

4. Transmissores Utilizados nos Experimentos

4.1. O transmissor de pressão com elemento sensor em célula capacitiva de fabricação SMAR.

O LD301 é um transmissor inteligente para medição de pressão diferencial, absoluta, manométrica, nível e vazão. O transmissor é baseado num sensor capacitivo que proporciona uma operação segura e um excelente desempenho em campo. A tecnologia digital usada no LD301 permite a escolha de vários tipos de função de transferência, um interfaceamento fácil entre o campo e a sala de controle e algumas características que reduzem consideravelmente a instalação, operação e os custos de manutenção.

Características do LD301

- Exatidão de $\pm 0,04\%$
- Estabilidade de $\pm 0,2\%$ do URL – Garantia de 12 anos
- Rangeabilidade 120:1
- Span mínimo de 50 Pa até um limite de faixa de 0 a 40 MPa
- Pressão estática de até 52 MPa
- Zero e Span não interativos
- Ajuste local de zero e Span
- Parametrização e calibração remota
- Funções de saída: linear, \sqrt{x} , \sqrt{x}^3 e \sqrt{x}^5
- Linearização para tanque
- Invólucro à prova de explosão e de tempo (IP67)
- Intrinsecamente seguro
- Totalização persistente
- Unidade do usuário configurável

- Compatibilidade eletromagnética de acordo com a IEC 61000-6-2: 1999, IEC 61000-6-4:1997 e IEC 61326: 2002
- Proteção da configuração por senha
- Três opções de tecnologia: Hart, Foundation Fieldbus e Profibus PA.
- Corrente de saída atualizada em 100 ms com 0,075 $\mu\text{A/bit}$ de resolução
- Desempenho melhorado devido ao co-processador matemático dedicado
- Função de controle PID

4.1.1. Descrição Funcional

A série LD300 oferece:

- Exatidão de 0,04% para opção de alto desempenho
- Faixa de 120:1
- Leve e compacto

A série LD300 utiliza a comprovada técnica de medição de pressão por leitura capacitiva.

Um esquema da célula capacitiva é mostrado na Fig. 28. No centro da célula está o diafragma sensor (1). Este diafragma flexiona-se em função da diferença de pressões aplicadas ao lado direito e esquerdo da célula. Essas pressões são aplicadas diretamente aos diafragmas isoladores (2), os quais fornecem resistência contra corrosão provocada por fluidos de processo. A pressão é diretamente transmitida ao diafragma sensor através do fluido de enchimento (3), provocando sua deflexão.

O diafragma sensor é um elemento móvel. As duas superfícies metalizadas (4) são eletrodos fixos. A deflexão do diafragma sensor é percebida através da variação da capacitância entre os dois eletrodos fixos e móvel.

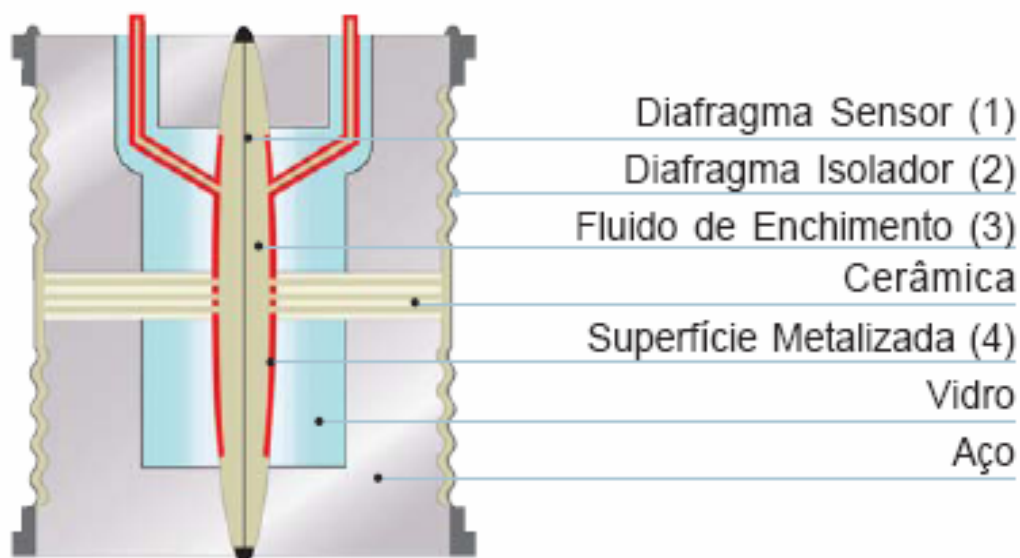


Figura 28: Esquemático da Célula Capacitiva

O circuito eletrônico lê a variação da capacitância entre a placa móvel e as fixas gerando uma saída de comunicação digital de acordo com o protocolo do transmissor. Como não há conversão A/D, os erros e desvios são eliminados durante a conversão. O transmissor possui em seu circuito um sensor para compensação das variações de temperatura. Na fábrica, cada transmissor é submetido a vários ciclos de temperatura e as características do sensor sob diferentes temperaturas são gravadas em sua memória. Decorrente desta caracterização, o sensor de temperatura fornece a compensação de temperatura que, combinada com a precisão do sensor de pressão, resulta em uma exatidão e faixa grande de utilização para a série LD300.

A variável de processo, assim como a monitoração e a informação de diagnóstico, são fornecidas através do protocolo de comunicação digital. As opções de protocolos de comunicação disponíveis são: HART, Foundation fieldbus, e PROFIBUS PA. A Petrobras usa como protocolo padrão o protocolo HART.

