

Sensor Hall – A tecnologia dos Posicionadores Inteligentes de última geração

César Cassiolato
Gerente de Produtos - Smar Equipamentos Industriais Ltda



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 Posicionadores Inteligentes de Válvulas, 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 μ que também determina o coeficiente de Hall R_H . 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, V_{HALL} , cuja magnitude é dada por:

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

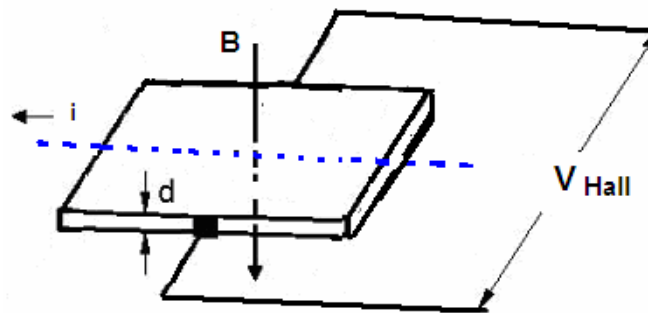


Figura 1 – Princípio de construção e funcionamento do sensor Hall

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, etc. Iremos descrever esta última aplicação, no desenvolvimento de Posicionadores Inteligentes de Válvulas/Atuadores. É a inteligência da eletrônica e software combinada com o estado da arte em desenvolvimento mecânico.

O POSICIONADOR INTELIGENTE

Este tipo de equipamento é de extrema importância em qualquer área industrial, trabalhando como elemento final de controle acoplados 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 contínua dos processos.

A tecnologia convencional de equipamentos de atuação 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 posicionador inteligente de última geração para válvulas de controle linear ação simples (retorno por mola) ou ação dupla como por exemplo: globo, gaveta, diafragma,

etc. válvulas de controle rotativa como: esfera, borboleta ou plugado com atuadores pneumáticos como: diafragma, pistão, etc, é baseado no bico-palheta, consagrado pelo uso no campo e no sensor de posição por efeito Hall, sem contato físico, que fornece alto desempenho e operação segura. A tecnologia digital usada permite a escolha de vários tipos de curva de caracterização, uma interface simples entre o campo e a sala de controle e muitas características interessantes que consideravelmente reduzem o custo de instalação, operação e manutenção:

- Projeto compacto e modular
- Baixo consumo de ar
- Fácil instalação
- Sensor de Posição sem contato mecânico
- Opera com atuadores lineares e rotativos de simples ou dupla ação
- Fácil ajuste e parametrização remota através de comunicação HART, Foundation Fieldbus ou Profibus PA ou através de ajuste local com display
- Característica de vazão via software
- Auto-diagnose



Figura 2 – Posicionador Inteligente com tecnologia de sensor Hall, sem contato mecânico

As partes principais do módulo de saída são: piloto, servo, sensor de efeito Hall e circuito de controle de saída.

O circuito de controle recebe um sinal de setpoint digital da CPU e um sinal de realimentação proveniente do sensor de efeito HALL. Note que este sinal é a posição real da válvula.

A parte pneumática é baseada numa tecnologia muito difundida e largamente usada, que é o bico palheta e válvula carretel.

Um disco piezo-elétrico é usado como palheta no estágio piloto. A palheta é defletida quando nela é aplicada uma tensão pelo circuito de controle. O pequeno fluxo de ar que circula pelo bico é obstruído, causando uma alteração na pressão da câmara piloto, que é chamada pressão piloto.

A pressão piloto é muito baixa e não tem capacidade de vazão e por isso deve ser amplificada na seção servo. A seção servo tem um diafragma na câmara piloto, e outro diafragma menor na câmara do carretel. A pressão piloto aplica uma força no diafragma da câmara piloto, que no estado de equilíbrio será igual à força que a válvula carretel aplica no diafragma menor na câmara do carretel.

