

A sonda de efeito Hall é o elemento mais utilizado para essa aplicação pois possibilita a medida de campos estáticos (CC) além de possuir alta linearidade. É baseado na força de Lorentz que aparece transversalmente em um condutor através do qual passa uma corrente elétrica, quando o mesmo está sob a ação de um campo magnético B . As cargas em movimento sofrem a ação dessa força e deslocam-se lateralmente, fazendo aparecer uma diferença de potencial V_H perpendicular ao fluxo de cargas. Os dispositivos práticos são feitos de material semicondutor (GaAs, InAs) e possuem 4 terminais, 2 para aplicação de uma corrente I_H , e dois para a leitura da tensão Hall, que pode dada por:

$$V_H = c_H \cdot I_H \cdot B \cdot \text{sen} \alpha$$

Vantagens:

- circuito não precisa ser interrompido;
- perturbação desprezível no campo.
- tanto medem DC como AC (frequência de operação pode chegar a dezenas de MHz)

Desvantagem:

- remanência do material magnético introduz um erro significativo na medida de pequenas correntes (normalmente usado para correntes superiores a 1A).

- **Ohmímetro:** instrumento usado para medir resistência elétrica num circuito ou elemento de circuito. É conectado em paralelo com os nós a serem medidos.

Os instrumentos digitais são baseados na medida da tensão desenvolvida no circuito a partir da aplicação de uma corrente constante e de valor conhecido. O valor indicado no mostrador já é corrigido para indicar a medida correta da resistência.

Características gerais:

- Utilizam-se correntes de baixo valor (μA - mA) de modo a minimizar a potência dissipada do circuito;
- o circuito a ser medido deve estar DESLIGADO, pois correntes externas introduzem um erro na medida e podem até danificar o instrumento.
- A tensão máxima medida (fundo de escala) é em geral da ordem de centenas de mV. Na maioria dos casos essa tensão não é suficiente para polarizar uma junção PN (diodo, transistor). Uma escala específica que possibilita a medida de tensões superiores deve ser usada nesse caso;

Medida de R em 4 pontos: na medição de baixos valores de resistência ($< 10\Omega$), a contribuição da resistência dos cabos e contatos entre o ohmímetro e o componente pode produzir um erro significativo. A utilização da técnica de medida em 4 pontos elimina esse erro e é empregada em medidas de precisão de baixos valores de R. Neste caso a corrente de teste é aplicada por 2 condutores independentes dos utilizados na medida de tensão.

Obs.: os contatos do voltímetro são feitos o mais próximo possível do corpo do componente para eliminar a resistência dos terminais.

Seletores de Escala em Medidores

Com o intuito de melhor aproveitar a faixa dinâmica (útil) de um medidor à ampla variação da grandeza medida, utilizam-se seletores de escala baseados em redes de resistores padrão. Neste caso a grandeza deve ser medida na escala que possibilite a maior resolução (maior número de algarismos significativos) sem que haja saturação do medidor (fundo de escala).

Ex: $U=15V \Rightarrow$ escala adequada: 20V, ao invés de 200V ou 2000V.

Quando não se tem idéia do valor a ser medido utiliza-se inicialmente uma maior escala e em seguida seleciona-se a mais adequada.

Seletores em Voltímetros (digitais): são baseados em um divisor de tensão resistivo em cuja entrada é aplicada a tensão a ser medida e na saída o voltímetro de alta impedância.

- Impedância de entrada $R_i = \Sigma R_j \Rightarrow$ constante;
- V_{FS} (S): tensão de fundo de escala;
- V_M : tensão máxima do voltímetro;
- n: número total de escalas;

- $$V_{FS} = \frac{\sum_1^n R_j}{\sum_1^S R_j} \cdot V_M$$

Seletores em Amperímetros: são baseados na seleção de resistores individuais para cada faixa de corrente.

- $R_i = R_j \Rightarrow$ variável;
- I_{FS} (S): corrente de fundo de escala;
- $$I_{FS} = \frac{V_M}{R_j}$$

Seletores em Ohmímetros: são baseados na seleção de níveis de corrente individuais para cada faixa de resistência.

- $I_i = I_j \Rightarrow$ variável;
- R_{FS} (S): resistência de fundo de escala;
- $$R_{FS} = \frac{V_M}{I_j}$$

Erros introduzidos por medidores

O procedimento de medida de grandezas ativas (tensão, corrente, potência, etc) implica quase sempre na utilização de uma pequena parcela da energia fornecida pela fonte de sinal sob teste. Isto introduz um erro (do tipo constante) na medida, que pode em geral ser analisado em função das impedâncias presentes no instrumento e no circuito a ser medido. Na grande maioria das situações, esse erro provoca uma leitura de valor inferior ao valor esperado sem o instrumento. Em medidas DC, o erro introduzido por um voltímetro é devido à sua resistência de entrada (parte real da impedância de entrada), que é associada em paralelo com o circuito a ser medido. No caso de um amperímetro esse erro é introduzido pela resistência interna que é associada em série com o circuito.

De modo geral, o erro percentual introduzido por um instrumento qualquer pode ser estimado por:

$$E\% = \frac{\text{valor medido} - \text{valor real}}{\text{valor real}} \times 100\%$$

Onde:

- valor medido: valor obtido com o instrumento conectado (inclui no circuito a impedância do instrumento)
- valor real: valor esperado sem o efeito da impedância do instrumento (calculado por análise de circuitos ou medido por instrumento cuja impedância seja desprezível)

Esse tipo de erro é sempre relativo, ou seja, não depende do valor absoluto da medida, desde que a impedância do instrumento seja linear em toda a faixa de medição.

Em medidas de sinais AC, devem ser levados em conta os elementos reativos das impedâncias e também eventuais desvios de fase introduzidos pelo instrumento.

Medida de sinais AC em multímetros

O instrumento de medida típico para sinais variantes no tempo é o osciloscópio. No entanto, quando estes sinais são periódicos (possuem amplitude e período estáveis no tempo), a medição dos valores de sua amplitude e frequência é suficiente na maioria dos casos. Como a maioria dos medidores é capaz de medir apenas sinais DC, é necessário converter o sinal AC em um nível DC proporcional. Esta função pode ser facilmente executada por um circuito retificador (com diodos) associado a um filtro passa-baixas para eliminar as oscilações (ripple) do sinal retificado.

Retificadores convencionais a diodo introduzem um erro significativo na medida de sinais de baixa amplitude, devido à queda de tensão necessária para polarizar diretamente a junção PN. De modo a minimizar esse erro são empregados circuitos retificadores de precisão que associam diodos e amplificadores operacionais.