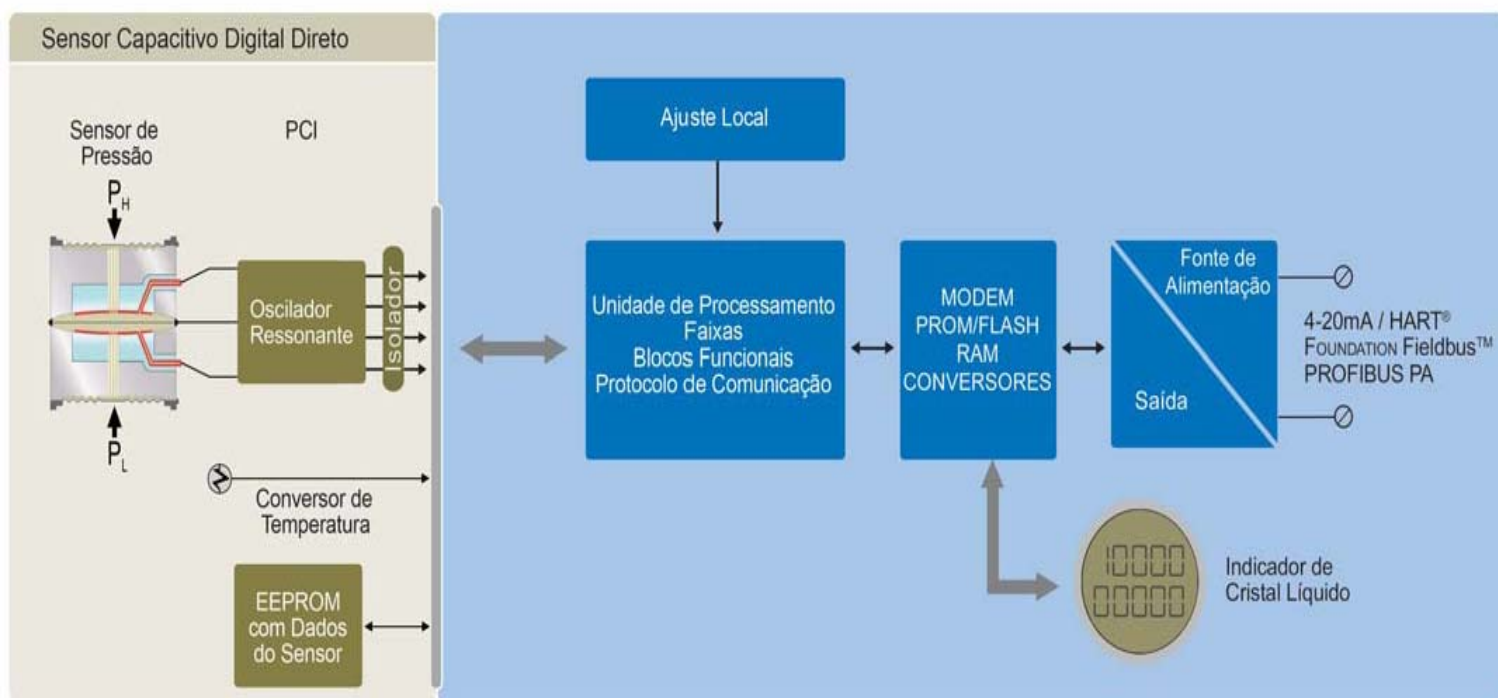


Figura 29: Esquemático interno do Transmissor de Pressão

4.1.2. Tipos de Transmissores

Transmissor Diferencial – LD300D e LD300H

A medição de pressão diferencial é obtida através da aplicação de pressão aos lados de alta e baixa pressão do transmissor. Os modelos LD300H foram projetados para trabalhos com alta pressão estática .

· Vazão – LD300D e LD300H

A pressão diferencial é gerada por um elemento de vazão primário e a medida de vazão é obtida pela função raiz quadrada.

· Pressão Manométrica – LD300M

A medição da pressão manométrica é obtida através da aplicação da pressão ao lado de alta do transmissor e o lado de baixa é aberto a atmosfera, fornecendo assim, uma referência de pressão atmosférica local.

· Pressão Absoluta – LD300A

A pressão absoluta é aplicada ao lado de alta do transmissor e no lado de baixa existe uma câmara de vácuo, que é a referencia de zero absoluto para a célula capacitiva.

· Nível – LD300L

O transmissor permite uma conexão flangeada direta em vasos e tanques.

Está disponível também com extensão.

4.1.3. Selo Remoto



Figura 30: Selo remoto para conexão ao processo

O SR301 é um selo remoto projetado para isolamento química e térmica da célula capacitiva. A série LD300 pode ser montada com selos tanto em um como em ambos os lados do sensor.

As aplicações típicas para a série LD300 com selo remoto são:

- Fluídos de processo corrosivos
- Fluídos de processo com sólidos em suspensão ou viscosos.
- Fluídos de processo que podem congela-se ou solidificar-se.
- Fluídos de processo com temperaturas maiores que as suportadas pelos transmissores.

4.1.4. Ligações do Transmissor

Alguns exemplos de montagem, mostrando a localização do transmissor em relação à tomada são apresentados na Fig. 31.

Quanto a posição do transmissor, recomenda-se obedecer a Tab. 2.

Tabela 2 – Posição do transmissor em relação ao fluido de processo

Fluido Processo	Localização das Tomadas	Localização do LD301 em relação as Tomadas
Gás	Superior ou Lateral	Acima
Líquido	Lateral	Abaixo ou mesmo nível
Vapor	Lateral	Abaixo se usar de câmara cond.

Nota: Com exceção de gases secos, as linhas de impulso devem ser inclinadas à razão de 1:10 para evitar o acúmulo de bolhas no caso de líquidos, ou de condensado no caso de vapor e gases úmidos.

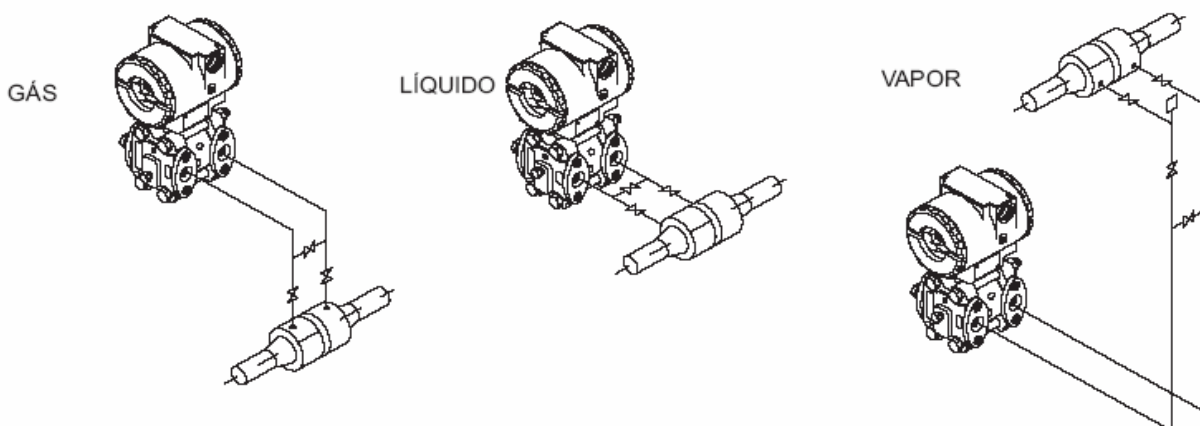


Figura 31: Localização do Transmissor e Tomadas

A Fig. 32 mostra o diagrama de ligação para o LD301 trabalhar como transmissor.

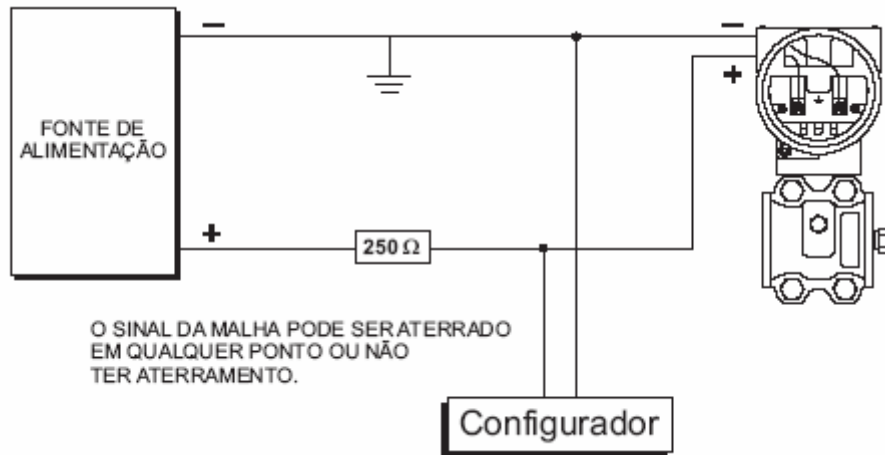


Figura 32: Ligação do LD301, trabalhando como transmissor.

Nota: se o cabo for blindado, recomenda-se o aterramento da blindagem em apenas uma das extremidades. A extremidade não aterrada deve ser cuidadosamente isolada.

Certifique-se que o transmissor está dentro da faixa de operação indicada na Fig. 33. Para suportar a comunicação é necessária uma carga mínima de 250 Ohms.

