

# TRANSMISSOR DE POSIÇÃO COM SENSOR HALL

## INTRODUÇÃO

É notável o avanço da Física e eletrônica nos últimos anos. Sem dúvida de todas as áreas técnicas, foram as mais marcantes em desenvolvimentos. Hoje somos incapazes de viver sem as facilidades e benefícios que estas áreas nos proporcionam em nossas rotinas diárias. Nos processos e controles industriais não é diferente, somos testemunhas dos avanços tecnológicos com o advento dos microprocessadores, da tecnologia Fieldbus, o uso da Internet, etc.

Comentaremos neste artigo, uma interessante aplicação da Física no desenvolvimento de Transmissores de Posição, baseados no Sensor Hall que agregará vários recursos de performance e diagnósticos.

## SENSOR HALL

O sensor Hall recebe este nome pois é baseado no efeito Hall descoberto em 1879 por Edwin Hall.

Este efeito é o resultado da força de Lorentz no movimento de elétrons sujeitos a um campo magnético.

Quando se tem um fluxo de corrente em um material que não está exposto a um campo magnético, as linhas equipotenciais que cruzam perpendicularmente este fluxo, são linhas retas.

A força de Lorentz no movimento de elétrons no material é dada por:

$$F = q \times (v \times B)$$

onde:  $q$ : carga do elétron

$B$ : campo magnético

O produto externo indica que a força tem uma direção mutuamente perpendicular ao fluxo de corrente e ao campo magnético.

Quando se tem um fluxo de corrente em um material sujeito a um campo magnético perpendicular, o ângulo através do qual o fluxo de corrente é mudado pelo campo magnético é conhecido como ângulo Hall e é um parâmetro dependente do material, sendo determinado pela mobilidade de elétron  $m$  que também determina o coeficiente de Hall  $RH$ . Neste caso, as linhas equipotenciais ao longo do comprimento do material são inclinadas, e isso nos leva a tensão de Hall medida ao longo do material. Ou seja, tem-se uma tensão proporcional ao campo magnético aplicado.

O efeito Hall está presente em todos os materiais, mas sua aplicação é eficaz somente onde a mobilidade do elétron é relativamente alta, como por exemplo no arseneto de gálio (GaAs).

Em termos construtivos, resumidamente, considere um determinado material (figura 1) com espessura  $d$ , conduzindo uma corrente  $i$  ao longo de seu comprimento e sujeito a um campo magnético  $B$  aplicado perpendicularmente à direção de sua espessura. O resultado destas condições é a geração de tensão conhecida como tensão de Hall,  $VHALL$ , cuja magnitude é dada por:

$$VHALL = (RH/d) \times i \times B \quad \text{onde } RH \text{ é a constante Hall do material.}$$

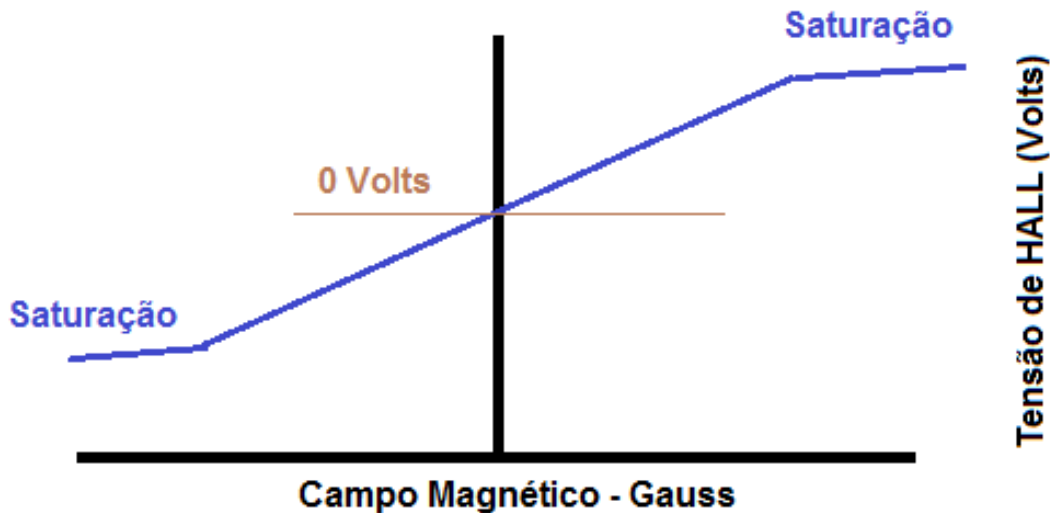
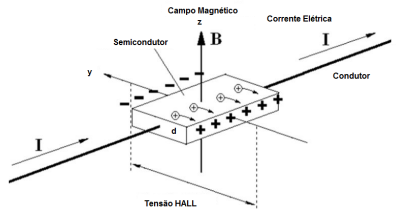


