

Figura 6

Mas, e se a corrente que quisermos medir tiver uma intensidade maior do que a do fundo de escala do instrumento? Suponhamos que queiramos medir a corrente de uma lâmpada em torno de 50 mA usando um instrumento de 1 mA. Como proceder?

Neste ponto começa a amadurecer a idéia de um multi-instrumento, ou seja, um instrumento capaz de medir mais correntes do que a alcançada pelo uso do instrumento sozinho.

Para medir intensidades de correntes maiores do que a alcançada pelo simples instrumento, o que fazemos é desviar o excesso de corrente (de modo conhecido) por um elemento externo denominado "shunt".

Conforme mostra a figura 8, o shunt consiste numa resistência de valor conhecido que desvia uma proporção conhecida da corrente do circuito para que o fundo de escala do instrumento seja ampliado.

Se ligarmos um shunt que desvie 90% de uma corrente de modo que só 10% da corrente passe pelo instrumento, para cada 10 mA de corrente total, 1 mA passa pelo instrumento e 9 mA pelo shunt. Assim, quando o instrumento indicar 1 a corrente será 10, quando indicar 2 a corrente será 20, e assim por diante.

Podemos ampliar em 10 vezes a escala de um instrumento com o uso de tal recurso. Com um shunt que desvie 99% da corrente podemos ampliar

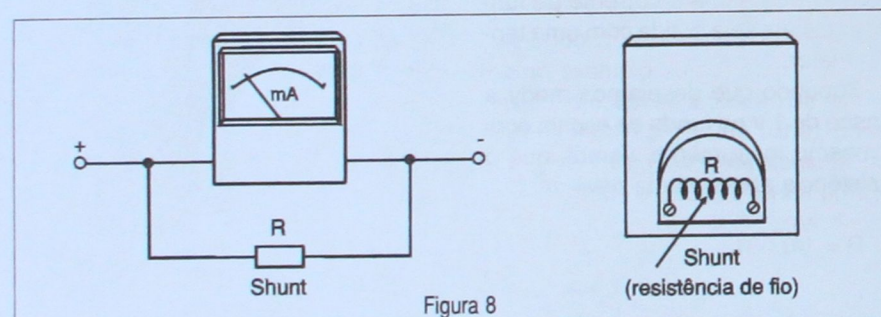


Figura 8

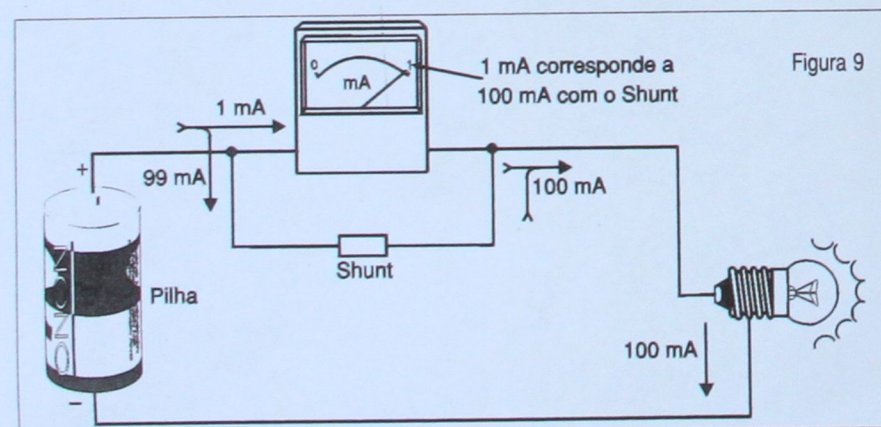


Figura 9

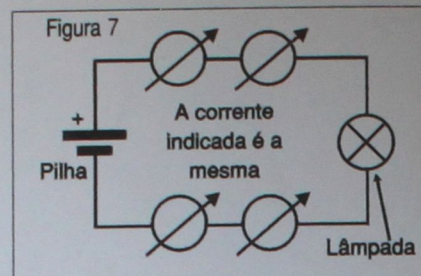


Figura 7

ar em 100 vezes a escala, ou seja, podemos usar um instrumento que alcance apenas 1 mA para medir correntes de até 100 mA.

