


ENTENDENDO O MULTÍMETRO

No artigo passado iniciamos uma série de artigos sobre Instrumentação Eletrônica, e o tema de abertura foi o Multímetro; neste damos continuidade ao assunto apresentando outros aspectos acerca dos multímetros, no momento, abordaremos com detalhes acerca de conceitos metrológicos aplicados aos multímetros. Iniciaremos pelo multímetro analógico **Minipa ET-2022^a** – o multímetro preto da imagem abaixo.



Características Técnicas:

- Mostrador: Analógico.
- Suspensão do Galvanômetro: Tipo Mancal.
- Ambiente de Operação: 0°C a 40°C, RH < 80%.
- Ambiente de Armazenamento: -10°C a 60°C, RH < 75%.
- Alimentação: Uma bateria de 9V e 2 baterias 1.5V.
- Dimensões: 148(A) x 100(L) x 35(P)mm.
- Peso: Aprox. 280g.

Tensão DC

- Faixas: 0.1V, 0.5V, 2.5V, 10V, 50V, 250V, 1000V
- Precisão: $\pm 4\%$ fs
- Sensibilidade: 20 kOhms / V

Tensão AC

- Faixas: 10V, 50V, 250V, 1000V
- Precisão: $\pm 5\%$ fs
- Sensibilidade: 9 kOhms / V

Corrente DC

- Faixas: 50 μ A, 2.5mA, 25mA, 250mA (50 μ A na posição 0.1V DC)
- Precisão: $\pm 4\%$ fs
- Queda de Tensão: 750mV (faixa 50 μ A)

Resistência

- Faixas: x1, x10, x1k, x10k
- Precisão: $\pm 4\%$ arco de escala
- Leitura Mínima: 0.2, 2, 0.2k, 2 kOhms
- Leitura de Meio de Escala: 20, 200, 20k, 200 kOhms
- Leitura Máxima: 2k, 20k, 2M, 20 MOhms
- Tensão de Teste: Alta

Decibel (dB)

- Faixas: -10dB ~ 50dB (utilizado para todas as faixas de ACV)
- Precisão: $\pm 5\%$ fs
- Sensibilidade: 8 kOhms / V

Transistor (Iceo)

- Faixas: 0 ~ 150 μ A (x1k); 0 ~ 15mA (x10); 0 ~ 150mA (x1)

Transistor (hFE)


- Faixa: 0 ~ 1000 - Tipo: NPN/PNP - Utilização da Ponta de Prova PP-3007 (Opcional).

Acessórios

- Par de Pontas de Prova
- Manual de Instruções
- Bateria

Opcionais

- Ponta de Prova PP-3007 para Medida



Multímetro

Figura1: Propriedades do Multímetro.

Operando no Modo de voltímetro para tensão contínua (**Tensão DC**), encontramos os conceitos de **Faixas, Precisão e Sensibilidade**. O que viriam a representar estas expressões técnicas? Na metrologia nos deparamos com diversos conceitos que formam o perfil tecnológico dos instrumentos, o perfil destes dirá sua aplicação técnica, valor comercial, modo de operação, etc.

- **FAIXAS:**

As Faixas são opções de valores em ordem crescente ou decrescentes a serem medidos, neste, temos a primeira faixa de 0.1V para Tensão DC, ou seja, nesta opção só podem ser medidos valores de tensão de até 100mV, caso, desconfie de que a Tensão DC a ser medida seja superior á abrangência de valores desta faixa, escolha outra faixa que abranja valores superiores á da suspeita.

- **PRECISÃO:**

Em engenharia, ciência, indústria e estatística, **precisão** é o grau de variação de resultados de uma medição. Não é o mesmo que exatidão que se refere à conformidade com o valor real. A precisão tem como base o desvio-padrão de uma série de repetições da mesma análise. A sigla “**fs**”, quer dizer *fundo de escala*, que é a máxima deflexão do ponteiro, ou valor máximo que pode ser mostrado num mostrador digital, correspondendo ao maior valor que o equipamento de medição pode mostrar, por exemplo a maior intensidade de corrente que um Amperímetro pode registrar.

Com intensidades superiores à corrente de fundo de escala o ponteiro é forçado contra o extremo do mostrador, podendo danificar-se.

