



Índice

Introdução	3
Transdutor	3
Sensor	3
Transdutor Magnético ou de efeito Hall.....	3
Efeito de Hall	4
Efeito Hall – Introdução.....	4
Efeito Hall – Teoria	4
Efeito de Hall – Matematicamente.....	6
Diversos tipos de Transdutores de efeito Hall.....	8
Open Loop.....	8
Closed Loop	9
Open Loop Vs Closed Loop.....	10
Efeito de Hall - Variações com temperatura.....	10
Diversas aplicações de efeito de Hall	11
Exemplo de uma aplicação prática concreta.....	11
Princípio de funcionamento.....	11
Conclusão	14
Bibliografia	15





Introdução

Transdutor

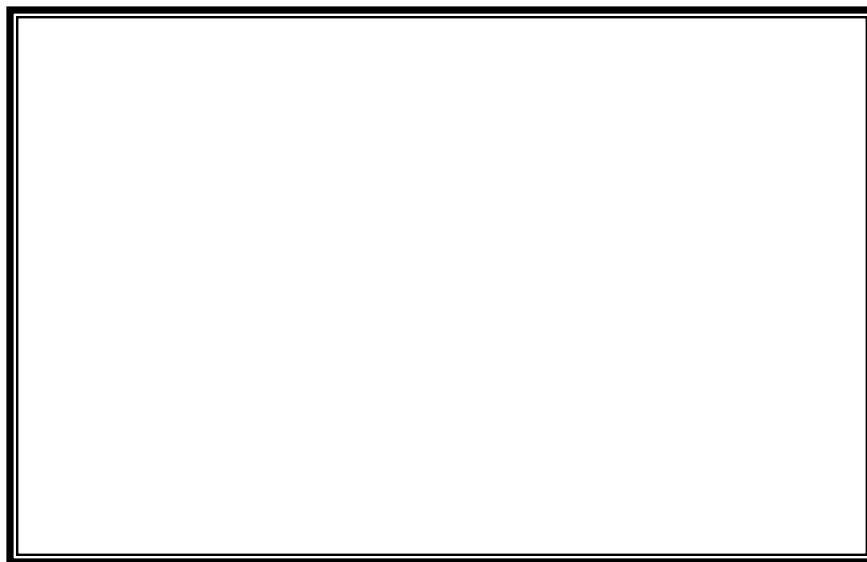
Dispositivo que converte energia de um domínio para outro, calibrado para minimizar os erros no processo de conversão.

Sensor

Dispositivo que providencia um sinal útil a um dispositivo de medida. Embora possa fazer parte de um transdutor, pode não implicar uma transdução de sinal.

Transdutor Magnético ou de efeito Hall

O transdutor de efeito de Hall ou Magnético é baseado no efeito Hall abaixo descrito; são classificados como transdutores geradores, pois tem a propriedade de gerar um diferencial de potência quando submetidos a uma grandeza física.



Esquema de campos geradores de efeito de Hall



Efeito de Hall

Efeito Hall – Introdução

O efeito de Hall foi descoberto em 1879 por Edwin Hall, que submeteu um condutor eléctrico a um campo magnético perpendicular a direcção da corrente eléctrica. Hall verificou que uma diferença de potencial eléctrico aparecia nas laterais deste condutor na presença do campo magnético.

Este efeito ocorre devido a cargas eléctricas tenderem a desviar-se da sua trajectória por causa da Força de Lorentz, (Força Magnética). Desta forma cria-se uma acumulação de cargas nas superfícies laterais do condutor produzindo uma diferença de potencial.

Apesar do efeito Hall existir em qualquer material condutor, o seu efeito é mais intenso em materiais semicondutores. No entanto, os semicondutores apresentam variações entre géneros, necessitando de um circuito electrónico auxiliar para ajustar o sinal do efeito Hall para um valor calibrado do campo magnético.

A grande vantagem do sensor Hall como elemento de medida do campo magnético é a capacidade de medir campos contínuos (DC) ou alternados num único dispositivo.

