meios agressivos

Limitações:

Calibração específica por produto; sensível a temperatura

Figura 10 - Sensor de nível por capacitância



Fonte: Citisystems (2018)

## 2.2 - Medidor por Condutividade

Princípio: fechamento de circuito entre eletrodos

Vantagens:

Simple e barato para líquidos condutivos

Limitações:

Somente para líquidos condutivos;

Figura 11 - Sensor de Nível de Condutividade



Fonte: Omega (2023)

## 2.2 - Medidor Ultrassônico

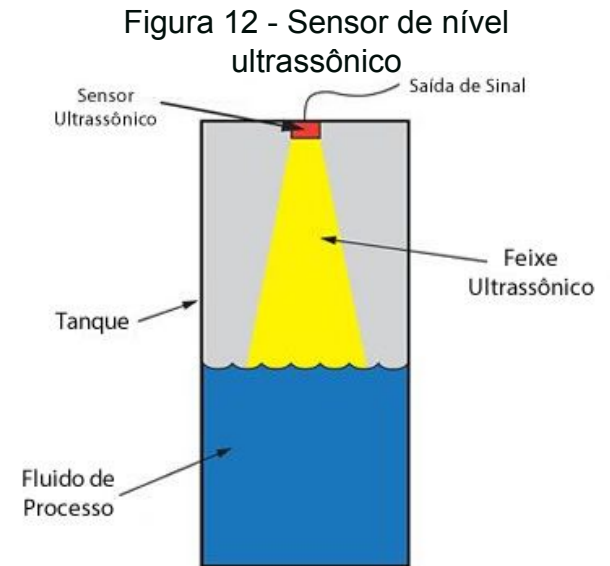
Princípio: tempo de voo do pulso (TOF) → distância  $d = v \cdot t/2$

Vantagens:

Medição sem contato; higienicamente vantajoso

Limitações:

Afetado por vapor, espuma, temperatura e zona morta



Fonte: Citisystems (2018)

## 2.2 - Medidor Radar

Radar: Micro-ondas refletidas

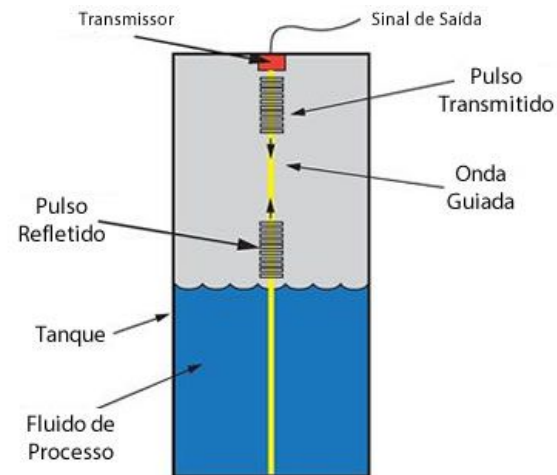
Vantagens:

Precisão em condições adversas.

Limitações:

Custo elevado.

Figura 13 - Sensor de nível por radar



Fonte: Citisystems (2018)

## 2.2 - Medidor por Radiação

Radiação:

Atenuação exponencial ( $I = I_0 e^{(-\mu ph)}$ ) do feixe

Vantagens: Único para condições extremas

Limitações: Requer segurança radiológica

## 2.2 - Medidor Magnetostritivo

Princípio: Ondas de torção com ímãs

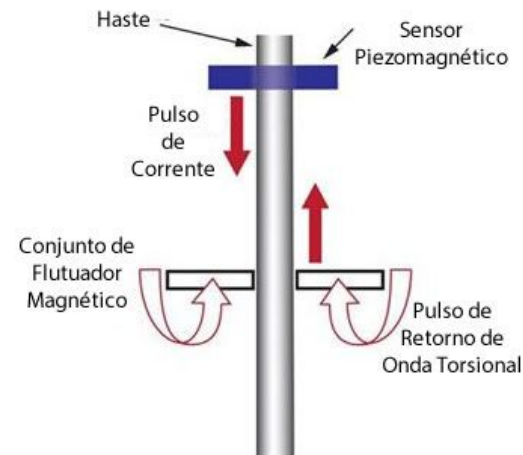
Vantagens:

Alta precisão

Desvantagens:

