

# Ampliando o fundo de escala de um amperímetro

Aldoberto Lopes

Como aconteceu com o voltímetro, na parte 1 do nosso assunto, muitas vezes o técnico ou hobbista necessita medir e/ou conferir valores de corrente elétrica que ultrapassem o maior fundo de escala disponível em seu amperímetro.

Novamente, lá se vão suas economias na compra de um aparelho de maior capacidade, pelo qual se paga caro, sem necessidade, quando conhecido o método para ampliação de fundos de escalas de amperímetros, que passamos a descrever.

Primeiramente, vamos estudar a representação simplificada de um amperímetro (FIGURA 1).

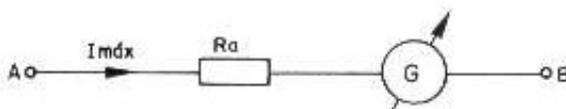


FIGURA 1

Como podemos notar nessa figura, o amperímetro também é constituído por um galvanômetro, que permite uma corrente máxima ( $I_{máx}$ ), responsável pelo deslocamento máximo possível da agulha, ou seja, pelo fundo de escala original em corrente.

Note o leitor que essa representação é a mesma que tínhamos para o voltímetro e que, na realidade, não deixa de ser, ao mesmo tempo, um voltímetro e um amperímetro, isto é, um galvanômetro com seus fundos de escala originais de tensão e corrente.

Um amperímetro, propriamente dito, possui ainda um outro resistor associado ao

circuito da FIGURA 1, conforme nos mostra a FIGURA 2, onde:

$I$  - corrente de fundo de escala do amperímetro

$I_a$  - corrente de fundo de escala do galvanômetro (idem a  $I_{máx}$ )

$I_s$  - corrente de desvio ou shunt

$R_a$  - resistência interna do galvanômetro (idem a  $R_{in}$ )

$R_s$  - resistência de desvio ou shunt

Do circuito da FIGURA 2 podemos tirar duas equações:

$$V = I_a \cdot R_a \quad (1)$$

$$V = I_s \cdot R_s \quad (2)$$

De onde concluímos que:

$$I_a \cdot R_a = I_s \cdot R_s$$

$$R_s = \frac{I_a \cdot R_a}{I_s} \quad (3)$$

Ainda dessa figura temos:

$$I = I_a + I_s$$

$$I_s = I - I_a \quad (4)$$

Substituindo a equação (4) na equação (3) temos:

$$R_s = \frac{I_a \cdot R_a}{I - I_a}$$

Dividindo denominador e numerador por  $I_a$  temos:

$$R_s = \frac{R_a}{\frac{I - I_a}{I_a}}$$

Separando equação do denominador em duas:

$$R_s = \frac{R_a}{\frac{I}{I_a} - \frac{I_a}{I_a}}$$

Onde:  $\frac{I}{I_a} = m$  - número de vezes que se deseja ampliar o fundo de escala

$$R_s = \frac{R_a}{m-1}$$

Um amperímetro com vários fundos de escala nada mais é do que um galvanômetro com vários resistores shunts, que são conectados em paralelo ao galvanômetro pela chave seletora.

Com a teoria que acabamos de passar, o leitor está apto ao projeto de um amperímetro quando conhecidas as características de um galvanômetro.

Mas, o que realmente nos interessa, é como proceder para ampliar o fundo de escala de um amperímetro qualquer, já projetado.

Para isso, trocamos na FIGURA 2 o galvanômetro com sua  $R_a$  pelo amperímetro com sua  $R_a$  (FIGURA 3).

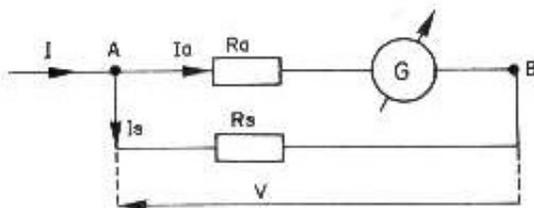


FIGURA 2

Para a ampliação do fundo de escala desse amperímetro, o que fazemos é acrescentar o resistor shunt  $R_s$  visto nessa figura em paralelo, o qual passamos a calcular.

Vamos supor que esse amperímetro esteja posicionado em fundo de escala de 1 mA, e que o queremos ampliar para 10 mA.

Temos então:

$I_a$  - 1 mA (fundo de escala do amperímetro)

$I$  - 10 mA (fundo de escala ampliado)

$$m = \frac{I}{I_a} = \frac{10}{1} = 10$$

(número de vezes que o fundo de escala será ampliado)

Sabemos que a fórmula para o cálculo do resistor shunt é  $R_s = R_a/(m - 1)$ , mas desconhecemos a resistência interna desse amperímetro ( $R_a$ ).

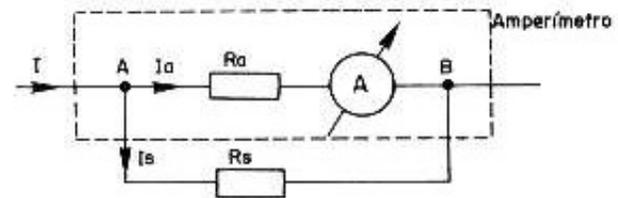


FIGURA 3

Para determiná-la, recorreremos a uma forma prática.