Efeito Hall – Teoria

O efeito de Hall caracteriza-se basicamente pelo aparecimento de um campo eléctrico transversal num condutor percorrido por uma corrente eléctrica, quando o mesmo se encontra submerso num campo magnético.

Observando a figura 1, verifica-se que um condutor, na forma de uma fita delgada é percorrido por uma corrente eléctrica constante; a distribuição da corrente sobre a mesma é uniforme e não existe diferença de potencial na saída.

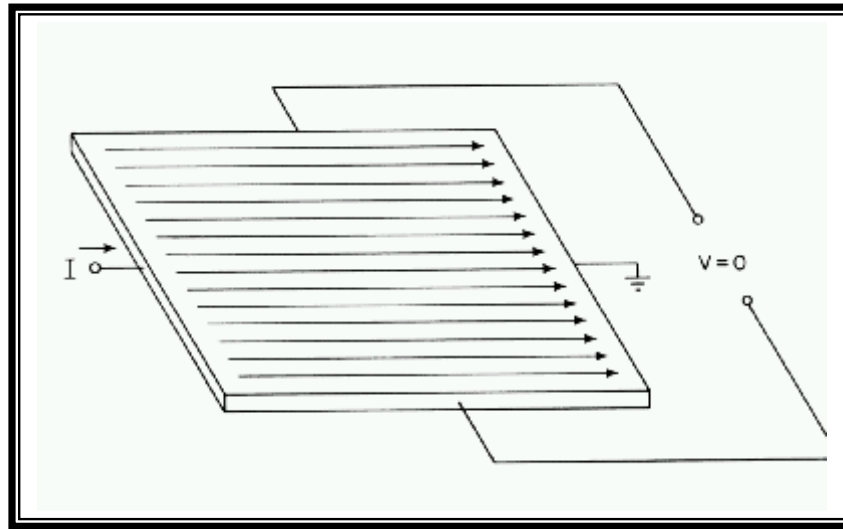


Figura 1

Na presença de um campo magnético perpendicular (figura 2), o fluxo de corrente é distorcido. A distribuição resultante provoca o aparecimento de uma diferença de potencial (DDP), entre os terminais de saída. Esta DDP é chamada de **Tensão de Hall (V_h)**.

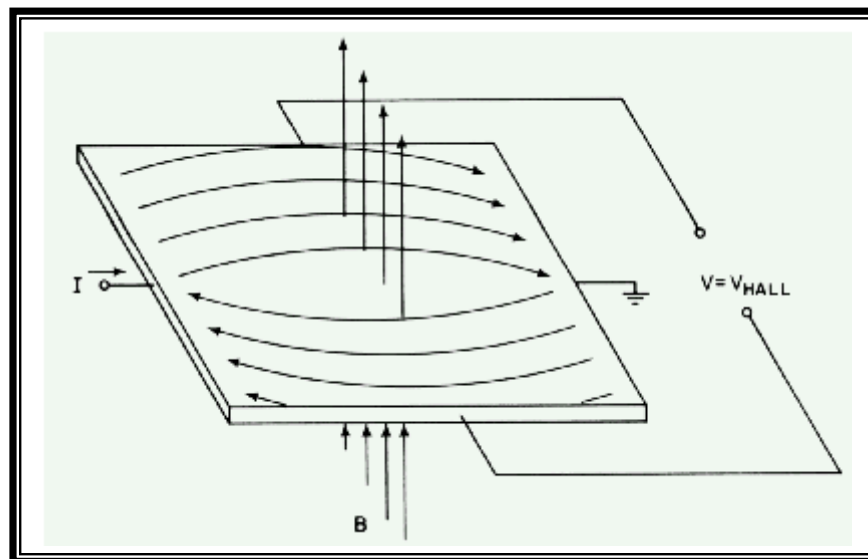


Figura 2



Efeito de Hall – Matematicamente

O efeito de Hall parte do principio em que a película condutora está electricamente em equilíbrio, ou seja, o seu campo eléctrico é nulo, $E=0$, antes de existir qualquer passagem de corrente no condutor.