Figura 1 – Princípio de construção e funcionamento do sensor Hall

Atualmente, existem inúmeras aplicações destes sensores, desde a aplicação em servo motores em vídeos cassetes, sensores de catracas para controle de acesso, sensores de velocidade, sistema de injeção em motores automotivos, medição de corrente, potência e campo magnético, controle de motores DC sem escova, sensores de proximidade, controle de rotação, controle de posição, monitoração de posição etc. Iremos descrever esta última aplicação, no desenvolvimento de Transmissores Inteligentes de Posição. É a inteligência da eletrônica e software combinada com o estado da arte em desenvolvimento mecânico.

## O TRANSMISSOR INTELIGENTE DE POSIÇÃO VTP10

Este tipo de equipamento é de extrema importância em qualquer área industrial, trabalhando acoplado a atuadores e válvulas. Deve atender uma série de requisitos operacionais e que com a utilização da tecnologia do sensor Hall pode-se conseguir facilmente:

- Alta sensibilidade.
- Suportar altas temperaturas.
- Erros desprezíveis de linearidade.
- Erros desprezíveis com vibração.
- Repetibilidade e estabilidade, minimizando consumos e reduzindo a variabilidade dos processos.
- Alta confiabilidade, garantindo continuidade e segurança operacional.
- Versatilidade, flexibilidade de uso independente do fabricante e tipo de válvula/atuador, assim como o curso de movimento, facilitando adequação a novas demandas.
- Fácil operação, com mínimos ajustes, simplificando instalação, operação e manutenção, reduzindo o downtime de operação.
- Prover funções avançadas de diagnose, proporcionando redução de custos operacionais e de manutenção, economia de tempo e melhorando a condição do processo, garantindo a otimização e

melhoria continua dos processos.

A tecnologia convencional de equipamentos de monitoração de posição é baseada em acoplamentos mecânicos, com montagens e ajustes complicados, de baixa sensibilidade e precisão, sendo muitas vezes responsáveis por toda variabilidade do processo, refletindo na estabilidade dos controles, na estabilidade de qualidade, etc.

O transmissor de posição VTP10 está disponível nas tecnologias HART 7 /4-20mA e Profibus-PA. O VTP10 gera um valor proporcional à posição, via sinal HART 7 /4-20mA ou externando-o via bloco de entrada analógica (AI) para sistemas Profibus-PA, permitindo totalizar o movimento através do bloco totalizador (TOT).

O sensor de medição utilizado não possui contato mecânico com o sistema a ser medido, já que funciona por efeito do campo magnético, garantindo alta exatidão e imunidade a variações mecânicas. De fácil instalação e inicialização, o transmissor conta ainda com medição de temperatura ambiente e vários diagnósticos preditivos que auxiliam na correta manutenção do sistema, tais como contadores de reversão, final de curso, quilometragem e histograma de posição.

Através de um configurador HART ou Profibus-PA, plataforma Android ou ferramentas baseadas em EDDL ou FDT/DTM é possível configurar o transmissor, escalas de medição, unidades de trabalho e calibração, além de monitorar as variáveis de medição e verificar o status do equipamento. Além disso é possível fazer a configuração do VTP10 via ajuste local através de uma chave magnética.

A modularização dos componentes do conversor está descrita no diagrama de blocos a seguir.

