

Danos em multímetros analógicos utilizados em aulas de laboratório de Física e sua proteção

(Damages in Analogic Multimeters Used in Physics Laboratory Class and its Protection)

W. Sano, A. F. Souza e C. H. Furukawa

Instituto de Física, Universidade de São Paulo
Caixa Postal 66318, 05389-970, São Paulo, Brasil

Trabalho recebido em 15 de abril de 1994

Resumo

Danos em multímetros analógicos, utilizados nas experiências sobre eletricidade, por alunos de engenharia são discutidos. Para evitar o alto custo de manutenção, dispositivos de proteção baseados em fusível e circuitos auxiliares de baixo custo foram instalados com sucesso sem alterar as qualidades originais do aparelho.

Abstract

Damages in analogic multimeters, used in experiments about electricity, by engineering students are discussed. To avoid the high cost of maintenance, devices for damage protection based in fuse and low cost electronic circuits were installed with success without altering the original quality of the instrument.

1. Introdução

Multímetros são instrumentos básicos de medida de tensão, corrente e resistência. Os do tipo analógico (de ponteiro), apesar da crescente popularidade dos multímetros digitais, apresentam qualidades próprias que justificam o seu uso. Por exemplo, no aparelho que vamos considerar, a resistência interna do voltímetro na escala de 300V é de 30 M Ω (sendo proporcionalmente maior para fundos de escala superiores), bem maior que os 10 M Ω (constantes para todas as escalas) dos multímetros digitais de 3,5 dígitos de boa qualidade. Além disso, ao efetuar uma medida, pela posição do ponteiro é mais fácil avaliar que fração do valor de fundo de escala resulta a grandeza medida. A possibilidade de acompanhar o deslocamento do ponteiro no instante da medida permite, também, uma avaliação mais rápida da medida.

No curso de Laboratório de Física 3 para a Es-

cola Politécnica da USP, os multímetros são objetos de estudo da primeira aula, porque durante todo o semestre que dura o curso, sua utilização é muito necessária para abordar diversos temas de eletricidade. O número de alunos é cerca de 700 e são divididos em turmas de 20 a 30 alunos. São utilizados um total de 40 multímetros analógicos da marca ICCEL, modelo SK100. Pela sua sensibilidade e robustez mecânica este tipo de multímetro tem suportado uso constante há 8 anos. Entretanto, ao contrário dos multímetros digitais, devido a falta de uma melhor proteção no circuito elétrico, a taxa de danos é extremamente alta, chegando a 90% em algumas classes. A única proteção que vem de fábrica é a do galvanômetro com dois diodos opostos ligados em paralelo.

II. Danos mais comuns

Durante a aula os alunos realizam medidas básicas de tensão, corrente e resistência. Erros mais frequen-

tes cometidos pelos alunos são: 1) medir tensão, por descuido, na escala de corrente ou resistência, resultando na danificação de resistores e até mesmo na carbonização parcial do circuito impresso do multímetro quando a tensão em questão é a da tomada; 2) mudança da chave seletora de funções com o multímetro ligado em circuito ativo (com corrente elétrica) passando indevidamente por escalas de corrente ou resistência, geralmente resultando na danificação de resistores de precisão do aparelho. Ocasionalmente, verificaram-se danos nos diodos de retificação de corrente alternada e até mesmo nos próprios diodos de proteção do galvanômetro.

III. Descrição dos circuitos de proteção

Inicialmente adotamos como proteção do multímetro um fusível colocado em série ao terminal + de entrada, mas, não foi eficiente para proteção de algumas escalas mais sensíveis do miliamperímetro e Ohmímetro. Introduzimos proteções em quatro lugares que estão indicados no esquema elétrico do multímetro (Figura 1), descritos a seguir.

a) FUSÍVEL - para proteção contra sobrecargas nas funções de voltímetro, miliamperímetro e Ohmímetro com leituras feitas pelos terminais de entrada + e - que são as mais utilizadas (vide indicação a) na Fig. 1). O valor do fusível escolhido foi de 1 A, do tipo tubular encapsulado em vidro (diâmetro de 5 mm e comprimento de 20 mm), facilmente encontrado à venda. Sua resistência é suficientemente baixa ($\approx 0,05\Omega$) para não alterar as características de funcionamento do aparelho. Ele é colocado num porta-fusível instalado com sua tampa do lado externo da caixa do multímetro para facilitar a sua troca.

b) DIODOS DE PROTEÇÃO DAS ESCALAS DE 12 μ A E 0,3 mA - são dois diodos (tipo 1N5406, que podem suportar tensão máxima de 600V e corrente máxima de 3A) em paralelo e ligados em oposição, instalados conforme indicação b) da Fig. 1. Advindo uma sobrecarga de corrente contínua, dependendo da sua polaridade, um dos diodos conduz e rompe o fusível e, conseqüentemente, desconecta o aparelho para a sua proteção. Se a sobrecarga for de corrente alternada

qualquer um dos diodos pode conduzir e o efeito protetor é obtido da mesma forma. Protege basicamente os resistores "shunts" de precisão de 149k Ω e 985 Ω das escalas acima. Os demais "shunts" das outras escalas de corrente (6, 60 e 600 mA) são protegidos diretamente pelo fusível.

c) CIRCUITO DE PROTEÇÃO DO OHMÍMETRO - para evitar danos nos resistores de precisão do circuito das escalas x1, x10 e x100. Para tensões de sobrecarga inversa à da polaridade dos terminais da ponta de prova o diodo 1N5406 (vide indicação c) na Fig. 1) conduz e determina a ruptura do fusível. Se a tensão for direta o SCR (Silicon Controlled Rectifier) TIC126D (que suporta tensão máxima de 400V e corrente de até 12 A) conduz a partir de cerca de 7 V, determinado pelo diodo Zener 1N4736 (tensão de Zener de 6,8V e potência de 1W) que em conseqüência rompe, também, o fusível. Este circuito foi assim concebido porque as escalas de Ohmímetro operam com uma tensão de bateria de 3V o que implica na necessidade de uma proteção que seja ativada acima deste valor para não interferir no seu funcionamento. Para sobrecargas em corrente alternada tanto o diodo quanto o SCR atuam na proteção. A escala x10k do Ohmímetro é protegida diretamente pelo fusível.

d) SUBSTITUIÇÃO DOS DIODOS RETIFICADORES - os dois diodos retificadores originais, para medidas de corrente alternada, por serem de baixa potência (do tipo 1N4148) foram substituídos por diodos 1N5406 de maior potência. Isto porque alguns multímetros apresentavam duplo contato na chave seletora de escala que provocava um curto-circuito e destruição destes diodos (vide indicação d) na Fig. 1). Esta substituição seria necessária apenas nos aparelhos que acusassem tal defeito, mas, na dúvida de que o mesmo pudesse surgir ao longo do tempo, em função do desgaste normal da chave, a substituição foi efetuada em todos os multímetros.

Mais informações sobre os dispositivos semicondutores utilizados podem ser encontrados, por exemplo, na referência [1] e as demais características técnicas na [2,3].

IV. Conclusões

A colocação dos dispositivos acima descritos, realizada pelos próprios técnicos do Laboratório Didático,