O sistema está em equilíbrio quando a Força Magnética (F_m) é igual a Força Eléctrica(F_e). Ou seja

$$\vec{F}_m = \vec{F}_e \Leftrightarrow Q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = Q \cdot \vec{E} \Leftrightarrow \vec{v} \times \vec{B} = \vec{E}$$

A corrente que passa na película com largura d , influenciada pelo campo magnético origina a **Tensão de Hall** entre os extremos da película.

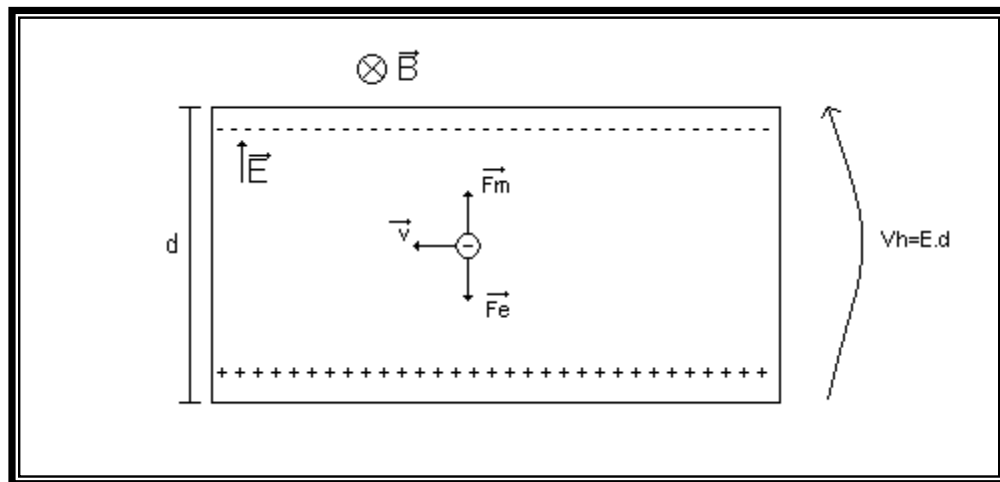


Figura 3

$$V_h = \vec{E} \cdot d = \vec{v} \times \vec{B} \cdot d$$



Se n for o número de partículas carregadas por unidade de volume, a velocidade de migração das cargas, v , pode ser expressa da seguinte forma:

$$v = \frac{I}{n \cdot Q \cdot A}, \text{ em que } A \text{ é a área de secção do condutor.}$$

Então $V_h = \frac{I}{nQA} B \cdot d$, daqui pode-se retirar o valor da corrente.

A tensão de Hall é um sinal bastante frágil, da ordem de 20 a 30 mvolts, num campo magnético de 1 gauss. Um sinal desta magnitude requer um amplificador com características de alta impedância de entrada, baixo ruído e um ganho considerável.

Na figura 4 é mostrada uma curva que caracteriza qualitativamente o comportamento do sensor de efeito Hall. Para valores de campo magnético além do alcance especificado, a resposta obtida deixará de ser linear, comprometendo assim a exactidão da medida sem causar danos ao transdutor.