Montamos o circuito da FIGURA 4, com o amperímetro em fundo de escala, no qual desejamos conhecer  $R_a$ , fonte no mínimo e deflexão do ponteiro toda à esquerda.

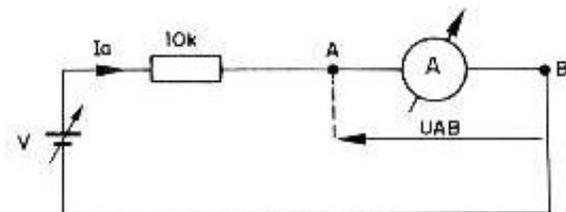


FIGURA 4

Variamos a fonte bem devagar, até que o amperímetro registre sua corrente de fundo de escala (no nosso caso 1 mA).

Com um voltímetro em fundo de escala apropriado, medimos a tensão sobre o amperímetro, pontos A e B.

Pela Lei de Ohm, calculamos  $R_a$ :

$$R_a = \frac{U_{AB}}{I_a}$$

Onde:  $U_{AB}$  - tensão sobre o amperímetro

$I_a$  - corrente de fundo de escala

Supondo, por exemplo, que tenhamos lido para  $U_{AB}$  o valor de 0,2 V, teremos o valor de  $R_a$  dado por:

$$R_a = \frac{0,2 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 200 \text{ Ohms}$$

O que nos dá um  $R_s$ , para uma ampliação do fundo de escala de 10 vezes, calculado:

$$R_s = \frac{200}{10 - 1} = 22,2 \text{ Ohms}$$

Lembramos que, embora com  $R_s$  de 22,2 Ohms possamos aplicar ao conjunto 10 mA, o valor máximo lido na escala do amperímetro continua sendo de 1 mA.

Assim, ao aplicarmos 10 mA no amperímetro de fundo da escala ampliado, o mesmo registrará apenas 1 mA, passando os 9 mA restantes pelo  $R_s$ .

Devemos então, multiplicar esse valor por um fator de correção, de modo a chegarmos à corrente realmente aplicada.

Esse fator é justamente o número de vezes que o fundo de escala foi ampliado, ou seja, o valor de "m".

É importante notarmos também que, quando mudamos a chave coletora do voltímetro para outro fundo de escala, a ampliação já não será a mesma calculada para a posição anterior, por ter sido alterada, com a mudança do fundo de escala, a  $R_a$  do aparelho.

Assim, o novo fator de correção (m), mantido o  $R_s$  externo, será dado por:

$$R_s = \frac{R_a}{m-1} \Rightarrow R_s(m-1) = R_a$$

$$m-1 = \frac{R_a}{R_s} \Rightarrow m = \frac{R_a}{R_s} + 1$$

Lembrando que  $R_a$  agora é a nova resistência interna do aparelho ( $s/R_s$  externo), levantada através do método prático descrito, sendo que o novo fundo de escala será:

$$I = m \cdot I_a$$

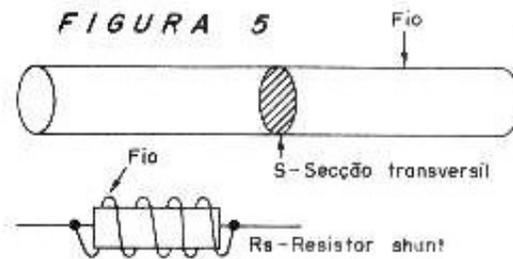
Sendo  $I_a$  o novo fundo de escala da chave seletora e m o novo fator de multiplicação e correção de leitura.

No cálculo do resistor shunt, é muito comum a obtenção de valores muito pequenos, da ordem de décimos de Ohms, o que torna difícil a sua obtenção.

Os shunts dessa grandeza, normalmente, são elaborados com base na 2ª Lei de

Ohm, fazendo-se uso de fios condutores de materiais resistivos.

É tomado um certo comprimento de fio, com uma conhecida área de secção transversal que, de acordo com a segunda Lei de Ohm, apresenta a resistência shunt desejada (FIGURA 5).



Esse fio, tomado no comprimento adequado, é enrolado em um resistor de alto valor comparado à resistência do fio, que serve como base e dissipador de calor.

A segunda Lei de Ohm resume-se na fórmula:

$$R = \frac{l \cdot \rho}{S}$$

Onde: R - resistência elétrica ( $\Omega$ )  
 l - comprimento do fio (m)  
 $\rho$  - resistividade do material do qual o fio é feito ( $\Omega \cdot m$ )  
 S - área de secção transversal ( $m^2$ )

A tabela da FIGURA 6 traz a resistividade de alguns materiais condutores.

MATERIAL	RESISTIVIDADE ( $\Omega \cdot m$ ), $10^{-8}$
PRATA	1,6
COBRE	1,7
ALUMÍNIO	2,8
TUNGSTÊNIO	4,9
PLATINA	10,8

FIGURA 6

Como exemplo, determinaremos a resistência elétrica de um fio condutor de cobre cujo comprimento é de 10 metros e que possui uma área de secção transversal de 0,85  $mm^2$ .

Temos:

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \cdot m \text{ (resistividade do cobre)}$$

$$S = 0,85 \text{ mm}^2 = 0,85 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$R = \frac{l \cdot \rho}{S} = \frac{10 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8}}{0,85 \cdot 10^{-6}} = 0,2 \text{ Ohms}$$

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.