

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VICOSA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA – DEL
ELT210 – MEDIDAS ELÉTRICAS E MAGNÉTICAS

Professores: Tarcísio Pizzio

Lista 4 – Instrumentos de Medição

1) Dado um instrumento com classe de exatidão 1,5 e fundo de escala 100 V, determinar os erros percentuais máximos para uma medição de 10 V e outra de 90 V.

respostas: 15 % e 1,67 %

2) Um galvanômetro apresenta uma deflexão de 8 divisões quando é atravessado por uma corrente de 40 μ A. Determinar sua sensibilidade.

resposta: 0,2 div/ μ A

3) Um instrumento com fundo de escala de 150 V possui 30 divisões. Determinar sua resolução.

resposta: 5 V/div

4) Um voltímetro de fundo de escala 100 V tem resistência interna $R_i = 100 \text{ K}\Omega$. Determinar sua perda própria e eficiência.

respostas: 100 mW e 1 K Ω /V

5) Um amperímetro tem fundo de escala 5 A e resistência interna $R_i = 0,1 \Omega$. Determinar sua perda própria e eficiência.

respostas: 2,5 W e 2 A/W

6) Um instrumento com classe de exatidão declarada de 0,8 indicou uma tensão de 49,5 V na escala de 100 V ao medir uma tensão de 50 V fornecida por uma fonte padrão. Verificar se o instrumento está dentro de sua classe de exatidão, justificando.

resposta: sim

7) Determinar as características básicas Φ , K_r e R_g de um Galvanômetro, sabendo que:

$I_{g\text{máx}} = 1 \text{ mA}$; $L = 2 \text{ cm}$; $d = 1 \text{ cm}$; $\theta = 1,2 \text{ rad}$ (fundo de escala); $B = 0,2 \text{ T}$ ($1 \text{ T} = 1 \text{ N/Am}$); $n = 100$ e $R_b = 4,5 \Omega/\text{m}$.

respostas: $\Phi = 4 \times 10^{-3} \text{ Nm/A}$; $K_r = 3,33 \times 10^{-6} \text{ Nm/rad}$; $R_g = 27 \Omega$

8) Calcular o valor do resistor que deve ser ligado com o Galvanômetro do exercício 1, para que possamos medir uma tensão de 10 V (fundo de escala). Desenhar o circuito.

resposta: $R = 9973 \Omega$

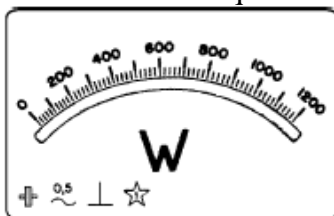
9) Calcular o valor do resistor que deve ser ligado com o Galvanômetro do exercício 1, para que possamos medir uma corrente de 1 A (fundo de escala). Desenhar o circuito.

resposta: $R = 0,027 \Omega$

10) Calcular a perda própria em cada um dos instrumentos dos exercícios 8 e 9.

respostas: ex.8) $P = 10 \text{ mW}$ e ex.9) $P = 27 \text{ mW}$

11) O painel do instrumento apresentado abaixo indica quais características em sua simbologia.



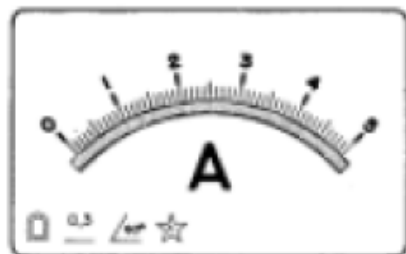
12) Considerando que o instrumento da questão anterior indique 800 W, qual o intervalo de variação do valor real da potência prevista pelo fabricante?

13) Para cada instrumento abaixo descreva:

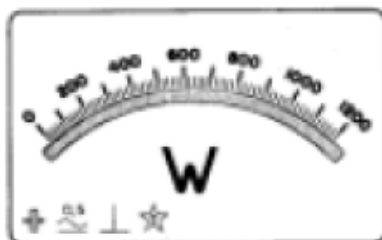
- o princípio de funcionamento
- tipo de corrente
- posição de funcionamento
- classe de precisão
- tensão de isolação



-
-
-
-
-



-
-
-
-
-



-
-
-
-
-

14) Um Voltímetro com 1 K Ω /V indica 100 V na escala de 0 – 150 V quando ligado em paralelo com um resistor de valor desconhecido o qual se encontra conectado em série com um Amperímetro. Se o Amperímetro indicar 5 mA, calcule:

- a resistência aparente do resistor desconhecido. **resposta: $R_{aparente} = 20 \text{ K}\Omega$**
- a resistência real do resistor desconhecido. **resposta: $R_{real} = 23,07 \text{ K}\Omega$**
- o erro devido ao efeito de carga do Voltímetro. **resposta: Erro % = 13,3 %**