Assim sendo quando têm-se uma alteração de posição via posicionador, a pressão do piloto aumenta ou diminui como explicado no estágio do piloto e esta mudança na pressão do piloto força a válvula para cima ou para baixo alterando a pressão da saída 1 e da saída 2 até um novo

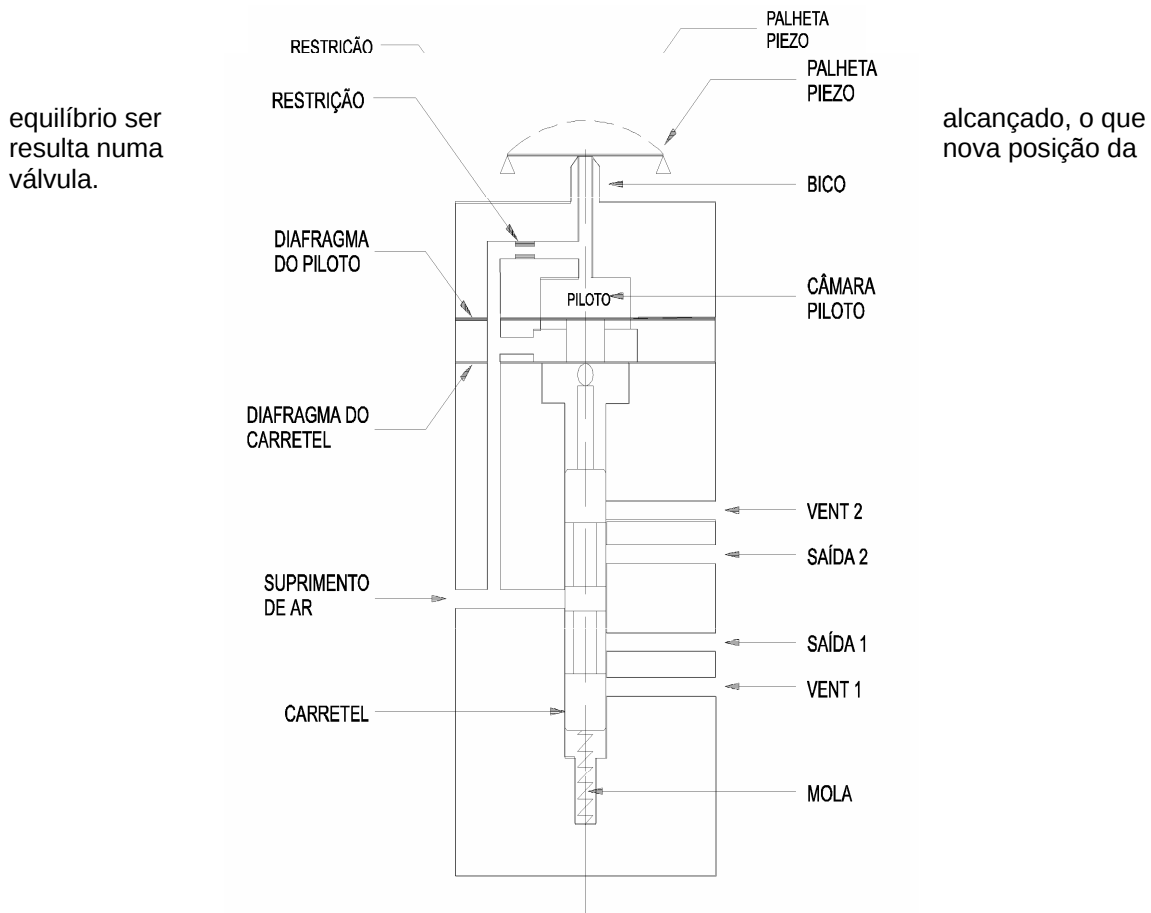


Figura 3 – Esquema do Transdutor Pneumático

O sensor Hall fica alojado e protegido internamente ao módulo transdutor. O ímã fica preso ao eixo da válvula ou atuador, conforme figura 4 (representação didática de funcionamento), onde podemos ver que teremos a aplicação de fluxo magnético ao sensor Hall e que teremos a caracterização de posição, levando-se em conta o centro dos ímãs, onde se tem campo nulo.