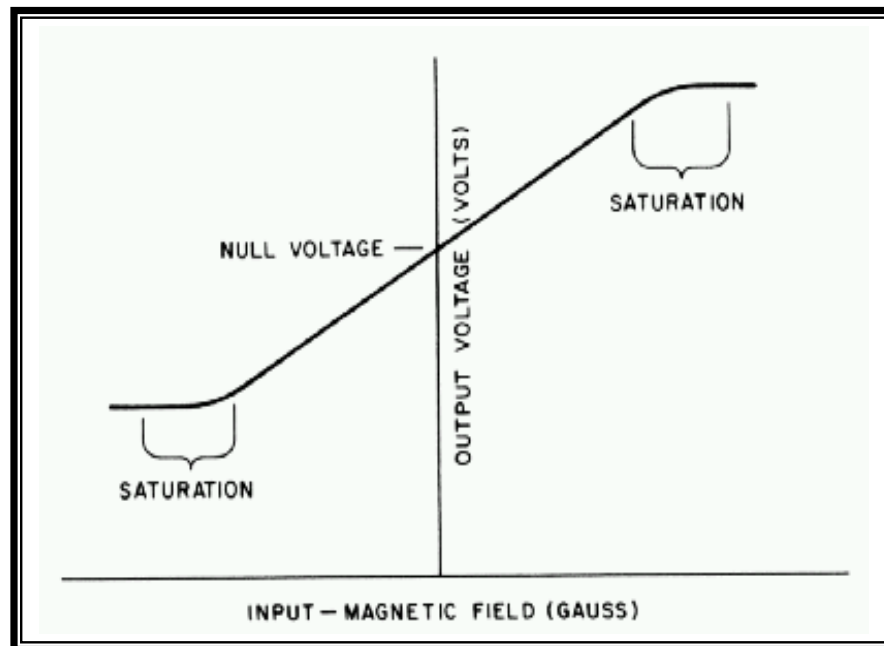


Figura 4



Diversos tipos concepção de Transdutores de efeito Hall

Open Loop

Os transdutores concebidos na tecnologia open loop (ou em laço aberto), apresentam uma configuração relativamente simples dos pontos de vista construtivo e de operação. O elemento de Hall é montado no vão (gap) de um núcleo magnético. Com o condutor que transporta a corrente sob medição posicionado através deste núcleo, o elemento de Hall fornece um sinal de tensão amplificado, originando na saída também um sinal de tensão.

A principal desvantagem desta tecnologia está no facto da existência não-linear ou a saturação do núcleo magnético introduzir uma distorção não desejável que compromete a medida do sinal.

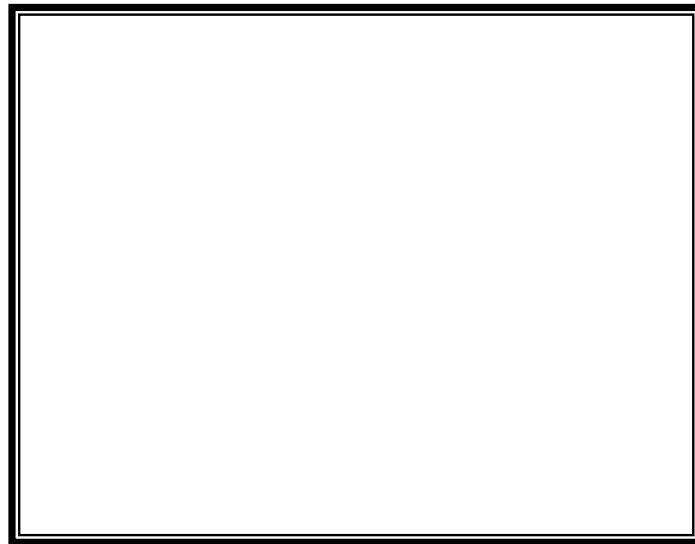


Figura 5



Closed Loop

Os Transdutores desenvolvidos na tecnologia closed loop (ou em laço fechado), também se apresentam no vão de um núcleo magnético, que neste caso é envolto por uma bobina. O condutor que transporta a corrente sob medição deve estar posicionado no interior do núcleo; quando a corrente surge, cria um campo magnético no núcleo e gera o sinal de tensão V_H que é amplificado por um driver push-pull e aplicado na bobina, de modo que este campo anule o campo gerado pela corrente. Este método resulta num bom desempenho, ficando em equilíbrio e inexistindo saturação.