A figura 9 ilustra como podemos medir os 100 mA da lâmpada usando um miliamperímetro de apenas 1 mA de fundo de escala, com a ajuda de um shunt. O cálculo do valor do shunt não é difícil. Ele será abordado mais adiante.

**Shunt** - Resistência de pequeno valor que é ligada em paralelo com um instrumento para ampliar sua escala de corrente - o mesmo que resistência de derivação.

Se quisermos ter um instrumento capaz de medir correntes em diversas faixas, podemos utilizar diversos shunts de valores apropriados, que serão colocados em ação no momento oportuno.

Na figura 10 temos duas maneiras de fazer isso com facilidade, obtendo com isso um "multi-amperímetro".

No primeiro caso (a) os shunts são comutados por meio de uma chave. A cada posição da chave multiplicamos por 10 o alcance do instrumento.

Se tivermos um microamperímetro de 0-100  $\mu$ A, por exemplo, podemos ter as novas escalas de:

0 - 1 mA  
0 - 10 mA  
0 - 100 mA

No segundo caso (b), a escolha de escala é feita pela posição em que são ligados os elementos de prova. Veja que esta configuração é mais complexa devido ao fato de que os percursos que a corrente faz nos diversos casos incluem todos os elementos do circuito.

Pois bem, já sabemos como medir correntes em várias escalas, mas o verdadeiro multímetro faz muito mais, pois mede outras grandezas, como a

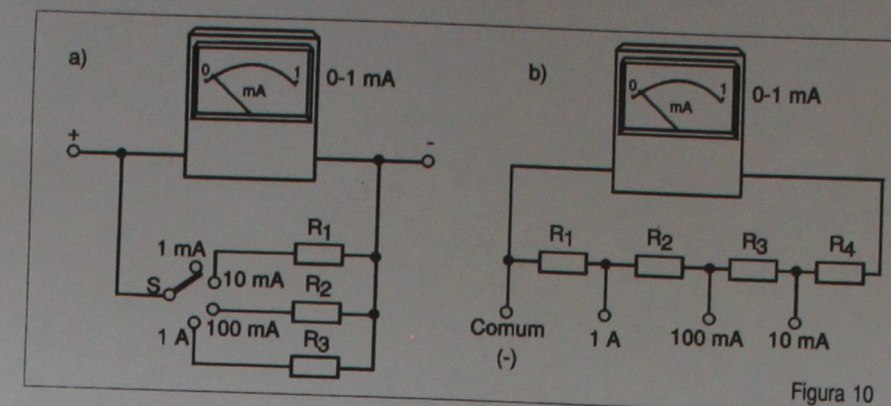


Figura 10

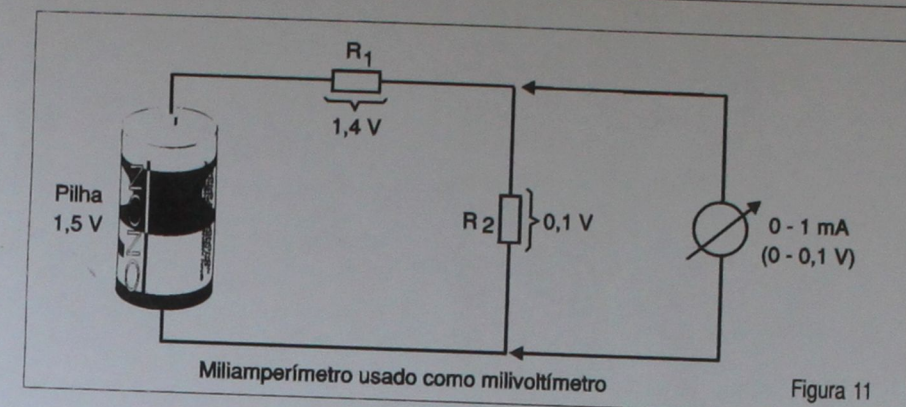


Figura 11

tensão elétrica e também a resistência. Para medir a tensão podemos partir diretamente do nosso instrumento básico, sem qualquer componente adicional.

De fato, se considerarmos a corrente de fundo de escala (I) e a resistência da bobina (R) vemos que existe um valor de tensão que, aplicado ao conjunto, causa a deflexão total da agulha.