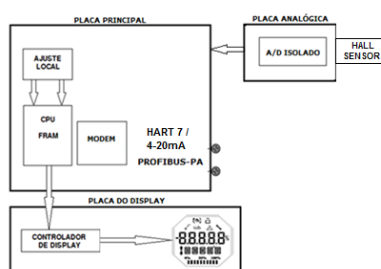


Figura 2 – Diagrama de blocos do VTP10

Todo processo de instalação de equipamentos deve ser executado por pessoas qualificadas, seguindo os procedimentos exigidos por normas de segurança. É recomendado que se faça inicialmente a instalação mecânica do transmissor no sistema a ser medido, com o correto posicionamento do ímã e do suporte apropriados para o transmissor. Em seguida deve-se realizar a instalação elétrica, com as ligações de alimentação e comunicação com o transmissor de posição.

Como o princípio de funcionamento do sensor do VTP10 é magnético e sem contato mecânico, vibrações leves não devem influenciar o correto funcionamento do transmissor. Porém, é importante que não exista grande variação do campo magnético no sensor do transmissor, o que pode acontecer caso grandes vibrações no corpo do transmissor sejam aplicadas. Para casos com vibrações mecânicas consideráveis, a Vivace oferece um sensor remoto, que separa o corpo do transmissor do sensor magnético, evitando que as vibrações interfiram na medição.

O transmissor VTP10 foi projetado para instalação em campo e, portanto, suporta exposição a intempéries, tendo bom desempenho com variações de temperatura, umidade e vibração.

Sua carcaça tem grau de proteção IP67, sendo imune à entrada de água em seu circuito eletrônico e borneira, desde que o prensa cabo ou o eletroduto da conexão elétrica esteja corretamente montado e vedado com selante não endurecível. As tampas também devem estar bem fechadas para evitar a entrada de umidade já que as roscas da carcaça não são protegidas por pintura.

Para que não haja risco das tampas do VTP10 se soltarem involuntariamente devido a vibrações, por exemplo, elas podem ser travadas através de parafuso, conforme ilustrado na figura 3.

O VTP10 é um equipamento de campo que pode ser instalado através de um suporte em um tubo de 2" fixado através de um grampo U. Para o melhor posicionamento do LCD o equipamento pode girar 4 x 90°, conforme mostra a figura 4. O conversor pode também ser fixado com o mesmo suporte em parede ou painel.



Figura 3 – Ajuste da posição da carcaça.

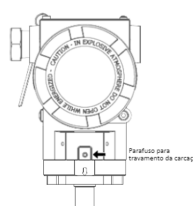


Figura 4 – Trava da tampa com visor.

O display de cristal líquido LCD do VTP10 pode ser rotacionado 4 x 90° para que a indicação fique o mais adequada possível para facilitar a visualização do usuário.

A figura 5 ilustra as possibilidades de rotação do LCD do VTP10.

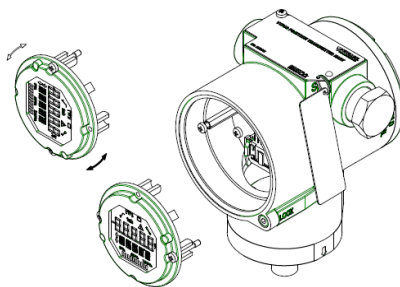


Figura 5 – Rotação do display digital LCD 4 x 90°

A instalação do ímã de referência do transmissor VTP10-H no sistema desejado deve ser feita primeiramente posicionando o mesmo ao sistema, de forma a permitir que o sensor possa percorrer toda a extensão útil a ser medida e alinhando a seta do ímã com a posição central (50% do curso) onde ficará localizado o sensor (seta na parte inferior da carcaça do transmissor).

Após o posicionamento do ímã, deve-se parafusá-lo ao conjunto de forma a evitar que o mesmo se desloque de sua posição original, causando falha na medição. A figura 6 exemplifica a instalação do VTP10-H em um ímã de sistema de movimento rotativo, enquanto a figura 7 exibe a instalação em um conjunto de movimento linear. Note que existe um espaçamento necessário para garantia de desempenho do sensor, entre as setas dos ímãs e do transmissor (entre 2 mm e 4 mm).