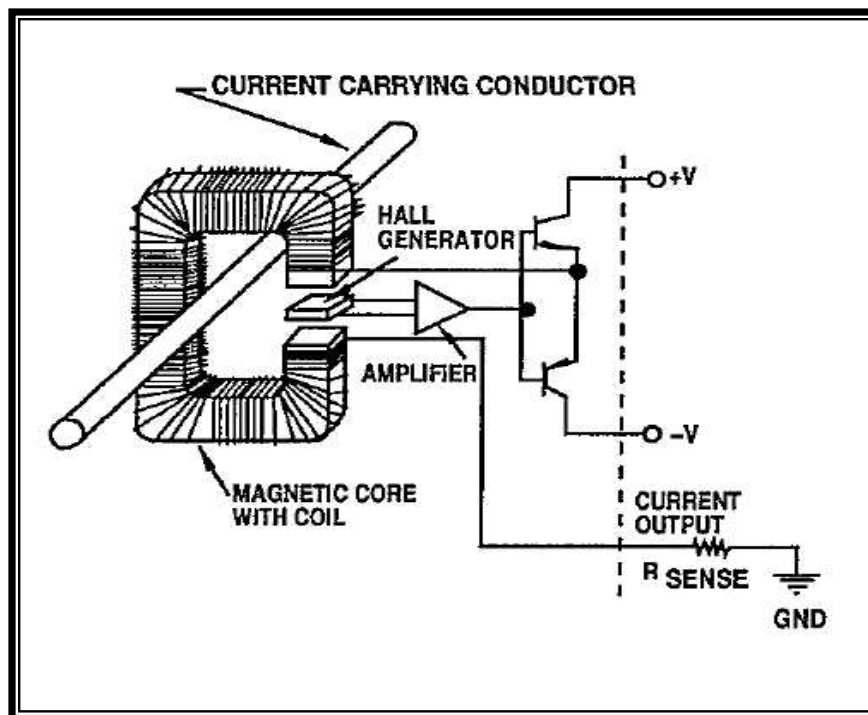


Figura 6



Open Loop Vs Closed Loop

Podemos reunir as principais vantagens dos sensores Open Loop e Closed Loop no quadro comparativo abaixo:

Open Loop	Closed Loop
<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo na medição de correntes elevadas (>100 A) 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior exactidão em condições de variação da temperatura ambiente
<ul style="list-style-type: none"> • Consumo baixo e constante, independente da corrente sob medição 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta como saída um sinal de corrente, ideal em ambientes ruidosos
<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho e peso menores na medição de correntes elevadas (>100 A) 	<ul style="list-style-type: none"> • Responde a sinais alternados de alta frequência (>150kHz)
<ul style="list-style-type: none"> • Não sofre danos em condições de sobrecorrente (>10 vezes do valor nominal) 	<ul style="list-style-type: none"> • O sinal de saída pode ser facilmente convertido

Efeito de Hall - Variações com temperatura

Hall realizou as suas experiências em temperatura ambiente com campos magnéticos de aproximadamente 1 tesla (T). No final dos anos 70, houve pesquisadores que usaram *temperaturas extremamente baixas*, cerca de $-272\text{ }^{\circ}\text{C}$ e *campos magnéticos muito potentes*, aprox. 30 T. Eles estudaram o efeito Hall num tipo de semiconductor usado na indústria electrónica para o fabrico de transístores de pouco ruído. O material contém electrões que, embora estejam retidos perto da superfície interna, separando duas partes distintas do material, são altamente móveis ao longo da superfície.



Nesta camada, a baixas temperaturas, os electrões podem ser usados para se moverem como se estivessem numa superfície plana, ou seja, apenas em duas dimensões. Esta limitação geométrica leva a efeitos inesperados; um deles é que o efeito Hall muda de carácter. Isto pode ser visto mais simplesmente quando se mede como a resistência de Hall varia com o comprimento do campo magnético aplicado.

Diversas aplicações de efeito de Hall

- Sensores de corrente eléctrica;
- Sensores de posição;
- Sensores de tensão;
- Aplicações de medição magnéticas;
- Detector de metais ferro magnéticos;
- Sensores de proximidade;
- Sensores de nível de líquidos;
- Sensores de temperaturas;
- Detector de posição de válvulas de pressão de ar;
- Potenciómetros;
- Amperímetros.