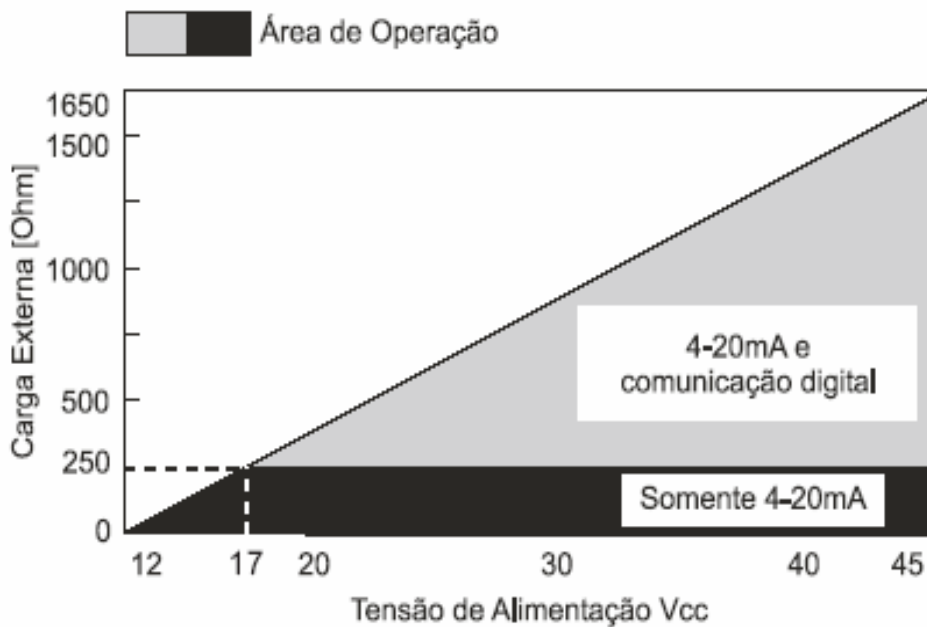


Figura 33: Reta de Carga

4.1.5. Descrição Funcional do Sensor

O sensor de pressão utilizado pelos transmissores inteligentes de pressão da série LD301 é do tipo capacitivo, mostrado esquematicamente na Fig. 34.

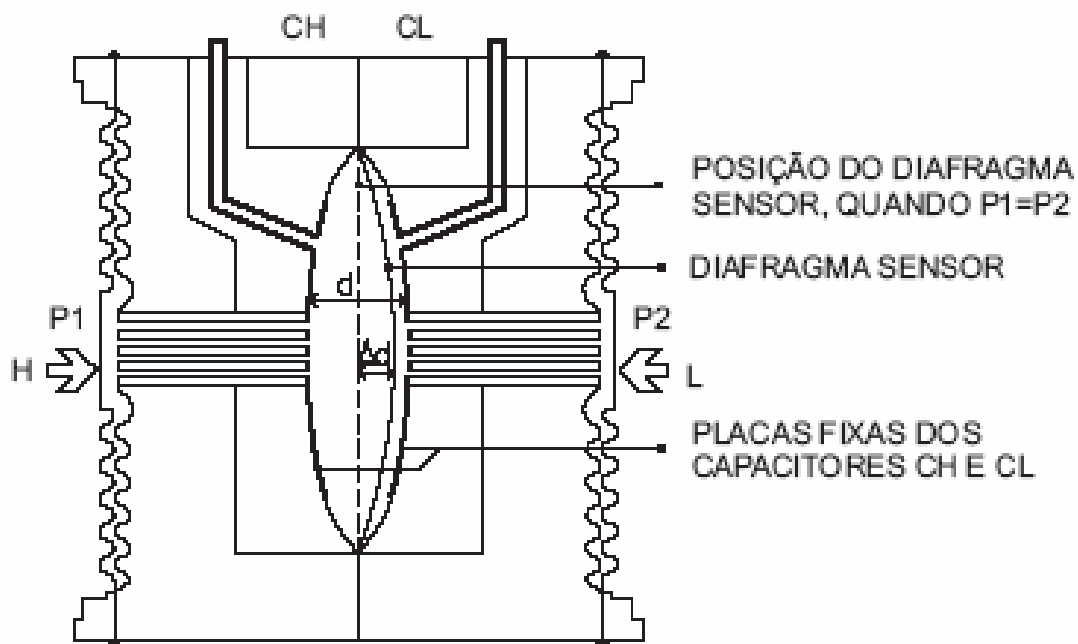


Figura 34: Célula Capacitiva

onde, P1 e P2 são pressões aplicadas nas câmaras H e L.

CH= capacitância medida entre a placa fixa do lado de P1 e o diafragma sensor.

CL = capacitância medida entre a placa fixa do lado P2 e o diafragma sensor.

d = distância entre as placas fixas de CH e CL.

Δd = deflexão sofrida pelo diafragma sensor devido a aplicação da pressão diferencial.

$$DP = P1 - P2$$

Sabe-se que a capacitância de um capacitor de placas planas e paralelas pode ser expressa em função da área (A) das placas e da distância (d) que as separa

como :

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} \quad (40)$$

onde, ε = constante dielétrica do meio existente entre as placas do capacitor.

Se considerar CH e CL como capacitância de placas planas de mesma área e paralelas, quando $P_1 > P_2$ tem-se:

$$CH = \frac{\varepsilon A}{(d/2) + \Delta d} \quad (41)$$

$$CL = \frac{\varepsilon A}{(d/2) - \Delta d} \quad (42)$$

Por outro lado, se a pressão diferencial (ΔP) aplicada à célula capacitiva, não defletir o diafragma sensor além de $d/4$, pode-se admitir ΔP proporcional a Δd , ou seja:

Usando as Eq. (42) e (43), obtém-se :

$$\Delta P = \frac{CL - CH}{CL + CH} = \frac{2 \cdot \Delta d}{d} \quad (43)$$

Como a distância (d) entre as placas fixas de CH e CL é constante, percebe-se que a expressão $(CL - CH) / (CL + CH)$ é proporcional a Δd e, portanto à pressão diferencial que se deseja medir.

Assim, conclui-se que a célula capacitiva é um sensor de pressão constituído por dois capacitores de capacitância variável, conforme a pressão diferencial aplicada.

4.1.6. Descrição Funcional dos Circuitos

O diagrama de blocos do transmissor, como mostrado na Fig. 29, ilustra esquematicamente o funcionamento do circuito.

- Oscilador

Este oscilador gera uma frequência, que é função da capacitância do sensor.

- Os sinais de controle da CPU são transferidos através do acoplador ótico, e os sinais do oscilador através de um transformador.

- Unidade Central de Processamento (CPU) e PROM

A unidade central de processamento é a parte inteligente do transmissor, responsável pelo gerenciamento e operação dos outros blocos, linearização e comunicação.

O programa é armazenado em uma memória PROM. Para armazenamento temporário dos dados, a CPU possui uma memória RAM interna. Caso ocorra uma falta de energia estes dados armazenados na memória RAM são perdidos.

A CPU possui uma memória não volátil EEPROM onde dados que devem ser retidos são armazenados. Exemplos de tais dados: calibração, configuração e identificação de dados. A EEPROM permite 10.000 gravações na mesma posição da memória.

- EEPROM

A outra EEPROM está localizada na placa do sensor. Ela contém dados pertencentes às características do sensor para diferentes pressões e temperaturas. Como cada sensor é caracterizado na fábrica, os dados gravados são específicos de cada sensor.

- Conversor D/A

Converte os dados digitais com 14 bits de resolução da CPU para sinais analógicos.

- Saída

Controla a corrente na linha que alimenta o transmissor. Funciona como uma carga resistiva variável, cujo valor depende da tensão proveniente do conversor D/A.

- Modem

A função deste sistema é tornar possível a troca de informações entre o

configurador e o transmissor, através de comunicação digital do tipo Mestre-Escravo. Sendo assim, o transmissor demodula da linha de corrente a informação transmitida serialmente pelo configurador e, após tratá-la adequadamente, modula na linha a resposta a ser enviada. O “1 “ é representado por 1200HZ e o “ 0 “ por 2200 HZ. O sinal de frequência é simétrico e não afeta o nível DC na saída de 4-20mA.