Este valor é dado pela Lei de Ohm.

$$V = R \times I$$

Se tivermos um instrumento de 0 - 1 mA, por exemplo, de resistência interna 100 ohms, vemos que a tensão que movimenta a agulha até o final da escala será:

$$V = 0,001 \times 100$$

$$V = 0,1 \text{ volt}$$

Este instrumento pode ser usado também como um voltímetro de 0 - 0,1 V (100 mV) com a única diferença de que, para a medida da tensão, ele deve ser ligado em paralelo com o circuito, como mostra a figura 11, e não em série, como no caso da medida de correntes.

Para medir tensões, ligamos entre os pólos do circuito o instrumento de

modo que ele fique submetido à tensão que deve ser medida.

Neste ponto, podemos também pensar em ampliações de escala, pois podemos desejar medir tensões maiores que 0,1 V. Conforme percebemos, a solução do problema também consiste em mudar a resistência do circuito de modo que a corrente de fundo de escala seja obtida com uma tensão maior.

Supondo que desejamos medir a tensão de 1 V no fundo de escala com o mesmo instrumento, vemos que a resistência apresentada deve ser:

$$R = 1/0,001$$

$$R = 1000 \text{ ohms}$$

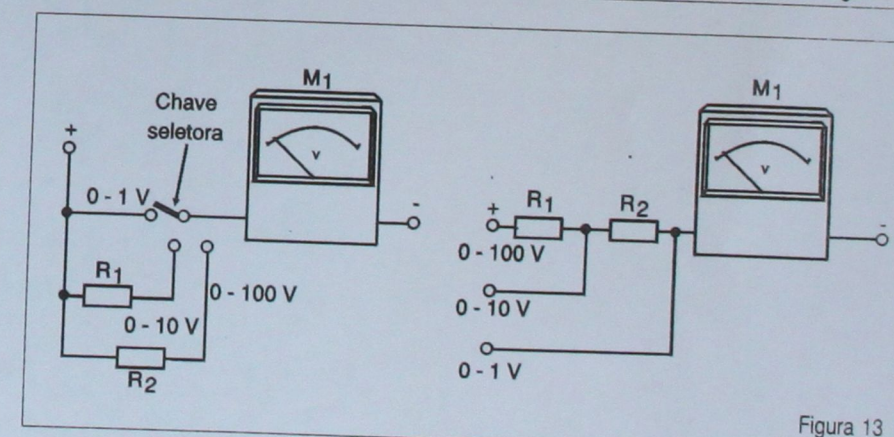


Figura 13

Como a bobina do instrumento já tem 100 ohms, tudo o que fazemos é ligar em série um resistor de 900 ohms, veja a figura 12.

Fazemos então com que 90% da tensão fique sobre o resistor e 10% sobre o instrumento, multiplicando assim por 10 seu fundo de escala.

O resistor que é ligado em série com o instrumento para multiplicar seu alcance é denominado "multiplicador".

O instrumento que obtemos desta forma para a medida de tensão será denominado "voltímetro", pois as tensões são medidas numa unidade denominada "volt" (V).

**Resistência multiplicadora** - Resistência ligada em série com o instrumento indicador num voltímetro.

Se o resistor representar 99% do valor da resistência total e o instrumento 1%, a escala será multiplicada por 100.

Se o instrumento for o que tomamos como exemplo, poderemos usá-lo para medir tensões de até 10 V.

Do mesmo modo que fizemos no caso do amperímetro, também poderemos ter um multi-voltímetro, se pudermos ligar a qualquer momento em série com o instrumento, resistências multiplicadoras de valores apropriados. Na figura 13, temos as duas maneiras normais de fazer isso.

No primeiro caso usamos uma chave seletora e no segundo caso a

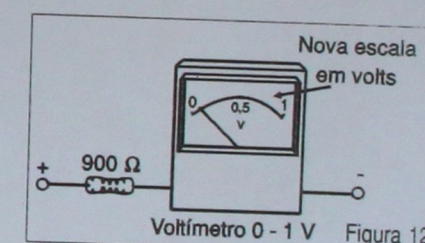


Figura 12