Exemplo de uma aplicação prática concreta.

- ❖ Sensor de rotação e posição dos Platinados (sensor HALL).

Princípio de funcionamento.

Este sensor, é de "vital" importância no funcionamento do sistema de Injecção Electrónica. Está localizado no interior do conjunto distribuidor. É utilizado na maioria dos veículos de injecção que ainda utilizam distribuidor de ignição (ignição dinâmica).

Durante a partida ou com o motor em funcionamento, envia sinais (pulsos electrónicos) para a Unidade de Comando Electrónico (UCE), que calcula a rotação do motor e identifica a posição dos platinados.



Sem este sinal, o sistema não entra em funcionamento. A sua configuração mais comum (aplicado para motores de 4 cilindros) é composta por:



Figura 7

O Sensor HALL é um chip semi-condutor alimentado por uma tensão de 12 Volts DC. O movimento de rotação do eixo distribuidor é transmitido ao disco giratório com 4 janelas. Quando a abertura do disco giratório está posicionada entre o sensor HALL e o ímã permanente, o sensor fica imerso no campo magnético do ímã. Nesta situação é emitido um sinal negativo, que gera no interior da Unidade de Comando uma tensão de 12 Volts.

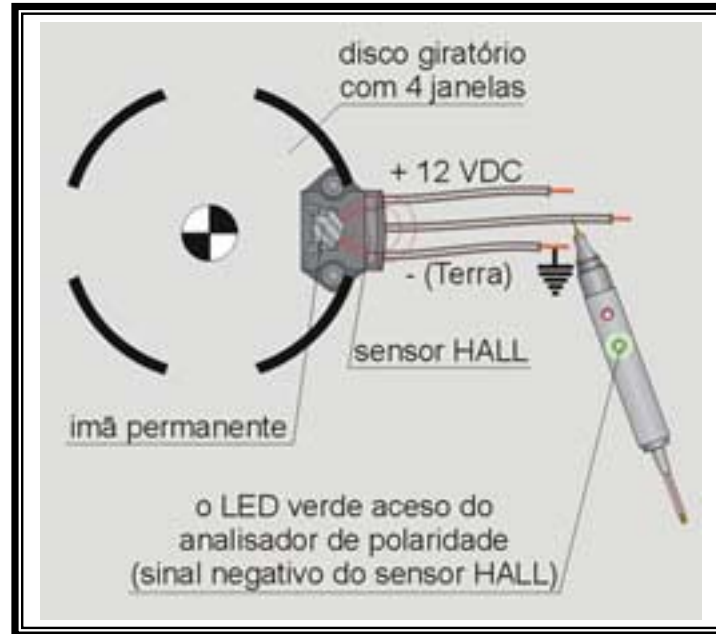


Figura 8

Quando o disco está posicionado entre o ímã e o sensor, não há contacto do sensor HALL com o campo magnético e a tensão gerada é de zero Volts.



Figura 9



Conclusão

Conclui-se que o efeito de hall é bastante útil para diversas medições que possam incluir variações de tensão, e alterações do campo magnético.

Embora os sensores de campo magnético baseados em Efeito Hall sejam relativamente populares, estes apresentam alguns problemas. Entre eles, podemos destacar o baixo nível do sinal de saída, a baixa estabilidade com a temperatura e a alta sensibilidade a cargas estáticas. Podem ser, no entanto, utilizados numa faixa de temperatura mais ampla, podendo ultrapassar os 120 °C .



Bibliografia

Livros

Física 3 – Resnick, Holliday

Web Pages

<http://www.sabereletronica.com.br/edicoes/edicoes.asp>

<http://www.deec.uc.pt/~fme/tpl3.pdf>

<http://www.symphony.com.br/sensores.htm>

<http://www-ssdp.dee.fct.unl.pt/leec/ss/20022003/documentos/teorica-parte4.pdf>