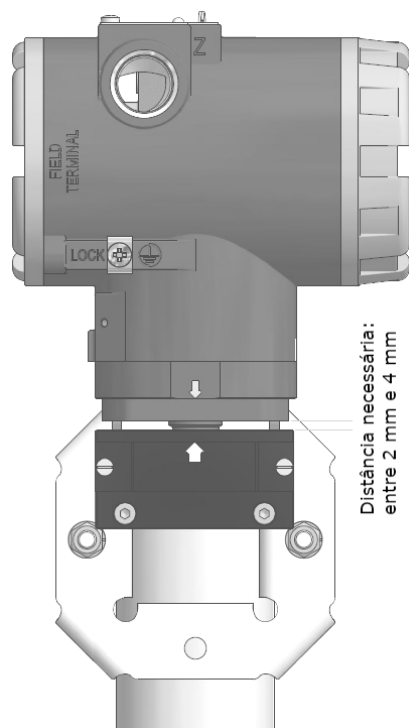


Figura 6a – Montagem do VTP10-H em ímã rotativo. Figura 6b – Montagem do VTP10-H em ímã linear

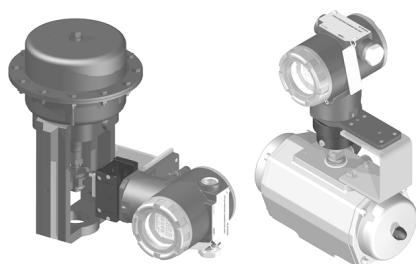


Figura 7 – Montagem do VTP10-H em atuadores de válvulas.

O correto dimensionamento do ímã a ser utilizado é fundamental para a garantia do perfeito desempenho na medição da posição, permitindo que o sensor magnético obtenha a maior variação de campo magnético, de acordo com a excursão do ímã.

A Vivace disponibiliza para o transmissor de posição os ímãs nas seguintes opções:

**Rotativo Opção 0** no Código do Pedido

Utilizado em sistemas rotativos, possui diâmetro padrão, com medição útil de 0° a 120°.

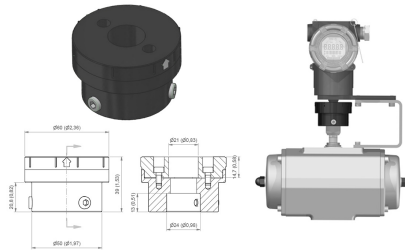


Figura 8 – Ímã rotativo

**Linear 40 Opção 1** no Código do Pedido

Utilizado em sistemas lineares de até 40 mm, possui excursão de 0 a 40 mm (span mínimo de 5 mm entre o ponto inferior e superior de medição).

**Linear 70 Opção 2** no Código do Pedido

Utilizado em sistemas lineares entre 40 e 70 mm, possui excursão de 0 a 70 mm (span mínimo de 5 mm entre o ponto inferior e superior de medição).

**Linear 100 Opção 3** no Código do Pedido

Utilizado em sistemas lineares entre 70 e 100 mm, possui excursão de 0 a 100 mm (span mínimo de 5 mm entre o ponto inferior e superior de medição).

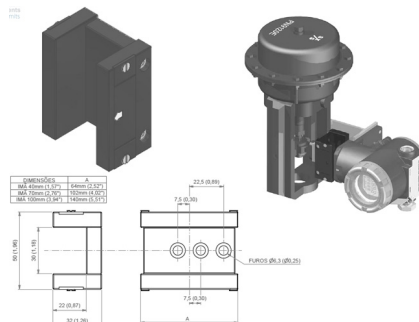


Figura 9 – Dimensional e montagem dos três modelos de ímãs lineares.

**DIAGNÓSTICO PREDITIVOS**

O VTP10 possui vários diagnósticos que facilitam a manutenção preditiva:

**Temperatura**

O diagnóstico de temperatura simplesmente informa ao usuário se o valor medido de temperatura está fora da faixa -40°C e 85°C e seu alarme é ativado no parâmetro Diagnose Status.