Custo elevado

Figura 14 - Sensor de nível magnetostritivo



Fonte: Citisystems (2018)

## 2.2 - Medidor a Laser

Princípio: medição por tempo de retorno do laser ( $d = (c \cdot t)/2$ )

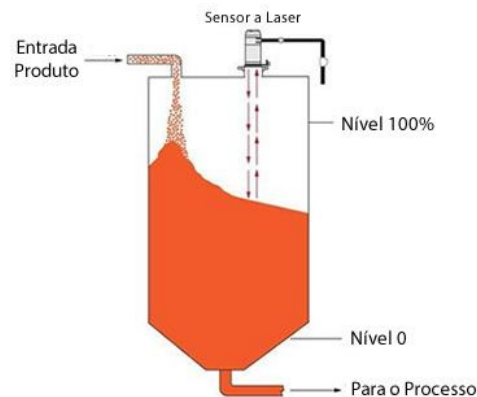
Vantagens:

Oferecem medições precisas mesmo com vapor e espuma

Desvantagens:

Custo elevado

Figura 15 - Sensor de nível a laser



Fonte: Citisystems (2018)

## 3.2 - Exemplo Comercial: EICOS LA36M-40 (Flutuador)

Saída: contato On/Off

Pressão máxima: 2 bar

Temperatura: -10 °C a 125 °C

Aplicações típicas: reservatórios de água, tanques industriais

Figura 17 - EICOS LA36M-40



eicos.net

eicos

Fonte: Eicos (2025)



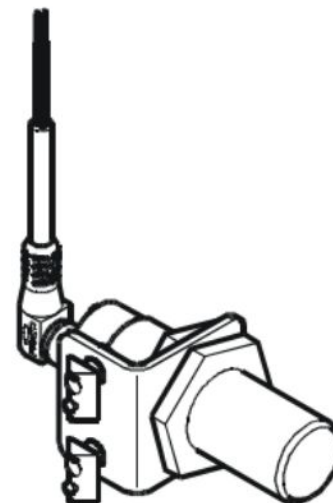
## 3.3 - Sensor capacitivo 690588 - FESTO

Tabela 1 - Especificações Sensor 690588

Especificação	Detalhe
Material	PTFE, Latão Niquelado
Alimentação	12 a 48V DC
Temperatura de trabalho	-20°C a 50°C
Saída	Transistor PNP
Conexão elétrica	Plug M8 e cabo de 2m de comprimento
Grau de proteção	IP65
Montagem	Mecânica, externa ao vaso

Fonte: FESTO Adaptado

Figura 18 - Sensor capacitivo 690588



Fonte: FESTO Adaptado

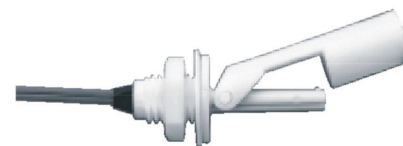
## 3.4 - Sensor de flutuação 691282 - FESTO

Tabela 2 - Especificações Sensor 691282

Especificação	Detalhe
Material	PP (Polipropileno) e PVC
Pressão máxima de trabalho	7 bar
Temperatura de trabalho	-40°C a 107°C
Densidade mínima do Líquido (SG)	0,55
Saída	Contato On/Off
Conexão elétrica	Cabo 22 AWG de 2,50m de comprimento
Grau de proteção	IP64 (proteção contra poeira e respingos de água)
Peso	80g

Fonte: FESTO Adaptado

Figura 19 - Sensor de flutuação 691282



Fonte: FESTO Adaptado

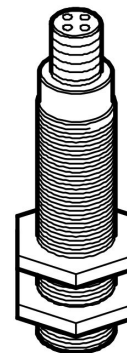
## 3.5 - Sensor SITRANS PROBE LU240 - FESTO

Tabela 3 - Especificações Sensor SITRANS PROBE LU240

Especificação	Detalhe
Alimentação	20 a 30V DC
Faixa de medição	50mm a 345mm
Temperatura de trabalho	-25°C a 70°C
Saída	corrente de 4mA a 20mA
Grau de proteção	IP67
Montagem	Mecânica, topo do vaso
Peso	67g

Fonte: FESTO Adaptado

Figura 20 - Sensor SITRANS PROBE LU240



Fonte: FESTO Adaptado

## 4 - Sensores na Estação FESTO

Tipos presentes:

Flutuador, capacitivo, ultrassônico

Utilização didática:

Demonstração de princípios e comparação prática

Importância:

Validação experimental de especificações de datasheet

Figura 21 - Bancada Festo



Fonte: Autoria própria (2025)

## 5 - Características Metrológicas Importantes

Exatidão, repetibilidade, resolução e histerese

Faixa de operação e zona morta

Influência de variáveis ambientais: temperatura, pressão, espuma

Importância do condicionamento de sinais (filtro, linearização)

## 6 - Condicionamento de Sinais e Integração

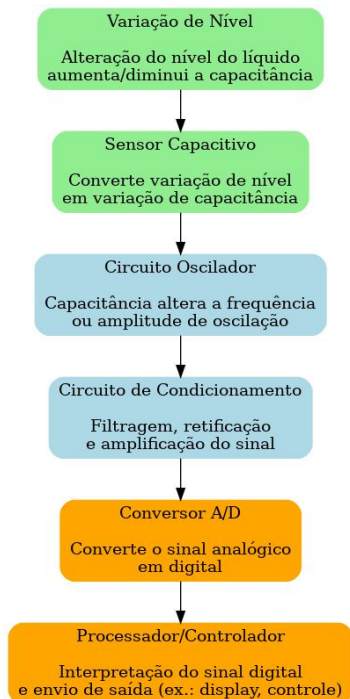
Conversão A/D, isolamento, amplificação e filtragem

Saídas padrão: 4–20 mA, 0–10 V, pulsos A/B/Z (encoders)

Integração com CLP/SCADA e requisitos de calibração

## 6 - Condicionamento de Sinais e Integração

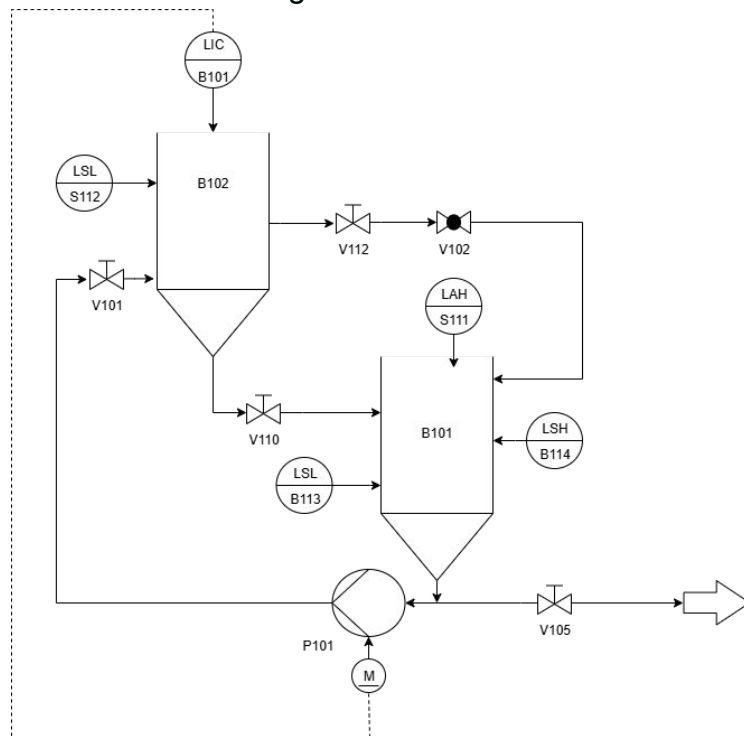
Figura 22 - Exemplificação do processo de conversão de sinal



Fonte: Balbinot (2018)

## 7 - P&ID

Figura 23 - P&ID



Fonte: Adaptado da Festo (2025)



## 7 - P&ID

Quadro 1 - P&ID

NOME	RAMAL	DESCRIÇÃO
LIC	B101	controlador e indicador de nível (acessível ao operador)
LSL	S112	chave de nível baixo (acessível ao operador)
LSL	B113	chave de nível baixo (acessível ao operador)
LSH	B114	chave de nível alto (acessível ao operador)
LAL	S111	alarme de nível baixo (acessível ao operador)

## 8 - Considerações Finais

O estudo concluiu que há diversas formas de medição, dependendo do objetivo. Foi analisado medições de nível e deslocamento, observado que sensores, como os ultrassônicos, podem realizar ambas, por exemplo, medindo a altura de um líquido.