- **Fonte de Alimentação**

Para alimentar o circuito do transmissor, é utilizado a linha de transmissão do sinal (sistema a dois fios). O consumo quiescente do transmissor é de 3,6 mA e durante a operação o consumo poderá alcançar até 21 mA, dependendo do estado da medida e do sensor. O LD301, em modo transmissor, apresenta indicação de falha em 3,6 mA, quando configurado para falha baixa; 21 mA, quando configurado para falha alta; 3,8 mA quando ocorrer saturação baixa; 20,5 mA quando ocorrer saturação alta e medições proporcionais à pressão aplicada na faixa de 3,8 mA a 20,5 mA. O 4 mA corresponde a 0% da faixa de trabalho e o 20 mA a 100% da faixa d trabalho.

- **Isolação da Fonte**

O circuito de alimentação do sensor é isolado do circuito principal por este módulo.

- **Controlador de Display**

Recebe os sinais da CPU, ligando os seguimentos do display de cristal líquido.

- **Ajuste Local**

São duas chaves magnéticas da placa principal que são ativadas magneticamente pela inserção do cabo magnético, em um dos furos no topo da carcaça, sem nenhum contato externo com elas.

4.1.7. Principais Características Técnicas

- Fluido de Processo

Líquido, gás ou vapor.

- Corrente de saída

Dois fios, 4-20 mA, com comunicação digital sobreposta (Protocolo HART).

- Alimentação

12 a 45 VDC.

- Indicador

Indicador LCD de 4 ½ dígitos numéricos e 5 caracteres alfanuméricos.

- Ajuste de Zero e Span

Não interativo, via comunicação digital.

- Limitação de Carga

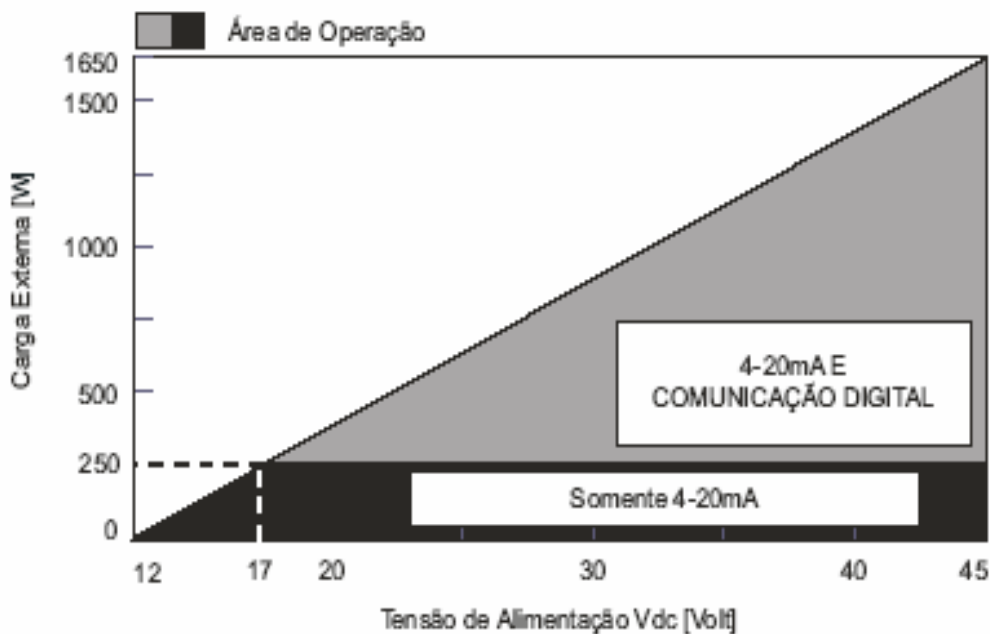


Figura 35: Curva de Carga Externa X Tensão de Alimentação

A área de operação do transmissor é representada pelas áreas hachuradas, porém somente na área mais clara temos comunicação digital.

- Alarme de falha (Diagnósticos)

Em caso de falha no sensor ou no circuito, o auto-diagnóstico leva a saída para 3,6 ou 21,0 mA, de acordo com a escolha do usuário. O diagnóstico detalhado pode ser obtido através do comunicador HART.

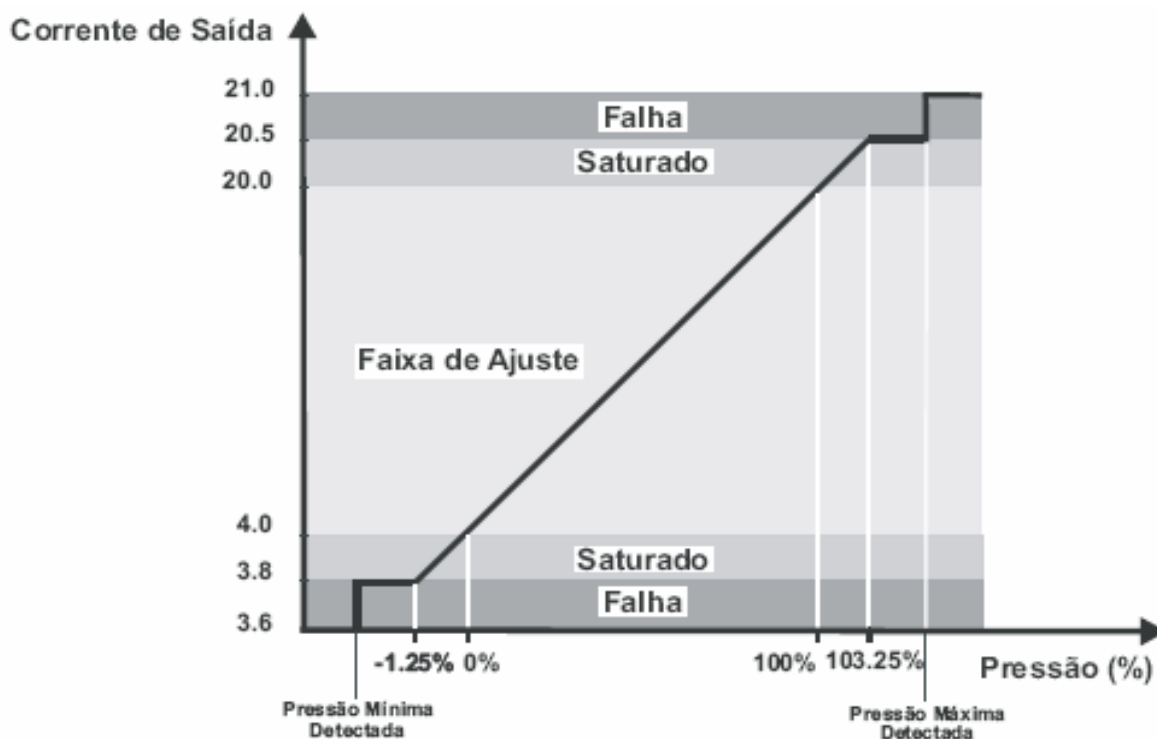


Figura 36: Corrente de saída X Variável, mostrando saturação e falha do Equipamento

- Tempo para iniciar a operação

Opera dentro das especificações em menos que 5,0 segundos após energizar o transmissor.

- Limites de Pressão Estática e Sobrepressão

De 3,45 KPa abs. a:

0,5 MPa para a faixa 0

8 MPa para a faixa 1

16 MPa para a faixa 2,3 e 4

32 MPa para modelos H e A5

40 MPa para modelo M5

52 MPa para modelo M6

As sobrepressões acima não danificarão o transmissor , porém, uma nova calibração pode ser necessária.

- Limites de Umidade

0 a 100% RH

4.1.8. Especificações de Desempenho

Com as seguintes condições de referência: Span iniciando em zero, temperatura de 25 °C, pressão atmosférica, tensão de alimentação em 24 VDC, fluido de enchimento : óleo silicone e diafragmas isoladores de aço inox 316L.