No modo de **Corrente DC**, temos uma aproximação de para mais e para menos 4 por cento de erro de fundo de escala ($\pm 4\%$ fs), ou seja, se o multímetro indicar 200mA, a corrente real poderá estar entre 196mA e 204mA

- **SENSIBILIDADE:**

É o quociente entre a variação da resposta (sinal de saída) do SM e a correspondente variação do estímulo (mensurando). Para sistemas lineares a sensibilidade é constante e para os não lineares é variável, dependendo do valor do estímulo é determinada pelo coeficiente angular da tangente à CRr (figura 2). Nos instrumentos com indicador de ponteiro às vezes se estabelece a sensibilidade como sendo a relação entre o deslocamento da extremidade do ponteiro (em mm) e o valor unitário do mensurando.

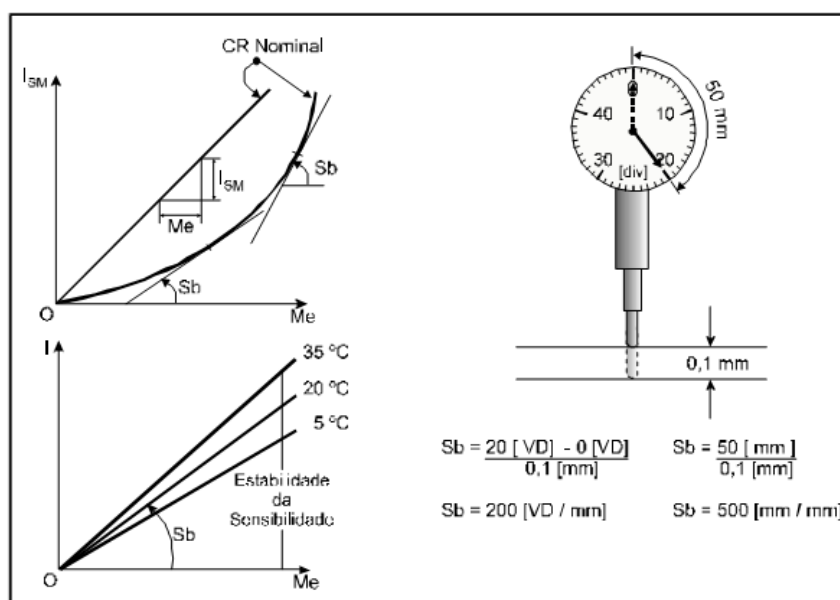


Figura 2: Sensibilidade.

Como a qualidade de medição do Voltímetro está relacionada à sua resistência interna estabeleceu-se o conceito de **sensibilidade**, que indica quantos Ohms o aparelho tem para medir 1 Volt:

$$\text{SENSIBILIDADE} = \frac{\text{RESISTÊNCIA INTERNA}}{\text{Volt}}$$

Esta classificação é dada em Ohms/Volt e para Voltímetros comerciais situa-se entre 1000 Ohms/Volt e 50 000 Ohms/Volt.

É claro que quanto maior a sensibilidade do Voltímetro melhor sua qualidade (tem mais resistência interna para medir a tensão, desviando menor corrente do circuito).

Não se pode fabricar um Voltímetro com resistência interna muito grande, pois, é preciso que uma pequena corrente seja desviada para alimentar a bobina móvel. Semelhantes aos Amperímetros definiram fundo de escala do Voltímetro como a tensão que faz circular na bobina móvel a máxima corrente suportável, correspondendo à máxima deflexão do ponteiro no mostrador.

Aqui também é preciso usar um artifício para aumentar o fundo de escala, permitindo medir tensões com várias ordens de grandeza. O artifício consistirá na colocação de um resistor em série com a

resistência da bobina móvel, de maneira que a resistência total seja maior, fazendo com que uma nova tensão de fundo de escala muito maior provoque a mesma corrente máxima suportável.

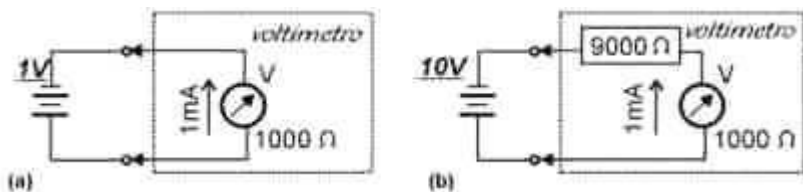


Figura 3: Aumento do fundo de escala do Voltímetro (a) 1 V (b) 10 V

A figura 3 exemplifica a técnica de aumento do fundo de escala do Voltímetro. Em (a) temos o fundo de escala inicial de 1 Volt - portanto a máxima tensão que pode ser medida nesta escala. Com resistência interna de 1000 W a corrente máxima suportável (pela Lei de Ohm) é:

$$i = 1 \text{ V} / 1000 \text{ W} = 0,001 \text{ Ampère} = 1 \text{ miliAmpère}$$