**Reversal**

Diagnóstico para verificação de transições de curso do sistema de medição. A cada inversão de sentido do movimento um contador é incrementado. A inversão de sentido é considerada baseando-se no parâmetro Reversal Deadband, configurado pelo usuário.

Além disso, o usuário pode ainda configurar um valor máximo para o contador, a fim de gerar um alarme quando este for ultrapassado. Seu alarme é ativado no parâmetro Diagnose Status. O usuário pode desabilitar este diagnóstico, assim como zerar o contador Reversals.

No gráfico da figura 10, considerando as variações  $d1$  e  $d2$ , onde  $d1 < \text{Reversal Deadband}$  e  $d2 > \text{Reversal Deadband}$ , o contador de reversões será incrementado apenas na ocorrência de  $d2$ , ignorando a pequena reversão de  $d1$ , por ser inferior ao mínimo valor de zona morta configurado.

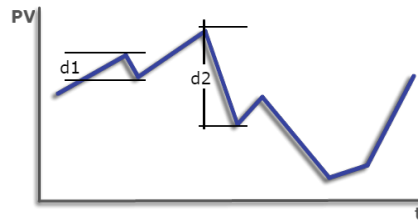


Figura 10 – Exemplo de ocorrências de reversões no VTP10

### Stroke

Diagnóstico para verificação de batidas no final do curso do sistema de medição. A cada entrada na região de final de curso um contador é incrementado. A definição da região de final de curso é configurada pelo usuário nas regiões próximas a 0% e 100%. Além disso, o usuário pode ainda configurar um valor máximo para o contador, a fim de gerar um alarme quando este for ultrapassado. Seu alarme é ativado no parâmetro Diagnose Status. O usuário pode desabilitar este diagnóstico, assim como zerar o contador Strokes. No gráfico da figura 11, o contador de batidas em final de curso será ativado nas regiões P1 e P2, considerando os valores das extremidades configurados nas linhas horizontais pretas. Note que o contador não será incrementado por mais de uma vez em cada região, desde que a variação não ultrapasse 1%.

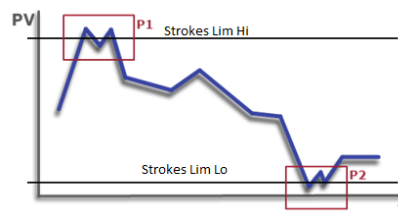


Figura 11 – Exemplo de ocorrências de batidas em finais de curso no VTP10.

### Total Travel (Odômetro)

Diagnóstico para verificação do percurso total do sistema de medição. Toda a movimentação realizada pelo sistema acima de um valor mínimo definido pelo usuário (Travel Deadband) é adicionada ao somador Total Travel. Além disso, o usuário pode ainda configurar um valor máximo para o somador do odômetro, a fim de gerar um alarme quando este for ultrapassado. Seu alarme é ativado no parâmetro Diagnose Status. O usuário pode desabilitar este diagnóstico, assim como zerar o contador Travel.

No gráfico da figura 12, a variação localizada dentro da faixa de variação  $d1$  não será levada em consideração, onde  $d1$  é a zona morta da variação (Total Travel Deadband). Assim que a diferença da movimentação ultrapassar este valor (para cima ou para baixo), o acumulador de percurso será incrementado com esta diferença.

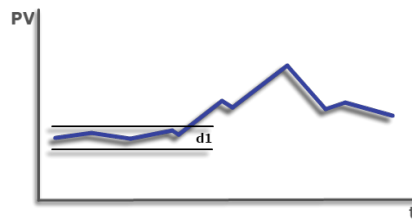


Figura 12 – Exemplo de contagem do percurso no VTP10.

### Position Histogram

Este diagnóstico proporciona ao usuário um histórico das posições percorridas pelo sistema de medição durante seu período de funcionamento. Desta forma, pode-se traçar um gráfico com a porcentagem do tempo em que cada faixa de 5% do curso do sistema permaneceu. E ainda, pode verificar o tempo corrido desde o início da geração do histograma. Pode ainda resetar o histograma.