- Exatidão

Para faixa 0, modelos diferenciais e manométricos:

$0,2 \text{ URL} \leq \text{span} \leq \text{URL}$: 0,1% do span

$0,05 \text{ URL} \leq \text{span} < 0,2 \text{ URL}$: $\pm [0,025 + 0,015 \text{ URL}/\text{span}]$ % do span

Para faixas 1, 2, 3 e 4, modelos diferenciais e manométricos:

$0,1 \text{ URL} \leq \text{span} \leq \text{URL}$: $\pm 0,075$ % do span

$0,025 \text{ URL} \leq \text{span} < 0,1 \text{ URL}$: $\pm [0,0375 + 0,00375 \text{ URL}/\text{span}]$ % do span

$0,0085 \text{ URL} \leq \text{span} < 0,025 \text{ URL}$: $\pm [0,0015 + 0,00465 \text{ URL}/\text{span}]$ % do span

Para faixas 5 e 6, absolutos faixa 2, 3, 4, e 6, diafragmas em Tântalo ou Monel; ou fluido de enchimento em Fluorolube:

$0,1 \text{ URL} \leq \text{span} \leq \text{URL}$: $\pm 0,1$ % do span

$0,025 \text{ URL} \leq \text{span} < 0,1 \text{ URL}$: $\pm [0,05 + 0,005 \text{ URL}/\text{span}]$ % do span

$0,0085 \text{ URL} \leq \text{span} < 0,025 \text{ URL}$: $\pm [0,01 + 0,006 \text{ URL}/\text{span}]$ % do span

Para modelos absolutos, faixa 1:

0,2% do span

Efeitos de linearidade, histerese e repetibilidade estão inclusos.

- Efeito da Temperatura

Para faixas 2, 3, 4, 5 e 6 :

$0,2 \text{ URL} \leq \text{span} \leq \text{URL}$: $\pm [0,02\% \text{ URL} + 0,06\% \text{ span}]$ por $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$0,0085 \text{ URL} \leq \text{span} < 0,2 \text{ URL}$: $\pm [0,023\% \text{ URL} + 0,045\% \text{ span}]$ por $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Para faixa 1:

$0,2\% \text{ URL} \leq \text{span} \leq \text{URL}$: $\pm [0,08\% \text{ URL} + 0,05\% \text{ span}]$ por $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$0,025 \text{ URL} \leq \text{span} < 0,2 \text{ URL}$: $\pm [0,06\% \text{ URL} + 0,15\% \text{ span}]$ por $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Para faixa 0:

$0,2 \text{ URL} \leq \text{span} \leq \text{URL}$: $\pm [0,15\% \text{ URL} + 0,05\% \text{ span}]$ por $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$0,05 \text{ URL} \leq \text{span} < 0,2 \text{ URL}$: $\pm [0,1\% \text{ URL} + 0,3\% \text{ span}]$ por $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

- Efeito da Alimentação

$\pm 0,005\%$ do span calibrado por volt

- Efeito da Posição de Montagem

Desvio de zero em até 250 Pa que pode ser eliminado por calibração.

Nenhum efeito no span.

4.2. O Transmissor com elemento de silício ressonante de fabricação Yokogawa

4.2.1. Introdução

Conforme o Overview da Yokogawa [16], a série DPharp EJA de transmissores de pressão digitais, representam o mais revolucionário avanço na história dos transmissores.

DPharp representa o resultado de um longo tempo de desenvolvimento e projeto, provendo um nível de desempenho e confiabilidade além de qualquer outro disponível atualmente. Esta característica de transmissor totalmente digital é conhecida como “ harp” (pressão ressonante de alta exatidão) provendo um desempenho único na maioria das aplicações de processo. Como algumas importantes características pode-se citar:

Alta tecnologia/ sensor de alto desempenho

O sensor de cristal de silício ressonante provê uma singular confiabilidade, linearidade e proteção contra sobrepressão.

Prazo de 2 anos entre calibrações

Com estabilidade de $\pm 0,1\%$ para 24 meses, a série DPharp EJA praticamente elimina o desvio de calibração.

4.2.2. Transdutores de pressão

Comunicações digitais e tecnologia micro processada, estão permitindo aos fabricantes, melhorar o desempenho de velhos projetos de transdutores. Porém, a não ser que o sensor em si seja digital, uma conversão analógico/digital (A/D) deve ser realizada . Com isto, vem o sacrifício da resolução e exatidão. DPharp elimina a conversão A/D, minimizando erros e permitindo aos usuários, facilmente migrar para futuras configurações Fieldbus.

Sensores capacitivos e piezo elétricos desenvolvidos nos anos 60 e início de 70, são usados até os dias atuais. Ambos oferecem uma saída relativamente pequena e um amplificador de alto desempenho. Este sinais analógicos, precisam ser convertidos em sinais digitais, antes de entrarem na CPU para correção e

compensação e após serem novamente convertidos em um sinal de saída analógico.

4.2.3. Elemento principal de medição de pressão

A Yokogawa completou o desenvolvimento do sensor DPharp no final dos anos 80. O sensor DPharp é fabricado com cristal de silício usando a comprovada técnica de semiconductor 3-D. Esta técnica oferece excelente estabilidade ao silício, proporcionando superior estabilidade e repetitividade, ao mesmo tempo eliminando a histerese.

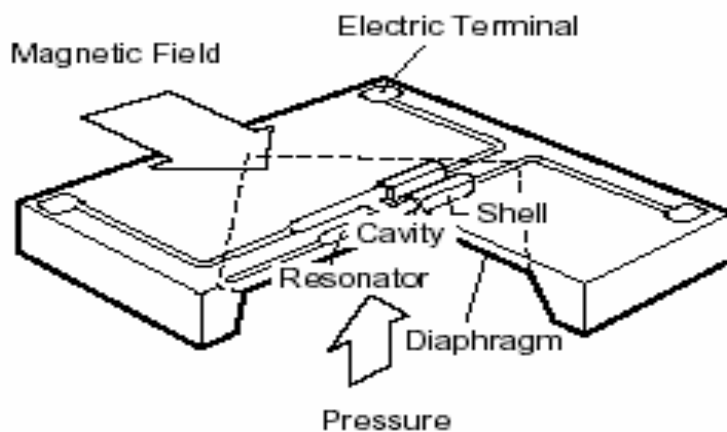


Figura 37: Chip do sensor de silício

No coração do sensor DPharp tem-se duas figuras H ressonantes. Moldadas dentro do sensor, estas duas pontes ressonam na sua frequência natural de 90 KHz, permitindo ao sensor permanecer estável durante um longo período de tempo.

Sempre que a pressão é aplicada, ela impõe a ponte central em tensão e a ponte externa em compressão. Como resultado, suas frequências mudam, uma aumentando e a outra diminuindo. Um circuito micro processado calcula a alteração diferencial, proporcional a pressão aplicada.

A frequência, ou medida digital é fundamentalmente diferente da natureza análoga da saída dos sensores capacitivos ou piezo elétricos. Agora uma conversão analógica digital (A/D) não é mais necessária, para conduzir o sinal a CPU. Esta tecnologia inovadora, minimiza erros causados pela conversão.

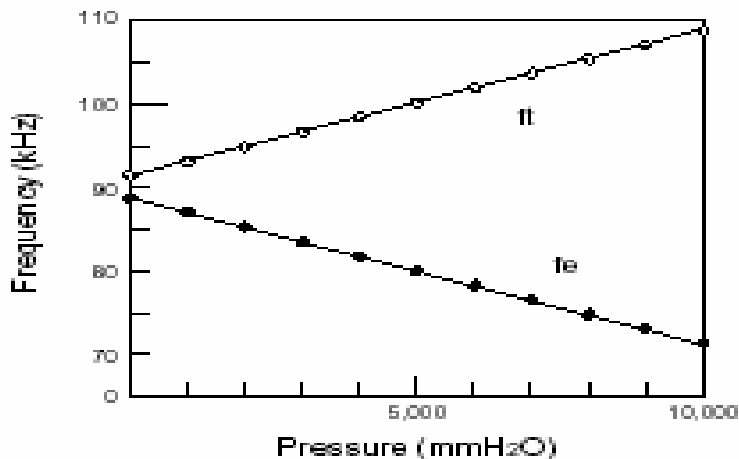


Figura 38: Variação das freqüências em função da pressão aplicada ao sensor

As figuras H de silício ressonante, para a plena escala diferencial de pressão, indicarão uma diferença de freqüência de 40 KHz. Isto é uma larga saída do sensor, quando comparada aos Pf de saída do sensor capacitivo. Para os dois tipos de sensores trabalhando no final de faixa, uma boa performance pode ser obtida, mas quando o sensor está submetido no início de faixa, a performance pode degradar. Entretanto, o sensor DPharp, mesmo no início de faixa, mantém alto desempenho.

