

Uma das primeiras habilidades a serem adquiridas por estudantes de eletrotécnica e eletrônica envolve a medição de correntes, tensões e resistências. Isso requer o conhecimento dos métodos corretos de conectar cada um dos instrumentos elétricos básicos, selecionar a escala mais conveniente bem como avaliar a precisão das leituras efetuadas. Lembre-se sempre que:

- ✓ **AMPERÍMETROS** são sempre conectados em **série** com o circuito no qual a corrente elétrica está sendo medida.
- ✓ **VOLTÍMETROS** são sempre conectados em **paralelo** com os pontos nos quais a tensão está sendo medida.
- ✓ **OHMÍMETROS** nunca devem ser conectados a um circuito, principalmente se a fonte de alimentação estiver ligada.
- ✓ **MULTÍMETROS** são instrumentos de múltipla medição, combinando as funções de medição de tensões e correntes, CC e CA, além de resistências. Como eles só medem uma grandeza de cada vez, um comutador seleciona a grandeza desejada e a escala de medição adequada.

Os princípios de funcionamento e de seleção de escalas variam de acordo com o tipo de instrumento e seu projeto. Por esta razão, é essencial estudar as instruções de manejo do instrumento antes de utilizá-lo. O uso destes instrumentos sempre requer procedimentos lógicos e precauções. Ainda que de construção robusta e capazes de funcionar satisfatoriamente durante muitos anos, estes instrumentos podem ser danificados com facilidade quando não utilizados com o devido cuidado. Seguindo as regras simples apresentadas a seguir, o instrumento de múltipla função funcionará com segurança e sem avarias. Antes de inserir o instrumento no circuito, certifique-se de que:

- (1) A(s) chave(s) seletora(s) do instrumento está(ão) na posição correta para a medição em questão. Se a grandeza que se quer medir é a tensão, o instrumento deve estar comutado para a leitura de tensões. Se a intenção for medir corrente, o comutador deve estar na posição própria para a leitura de corrente, etc.
- (2) Quando se mede uma tensão ou corrente desconhecida, o(s) comutador(es) do instrumento deve(m) ser colocado(s) inicialmente na(s) posição(ões) correspondente(s) **ao maior fundo de escala de tensão ou corrente**. Assim, reduz-se a probabilidade de sobrecarga ou de dano do instrumento.
- (3) Os condutores do instrumento (pontas de prova) devem ser introduzidos nos respectivos conectores (bornes) de ensaio.
- (4) Quando se mede tensão ou corrente contínua, deve-se selecionar esta opção (DC ou CC) e observar as polaridades corretas:

(+) Vermelho e (-) Preto

- (5) Antes de medir a resistência de um circuito, é preciso desligar a alimentação do mesmo (fonte de alimentação, conexão à rede), e isolar o componente que se deseja medir.
- (6) Quando se mede corrente em um circuito, este deve ser interrompido (ou aberto) para que se possa conectar o instrumento em série.
- (7) A tensão ou corrente a ser medida nunca devem exceder o fundo de escala do instrumento.

**Choque elétrico:** veja [aqui](#) algumas informações importantes.

**Precaução:** Informar sempre ao professor qualquer lesão pessoal sofrida, dano de equipamentos ou outros possíveis riscos.

**Recomendação:** Esteja certo de que você está apto a iniciar com segurança suas atividades de laboratório, consultando os manuais de osciloscópio, multímetros e outros instrumentos básicos. É desejável que você leia o Capítulo II da referência [3], e também consulte as referências [1] e [4] sobre o uso adequado de instrumentos.

### Osciloscópio:

Você poderá consultar [aqui](#) o Guia do Usuário do osciloscópio que será usado na disciplina. Alguns aspectos básicos do osciloscópio podem ser vistos [aqui](#).

### Erro percentual:

Em todos os módulos, para fins de comparação de resultados, os estudantes deverão fazer uso do conceito de erro percentual ou relativo descrito a seguir.

“Erro Percentual é a diferença ponderada entre um Valor de Interesse ( $VI$ ) e um Valor de Referência ( $VR$ ), expressa em porcentagem”.

Valores de Interesse podem ser resultados de medições (medidas) ou cálculos. Valor de Referência deve ser o valor verdadeiro do mensurando.

Como muitas vezes é difícil determinar o “valor verdadeiro”, utiliza-se como  $VR$  o valor nominal (quando se quer determinar o erro relativo de um valor calculado) ou um valor teórico calculado (quando se quer determinar o erro relativo de uma medida).

$$E(\%) = \frac{|VI - VR|}{VR} \cdot 100\%$$

em que:  $VI$  – valor de interesse da medição  
 $VR$  – valor de referência

### Exemplo 1

Um resistor com valor nominal  $1\text{ k}\Omega \pm 5\%$  é conectado a uma fonte c.c. cuja tensão é de 100 V. Se um amperímetro na fonte registra 97,6 mA, a resistência desse resistor pode ser calculada por:

$$R = \frac{100}{0,0976} = 1024,6\ \Omega \quad (\text{valor calculado})$$

Considerando como VR o valor nominal  $1000\ \Omega$ , o erro relativo é de:

$$E(\%) = \frac{|R_{\text{calc}} - R_{\text{nominal}}|}{R_{\text{nominal}}} \cdot 100\% = \frac{|1024,6 - 1000|}{1000} \cdot 100\% = 2,46\%$$

Portanto, o valor calculado apresenta um erro de 2,46% em relação ao valor nominal, e está dentro da tolerância (5%).

### Exemplo 2

Suponha que o resistor do exemplo 1 (valor nominal  $1\text{ k}\Omega$ ) seja medido por um ohmímetro de precisão, que apresenta  $1025\ \Omega$  como medida.

Considerando como VR a leitura do ohmímetro (instrumento confiável), pode-se avaliar o erro percentual do valor nominal informado pelo fabricante, que nesse caso é de:

$$E(\%) = \frac{|R_{\text{nominal}} - R_{\text{medido}}|}{R_{\text{medido}}} \cdot 100\% = \frac{|1000 - 1025|}{1025} \cdot 100\% = 2,44\%$$

Portanto, o valor nominal marcado pelo fabricante apresenta um erro de 2,46% em relação ao valor real (medido), e está dentro da tolerância (5%).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Boylestad, R.; Nashelsky, L. **“Electronics: A Survey”**. 3ª ed., Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989.
- [2] Salazar, L.A. **“Ingeniería Eléctrica Experimental”**. Barcelona: Marcombo, 1973.
- [3] Bell, D.A. **“Fundamentals of Electric Circuits”**. 4ª ed., Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1988.
- [4] Zbar, P.B. **“Instrumentos e Medidas em Eletrônica”**. McGraw Hill, 1978.
- [5] Barreto G.; Castro, C.A.; Murari, C.A.F.; Sato, F.. **“Circuitos de Corrente Alternada: Fundamentos e Prática”**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

- [6] Johnson, D.E., Hilburn, J.L., Johnson, J.R. "**Fundamentos de Análise de Circuitos Elétricos**", PHB.