Neste diagnóstico o usuário pode configurar a base de tempo (segundos, minutos, horas ou dias) ou ainda em %, e monitora o comportamento do sistema para futuras análises e conclusões. A figura 13 mostra um exemplo de gráfico do histórico das posições percorridas por um sistema no tempo.

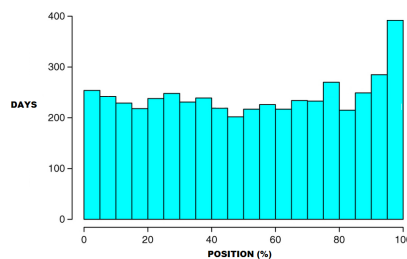


Figura 13 - Exemplo de gráfico do histórico de posições de um sistema.

**Atenção!** Todos os diagnósticos possuem as opções de Habilitar/Desabilitar e Zerar (Reset), permitindo ao usuário reiniciar as referências de cada diagnóstico, individualmente.

A figura 14 mostra o Diagrama de Blocos do VTP10:

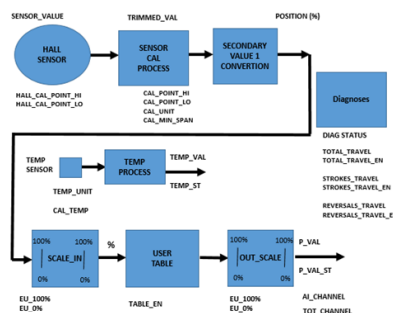


Figura 14 – Diagrama de Blocos do VTP10

A figura 15 mostra uma tela de configuração/diagnóstico em uma ferramenta baseada em FDT/DTM:



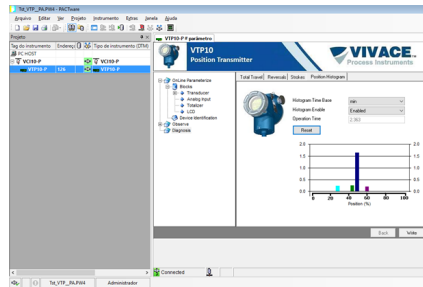


Figura 15 – Tela de visualização das informações do VTP10 no PACTware

## CONCLUSÃO

Pudemos ver através deste artigo o ganho em tecnologia e benefícios que um transmissor de posição baseado em tecnologia digital com sensor Hall pode proporcionar, principalmente pela facilidade de montagem e operação. Lembrando sempre que estes equipamentos sempre estarão juntos a elementos finais, pontos críticos do controle, onde a operação precisa e segura se faz necessária. A flexibilidade, recursividade e geração de diagnósticos avançados facilitam as condições de manutenção.

Para mais detalhes sobre o VTP10, consulte: <https://www.vivaceinstruments.com.br/pt/produtos/posicao>

O conteúdo deste artigo foi elaborado cuidadosamente. Entretanto, erros não podem ser excluídos e assim nenhuma responsabilidade poderá ser atribuída ao autor.

Sugestões de melhorias podem ser enviadas ao e-mail [cesar.cassiolato@vivaceinstruments.com.br](mailto:cesar.cassiolato@vivaceinstruments.com.br).

## Sobre o autor

César Cassiolato é Presidente e Diretor de Qualidade da Vivace Process Instruments. É também Conselheiro Administrativo da Associação PROFIBUS Brasil América Latina desde 2011, onde foi Presidente de 2006 a 2010, Diretor Técnico do Centro de Competência e Treinamento em PROFIBUS, Diretor do FDT Group no Brasil e Engenheiro Certificado na Tecnologia PROFIBUS e Instalações PROFIBUS pela Universidade de Manchester.

## Referências

Manuais Vivace Process Instruments

- Artigos Técnicos César Cassiolato
- <https://www.vivaceinstruments.com.br/>
- Material de treinamento e artigos técnicos PROFIBUS - César Cassiolato
- Especificações técnicas PROFIBUS
- <http://www.profibus.org.br/>