4.2.4. Desempenho do Sensor de Silício Ressonante

O sensor DPharp possui alto desempenho, capaz de atingir exatidão de 0,003% com histerese abaixo de 0,001%. Este sensor possui maior exatidão que os demais tipos de sensores disponíveis atualmente, mesmo de melhor exatidão que muitos equipamentos de calibração.

O sensor DPharp, diferencial de freqüência, possui muitos benefícios. A mudança no sinal de saída é dupla, permitindo uma medida mais exata. Também a temperatura afeta o sensor de silício ressonante, ambos os ressonadores sofrem um deslocamento na mesma direção. Olhando a freqüência diferencial observamos o cancelamento dos efeitos de variação da temperatura ambiente, até a 0,001% por $^{\circ}\text{C}$.

Decorrente da alta freqüência de ressonância, 90 KHz, estar bem acima das vibrações mecânicas usuais, este é imune as vibrações. Adicionalmente o transmissor é dotado de proteção contra rádio freqüência e interferências

eletromagnéticas.

A principal característica do sensor DPharp é sua longa estabilidade ao longo do tempo. Tecnologias de sinais analógicos dos anos 70, possuem desvios na amplitude do sinal de saída do transdutor de depressão. Estes desvios podem ser causados por mudanças no circuito do sensor ou contaminação, porém ambos os dois não afetam o sensor DPharp.

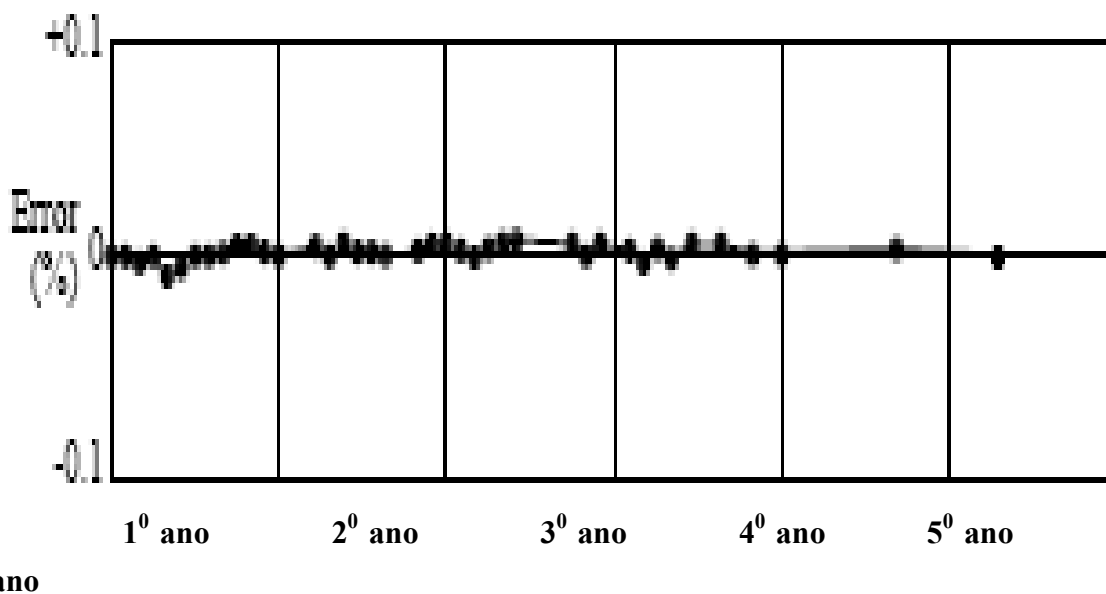


Figura 39: Estabilidade do sensor de silício ressonante (com compensação) ao longo do tempo

4.2.5. O transmissor série EJA

A série EJA é a segunda geração de transmissores usando o sensor DPharp (Differential Pressure high accuracy resonant) produzidos pela Yokogawa. A Fig. 40 é uma foto do transmissor em cima de uma bancada de teste.



Figura 40: O transmissor série EJA

A exatidão não é a única especificação que determina o desempenho de um transmissor. A exatidão, os efeitos de temperatura, os efeitos da pressão estática, os efeitos da sobre pressão e a estabilidade devem ser usados para calcular o real desempenho de um transmissor.

4.2.5.1. Exatidão

A exatidão para toda a faixa, é excelente, provendo uma grande faixa de operação sem comprometimento da qualidade da medição. Os gráficos da Fig. 41, mostram o desempenho e os desprezíveis erros de linearidade e histerese.

4.2.5.2. Efeitos da pressão estática e temperatura

Mudanças na temperatura ambiente, do dia até a noite, energização e desenergização do equipamento, produzem desvios na calibração, conforme indicado na Fig. 42.

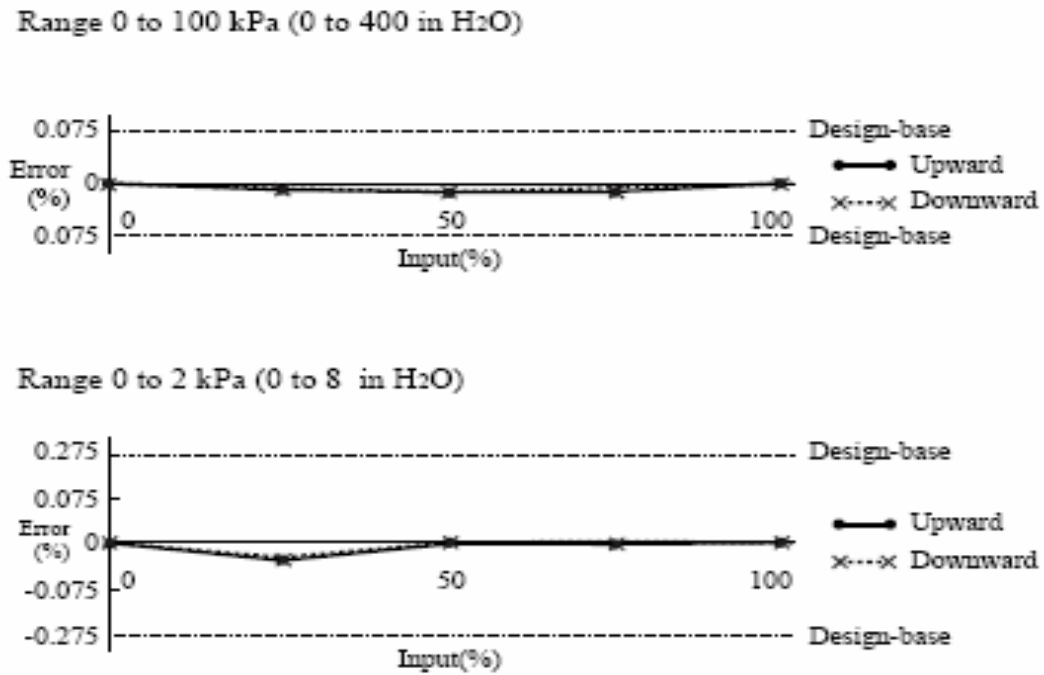
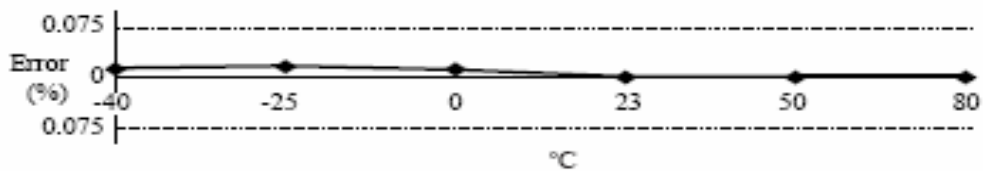