É destacado a relevância das características metrológicas para evitar erros e a importância do condicionamento de sinais para integração com sistemas de controle.

## 9 - Referências

BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. “Instrumentação e Fundamentos de Medidas - Vol. 2”.

INSTRUMENTAÇÃO PARA MEDIDA DE DESLOCAMENTOS [online] Disponível em:  
[https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/6368/6368\\_5.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/6368/6368_5.PDF) [Acesso: 24 Abril. 2025].

DYNAPAR. Encoder Incremental Série B58N: Especificações Técnicas. [online]. Disponível em:  
[https://dynaparencoders.com.br/catalogo-produtos/encoder-incremental-b58n/?gad\\_source=1&gbraid=0AAAAADLGrn6cM-8U4hnb6D\\_3LBAtpxCox&gclid=Cj0KCQjwiLLABhCEARIsAJYS6um7trrMQ3n2n5AJfkQUeszn\\_6nzdzhVC8GU4aN8L7n2iw0wNQq1-sAaAmoAEALw\\_wcB](https://dynaparencoders.com.br/catalogo-produtos/encoder-incremental-b58n/?gad_source=1&gbraid=0AAAAADLGrn6cM-8U4hnb6D_3LBAtpxCox&gclid=Cj0KCQjwiLLABhCEARIsAJYS6um7trrMQ3n2n5AJfkQUeszn_6nzdzhVC8GU4aN8L7n2iw0wNQq1-sAaAmoAEALw_wcB) [Acesso: 26 Abril. 2025]

SIEMENS. SITRANS Probe LU240: Ultrasonic Level Transmitter. [online]. Disponível em:  
<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/process-instrumentation/level-measurement/continuous/ultrasonic/sitrans-probe-lu240.html> [Acesso: 24 abr. 2025].

## 9 - Referências

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. Sensor de Nível: 10 Tipos Diferentes para Aplicar na Indústria. Citisystems, 31 mai. 2018. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/sensor-de-nivel> . Acesso em: 8 set. 2025.

AULA 01 – Introdução aos problemas de controle. Material Didático – Instituto Metrópole Digital (IMD), UFRN. Versão 5.3. Disponível em: <https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/1/63/1/2>. Acesso em: 08 set. 2025.

VISOR de nível. DirectIndustry: todos os fabricantes do setor industrial. Disponível em: <https://www.directindustry.com/pt/fabricante-industrial/visor-nivel-187329.html>. Acesso em: 8 set. 2025.

## 9 - Referências

BOIA sensor de nível de combustível eletrônica para geradores, barcos e carros. Lord Energy Geradores. Aug. 2, 2025. Disponível em:

<https://www.lordenergygeradores.com.br/boia-de-nivel/boia-sensor-de-nivel-de-combustivel-eletronica-gerador-mano-metro-marcador-17cm-170mm> . Acesso em: 08 set. 2025.

ALVES, Mateo. Ventajas del indicador de nivel magnético en la industria. Blog Alutal – Guías técnicas, 10 mar. 2022. Disponível em: <https://blog.alutal.com.br/es/guias-tecnicos/indicador-de-nivel-magnetico/> . Acesso em: 08 set. 2025.

SENSOR de nível hidrostático CPA-P-307. SIMEX Sp. z o.o. – DirectIndustry. Disponível em: <https://www.directindustry.com/pt/prod/simex-sp-z-oo/product-37901-2649404.html> . Acesso em: 08 set. 2025.

## 9 - Referências

LVCN, LVCF, LVCR e LVCP – Conductivity Level Switches. Omega Engineering (Brasil). Disponível em: [https://br.omega.com/pptst/LVCN\\_LVCF\\_LVCR\\_LVCP.html](https://br.omega.com/pptst/LVCN_LVCF_LVCR_LVCP.html) . Acesso em: 08 set. 2025.

Especificações do Sensor de Nível LA36M-40. Adaptado de Eicos. (n.d.). Folheto técnico: Sensores de nível interno. Disponível em: <https://icoscombr.s3.amazonaws.com/downloads/folheto-tecnico-sensores-de-nivel-interno-eicos-pt.pdf>.

## 10 - Agradecimentos

Obrigado pela atenção de todos.