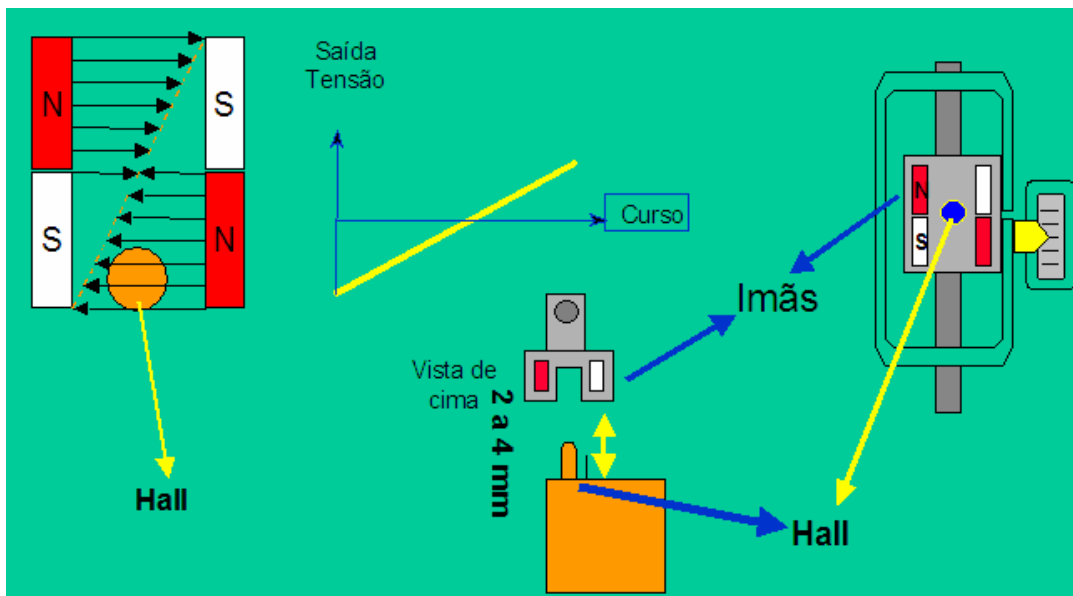


Figura 4 – Esquema de funcionamento do Sensor Hall no Posicionador de Válvulas

O único detalhe da montagem mecânica é a verificação de que a seta gravada no ímã esteja coincidindo com a seta gravada no posicionador quando a válvula estiver na metade do seu curso.

Sendo assim, quando a válvula estiver na metade do seu curso, o sensor Hall estará recebendo campo nulo e internamente a CPU saberá que corresponde a 50% do curso. Num extremo do curso terá sinal de tensão máximo caracterizando, por exemplo 100% e no outro extremo, terá sinal mínimo, caracterizando o 0%. As tensões de extremos são colhidas durante o processo de auto-calibração, onde sem a intervenção do usuário o posicionador determina as tensões de Hall correspondente aos limites físicos do curso, de forma precisa e segura.

A figura 5 nos mostra o diagrama funcional deste posicionador para o protocolo Profibus PA:

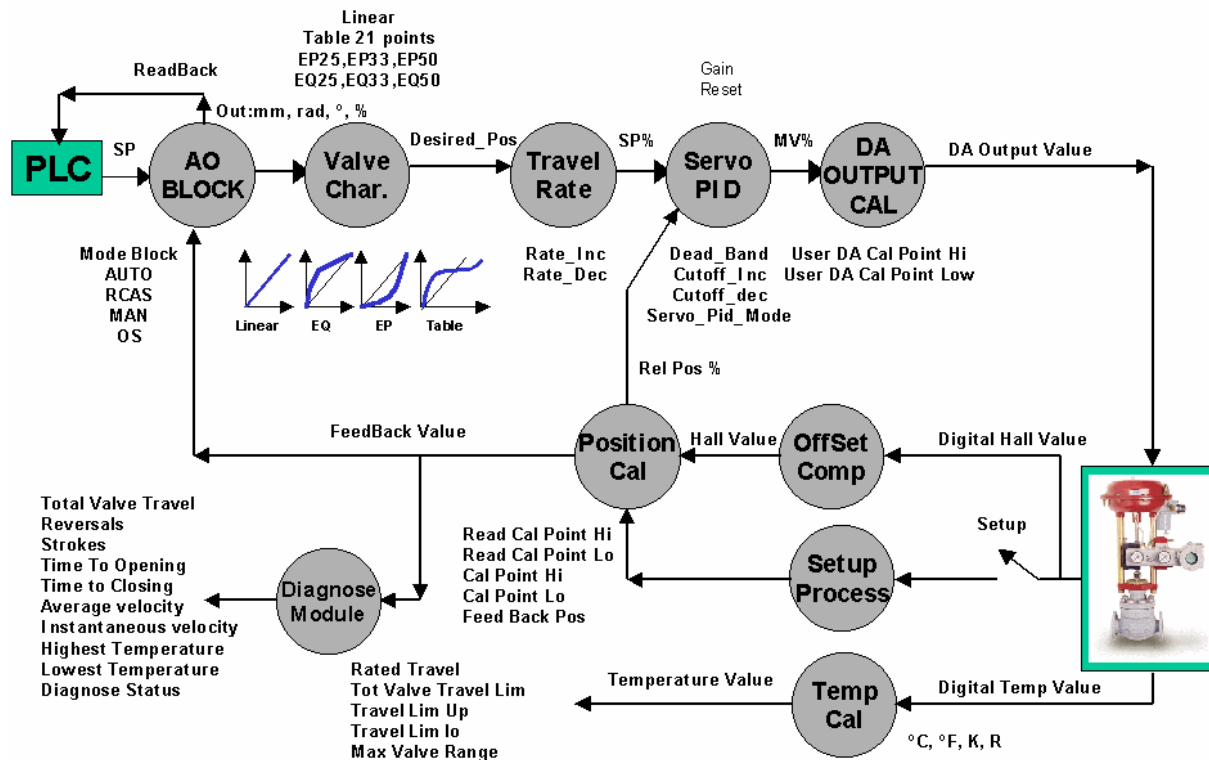


Figura 5 – Diagrama funcional do Posicionador FY303 – Smar

Analisando este diagrama, pode-se ver que via PLC(mestre classe 1), o posicionador recebe um valor de setpoint, de acordo com a estratégia de controle. Dependendo do modo de operação, automático ou cascata, este setpoint será escrito via serviços cíclicos no parâmetro SetPoint ou RcasIn do bloco AO, respectivamente. Este valor passará pelo algoritmo do bloco que analisará condições de alarmes e condições de falha segura, disponibilizando um valor de saída que chegará até o bloco transdutor. O usuário poderá então, caracterizar este valor de acordo com a curva da válvula ou atuador, escolhendo Linear, Tabela de 21 pontos, EQ25, EQ33, EQ50, EP25, EP33 e EP50. Estas curvas permitem que pequenas variações no setpoint façam com que a posição no elemento final seja próximo do 100%(EQ) ou que somente grandes variações no setpoint façam com que a posição no elemento final seja próximo do 100%(EP). Uma vez definido a curva de transferência, pode-se definir taxas de variação %/s com este setpoint agir no elemento final. São os chamados "Rates". Então, o servo PID recebe este sinal e mais a posição real, via sinal do sensor Hall que é caracterizado durante o processo de auto-calibração ou mesmo durante uma calibração de usuário(muito usada em aplicações split-range) e calcula o sinal de MV% que gerará o valor do conversor D/A que atuará em um sensor Piezo, gerando a pressão nas câmeras do posicionador, encontrando a posição de equilíbrio conforme o setpoint

vindo do mestre. A posição real retornará ao bloco AO e via parâmetro ReadBack fechará o loop com o mestre.

Funções de diagnose podem ser monitoradas via sinal do sensor Hall via mestre classe 2, tais como:

- Odômetro, através do qual pode-se estatisticamente prever com o curso da válvula o momento de se dar manutenção;
- Strokes(batidas), onde se pode acompanhar os desgastes dos batentes da válvula nas condições extremas dos limites físicos de seu curso;
- Reversals, onde se pode acompanhar quantas vezes houve inversão de setpoint e analisando a sintonia da malha. Um número alto de reversals significa que a sintonia não está boa e que o processo pode estar comprometido em sua variabilidade.
- Velocidade média e instantânea do deslocamento, assim como tempos de abertura e fechamento, podendo diagnosticar emperramento e stress mecânico, ou problemas de vazão de ar.
- A maior e menor temperatura que foi submetido o posicionador. Em casos onde a temperatura se torna um fator limitante, pode-se utilizar o FY303 com sensor Hall remoto ou mesmo em locais de difícil acesso ou sujeitos a vibrações, em distâncias de até 20m. Veja a figura 6. Esta é uma característica proporcionada pelo sensor Hall:



Figura 6 –Posicionador com Hall Remoto.

A Smar também possui o FY303 com sensores de pressão, onde funções de diagnose são agregadas ao equipamento.

O FY303 ainda fornece o sinal de temperatura ambiente, como variável secundária.

CONCLUSÃO

Pudemos ver através deste artigo o ganho em tecnologia e benefícios que um posicionador 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 preventiva, preditiva e proativa.