Figura 41: Erros de linearidade e histerese em função da pressão de entrada

Zero shift by Temperature Change



Zero shift by Static Pressure

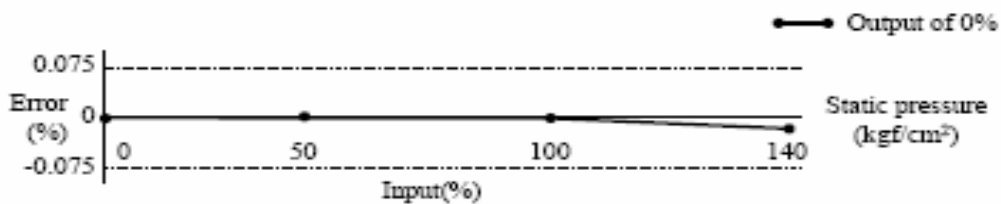


Figura 42: Desvios devido as mudanças de temperatura e pressão estática

4.2.5.3. Sobre pressão

Linhas de impulso, erros de alinhamento de manifolds ou alta pressão diferencial, causam sobre pressões no transmissor, além de sua faixa de operação. A série EJA não apenas são capazes de resistirem a um único evento de sobre

pressão, mas milhões de ciclos de sobre pressão, com efeitos desprezíveis em sua calibração.

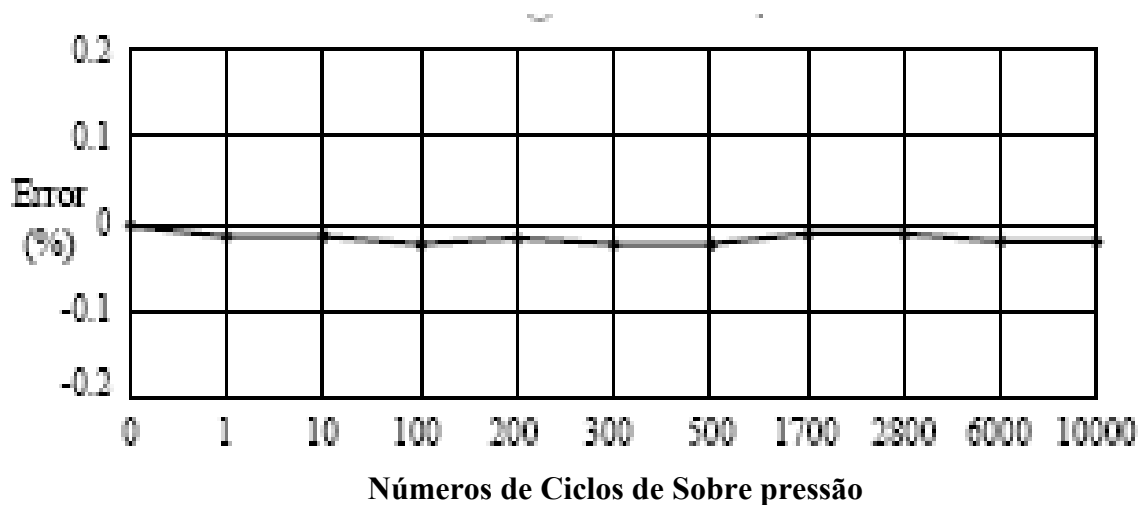


Figura 43: Erro em função de ciclos de sobre pressão

4.2.5.4. Estabilidade

O sensor DPharp permite ao transmissor manter alto desempenho durante longos períodos de tempo. Sensores convencionais, tais como capacitivos ou piezo resistivos requerem ajustes de maneira a corrigir desvios durante determinados períodos. A série EJA A oferece alta estabilidade de $\pm 0,1\%$ por 02 anos.

4.2.6. Especificações gerais do transmissor de pressão diferencial modelo EJX110A

O transmissor de pressão diferencial de alto desempenho, conforme descrito em Yokogawa Electric Corporation [18], de cristal de silício ressonante, possui capacidade de medição de vazão de líquido, gás ou vapor, ou medição de nível de líquidos, densidade e pressão. A saída do transmissor é no sinal de 4 a 20 mA DC, correspondente a medição de pressão diferencial. Outras características são, rápida resposta, ajustes remotos usando comunicação em rede, auto diagnóstico e opcional status de defeito por saída baixa ou alta.

4.2.6.1. Span e limites de faixa

Tabela 3 – Span e limite de faixa para os três tipos de cápsula

Span e faixa medidos		kPa	pol H ₂ O	mbar	mm H ₂ O
L	Span	0,1 a 10	0,4 a 40	1 a 100	10 a 1000
	Faixa	-10 a 10	-40 a 40	-100 a 100	-1000 a 1000
M	Span	0,5 a 100	2 a 400	5 a 1000	50 a 10000
	Faixa	- 100 a 100	-400 a 400	-1000 a 1000	-10000 a 10000
H	Span	2,5 a 500	10 a 2000	25 a 5000	0,025 a 5 kgf/cm ²
	Faixa	-500 a 500	-2000 a 2000	-5000 a 5000	-5 a 5 kgf/cm ²

4.2.6.2. Especificação de conformidade

A série EJX garante uma especificação de conformidade de no mínimo $\pm 3\sigma$.

4.2.6.3. Exatidão para o Span calibrado

As tabelas abaixo incluem linearidade, histerese e repetitividade.

Tabela 4 – Exatidão para cápsula tipo H

Span medido		H
Exatidão	$X \leq \text{Span}$	$\pm 0,04\%$ do Span
	$X > \text{Span}$	$\pm (0,005 + 0,0049 \text{ URL}/\text{Span})\%$ do Span
X		70 kPa
URL (limite superior faixa)		500 kPa

Tabela 5 – Exatidão para cápsula tipo M

Span medido		M
Exatidão	$X \leq \text{Span}$	$\pm 0,04\%$ do Span
	$X > \text{Span}$	$\pm (0,005 + 0,0035 \text{ URL}/\text{Span})\%$ do Span
X		10 kPa
URL (limite superior faixa)		100 kPa

Tabela 6 – Exatidão para cápsula tipo L

Span medido		L
Exatidão	$X \leq \text{Span}$	$\pm 0,04\%$ do Span
	$X > \text{Span}$	$\pm (0,015 + 0,005 \text{ URL}/\text{Span})\%$ do Span
X		2 kPa
URL (limite superior faixa)		10 kPa

4.2.6.4. Efeitos da temperatura ambiente por alteração de 28 °C

Tabela 7 – Efeitos da temperatura para cápsulas tipo L, M e H

Capsula	Efeito
H	$\pm (0,04\% \text{ Span} + 0,0125\% \text{ URL})$
M	$\pm (0,04\% \text{ Span} + 0,009\% \text{ URL})$
L	$\pm (0,055\% \text{ Span} + 0,09\% \text{ URL})$

4.2.6.5. Estabilidade em condições normais de operação

Para as cápsulas M e H tem-se:

$\pm 0,1\%$ do URL por 10 anos.

4.2.6.6. Efeitos da tensão de alimentação

$\pm 0,005\%$ por volt (de 21,6 a 32 VDC, 350 Ω)

4.2.6.7. Tempo de resposta

Cápsulas L, M e H : 90 mseg.