Acrescentando um resistor de 9000 W em série com a bobina móvel (figura 3b) a resistência interna do Voltímetro passa a 10 000 W e com a mesma corrente máxima suportável de 0,001 Ampère é possível ler uma tensão fundo de escala (ainda pela Lei de Ohm):

$$V = 10\ 000 \times 0,001 = 10 \text{ Volts}$$

Assim, pela inserção de um resistor em série com a bobina móvel conseguimos aumentar o fundo de escala de 1 Volt para 10 Volts. Note que a sensibilidade do Voltímetro não se altera com a mudança de escala, pois muda tanto a resistência quanto a tensão fundo de escala. No nosso exemplo temos:

$$\text{SENSIBILIDADE} = 1000/1 = 1000 \text{ W /Volt}$$

$$\text{SENSIBILIDADE} = 10000/10 = 1000 \text{ W /Volt}$$

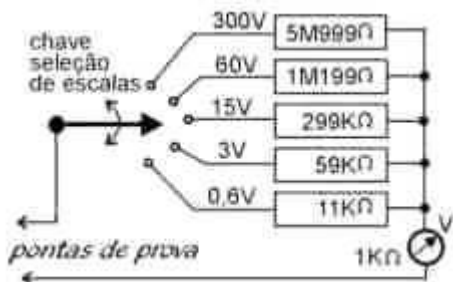


Figura 4: Circuito de seleção de escala no Voltímetro

A figura 4 apresenta um circuito de seleção de escalas para Voltímetro com 1000 Ohms de resistência interna.

O Amperímetro (comum) não mede corrente alternada pois precisaria usar um diodo retificador que tem resistência alta e provocaria muita interferência no circuito (Amperímetros devem ter resistência interna mínima). Este problema não surge com os Voltímetros, pois eles já têm resistência interna grande, à qual se acrescenta a resistência do diodo.

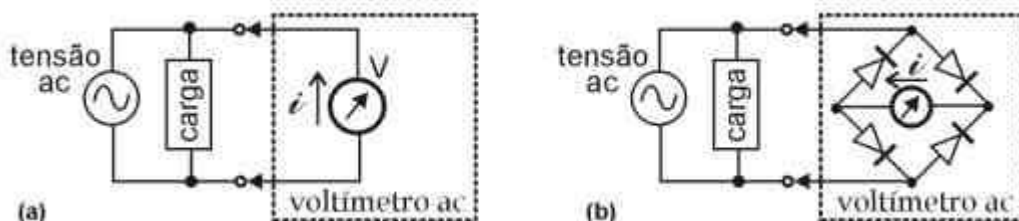


Figura 5: Voltímetro com retificador para dc (a) meia onda (b) onda completa

O diodo é colocado antes da bobina móvel, de maneira que a corrente dentro do Voltímetro circula somente num sentido (figura 5a), fazendo o ponteiro girar também só num sentido. O diodo bloqueia a fase negativa da corrente, impedindo que ela circule em sentido oposto dentro do Voltímetro e force o ponteiro a girar no sentido negativo - neste caso o ponteiro permaneceria parado, sem nada registrar, porque não conseguiria acompanhar a alternância. Após esta retificação da corrente a tensão alternada é medida semelhante ao que é feito para tensão contínua. Veja que a retificação é apenas da corrente circulando dentro do Voltímetro, no circuito fora dele tensão e corrente permanecem alternadas.



Figura 6: Formas de onda

(a) ac (b) retificação meia onda (c) retificação onda completa

Usando um só diodo, como na figura 5a, apenas a fase positiva da tensão será aproveitada pelo Voltímetro, denominando-se então retificação de meia-onda (figura 6b). Um sistema ponte de 4 diodos (figura 5b) é capaz de retificar as duas fases da tensão, deixando ambas como positivas, o que é conhecido por retificação de onda completa (figura 6c).

AUTOR: Eliab da Silva Rodrigues
CONTATO: eliab.rodrigues@hotmail.com / eliab@tecinmed.com

FONTES:

- METROLOGIA – PARTE1, 2004. Professor Armando Albertazzi Gonçalves Jr. Laboratório de Metrologia e Automação, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Precis%C3%A3o>
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Fundo_de_escala
- <http://www.letro.net.com.br/psist/ppesq/ppesqlivcap/ppesqin/ppesqind2/ppesqin2d4.htm>