Considerando o amortecimento do amplificador ajustado no zero e incluindo tempo morto de 45 mseg.

4.2.7. Especificações funcionais

4.2.7.1. Saída

Saída a dois fios, 4 a 20 mA DC com comunicação digital, padrão Hart.

Faixa de saída total: 3,6 a 21,6 mA.

4.2.7.2. Auto diagnóstico

Defeito na CPU, defeito nos demais circuitos eletrônicos, erro de configuração, erro de pressão diferencial fora da faixa, pressão estática e temperatura do sensor. Pode também ser configurado para pressão diferencial baixa/alta e pressão estática excessiva.

4.2.8. Condições normais de operação

4.2.8.1. Limites de temperatura ambiente

-40 a 85 °C

-30 a 80 °C com display LCD

4.2.8.2. Limites de pressão de trabalho (limites máximos de pressão)

Cápsula L 16 MPa

Cápsula M ou H 25 MPa

4.2.8.3. Tensão de suprimento e carga vista pelo transmissor

Com fonte de tensão de 24 VDC, até 550 Ω de carga pode ser utilizado.

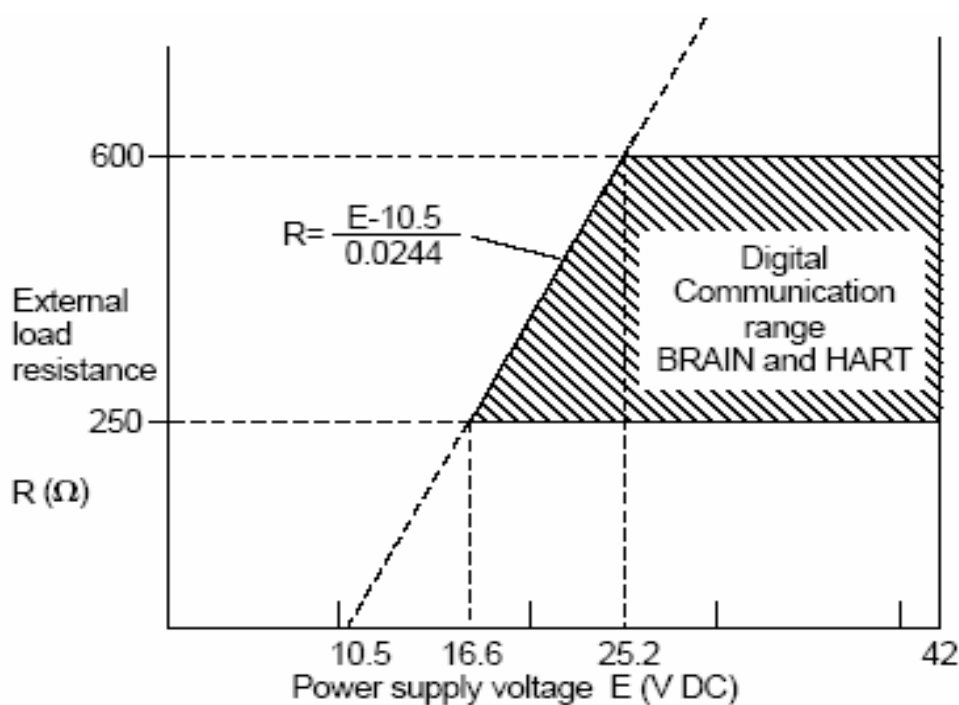


Figura 44: Relação entre a fonte de tensão e a resistência de carga externa

4.2.8.4. Tensão de suprimento

10,5 a 42 V para uso geral

Para comunicação digital padrão Hart, a tensão mínima é 16,6 V.

4.2.9. Instalação do Transmissor

4.2.9.1. Exemplos de conexão de linha de impulso

Segundo o User's Manual [19], a Fig. 45 mostra exemplos típicos de instalação de linha de impulso. Antes de conectar o transmissor ao processo, deve-se estudar a localização do transmissor, o layout das linhas de processo e as características do fluido de processo. Deve-se observar os seguintes pontos, quando estiver analisando a Fig. 45:

- A conexão de alta pressão do transmissor é mostrada a direita deste, visto de frente.
- A conexão da linha de impulso ao transmissor é na vertical, podendo ser na direção para cima ou para baixo.
- Se a linha de impulso é longa, suportes devem ser previstos de maneira a

diminuir as vibrações.

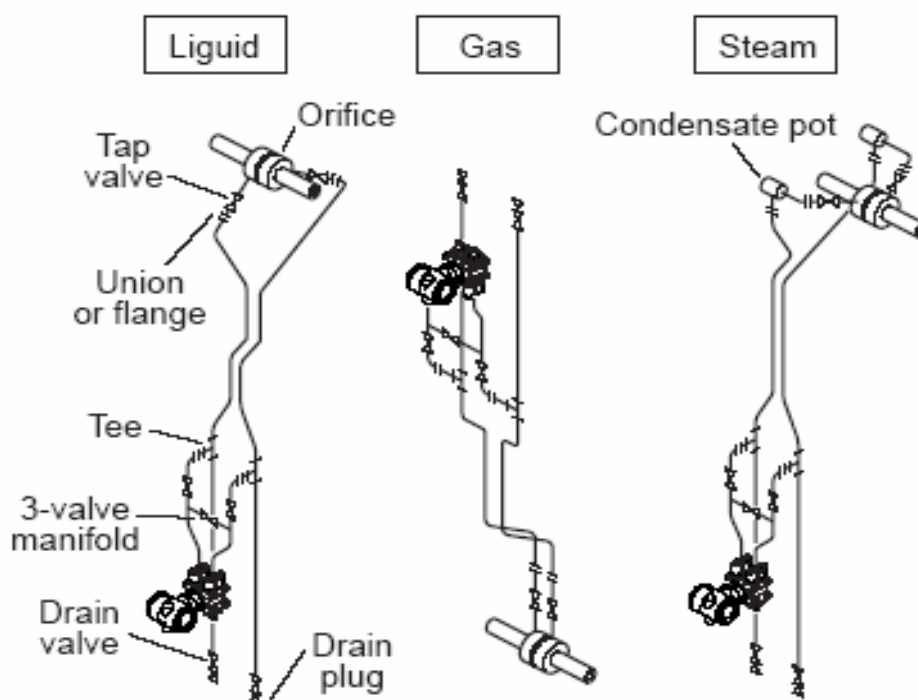


Figura 45: Instalação de linha de impulso, para líquido, gás e vapor

4.2.9.2. Conexão dos cabos de alimentação e sinal, a caixa do transmissor

Conecte os fios da fonte de alimentação e sinal de 4 a 20 mA nos terminais (supply + e -) conforme a Fig. 46 :

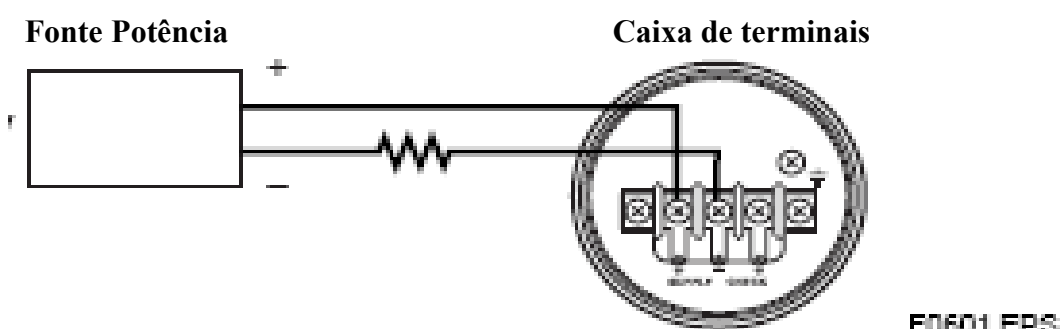


Figura 46: Conexão dos cabos de alimentação ao transmissor