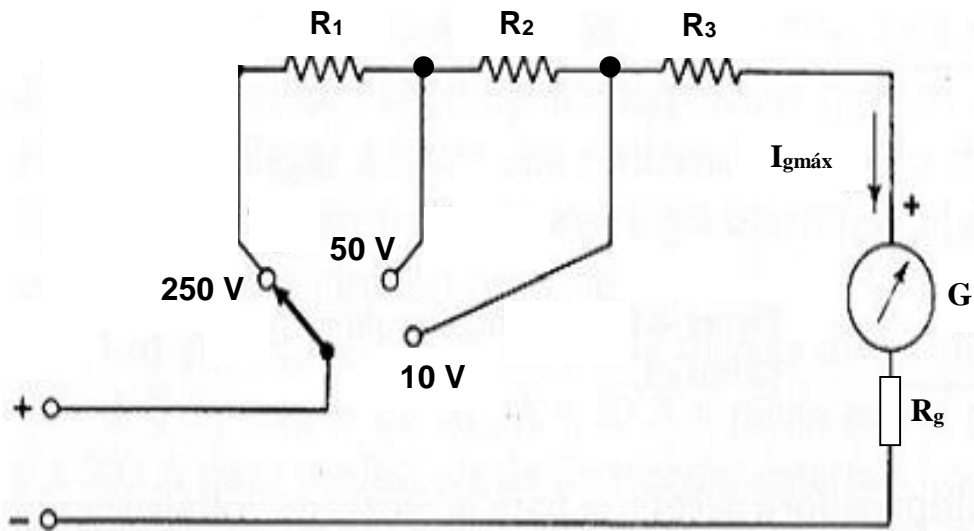
15) Repita o exercício anterior com o Amperímetro e o Voltímetro indicando 800 mA e 40 V respectivamente.

respostas: $R_{aparente} = 50 \Omega$; $R_{real} = 50,02 \Omega$; Erro % = 0,04 %

16) Deseja-se converter um Amperímetro com fundo de escala (FD) de 1 mA e resistência da bobina de 100 Ω em um Amperímetro capaz de operar na faixa de 0 – 100 mA. Calcular a resistência *shunt* R_{sh} requerida.

resposta: $R_{shunt} = 1,01 \Omega$

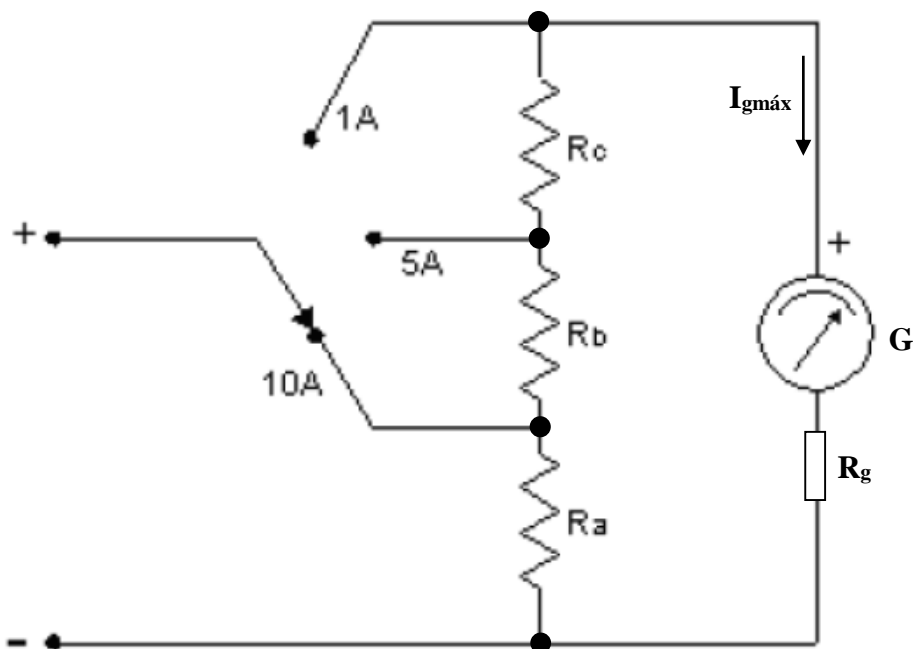
17) Um Galvanômetro de D'Arsonval com $R_g = 100 \, \Omega$ e $I_{g\text{máx}} = 1 \, \text{mA}$ deve ser usado para a construção de um Voltímetro na configuração Ayrton com escalas 0 – 10 V, 0 – 50 V e 0 – 250 V. O circuito é mostrado abaixo.



Calcular os valores das resistências R_1 , R_2 e R_3 .

respostas: $R_1 = 200 \, \text{k}\Omega$; $R_2 = 40 \, \text{k}\Omega$; $R_3 = 9,9 \, \text{k}\Omega$

18) Um Galvanômetro de D'Arsonval com $R_g = 100 \, \Omega$ e $I_{g\text{máx}} = 1 \, \text{mA}$ deve ser usado para a construção de um Amperímetro na configuração Ayrton com escalas 0 – 1 A, 0 – 5 A e 0 – 10 A. O circuito é mostrado abaixo.



Calcular os valores das resistências R_a , R_b e R_c .

respostas: $R_a = 0,01 \, \Omega$; $R_b = 0,01 \, \Omega$; $R_c = 0,0801 \, \Omega$

Utilizar:

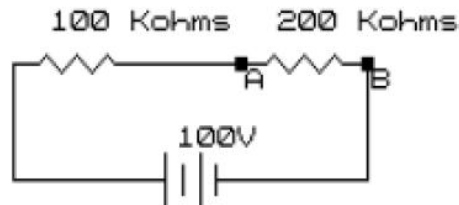
$$\begin{bmatrix} R_a \\ R_b \\ R_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I_1 - I_g) & -I_g & -I_g \\ (I_2 - I_g) & (I_2 - I_g) & -I_g \\ (I_3 - I_g) & (I_3 - I_g) & (I_3 - I_g) \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} R_g I_g \\ R_g I_g \\ R_g I_g \end{bmatrix} ; (I_1 > I_2 > I_3)$$

19) Dado um Galvanômetro D'Arsonval com $I_{g\text{máx}} = 100 \mu\text{A}$ e $R_g = 1 \text{ K}\Omega$:

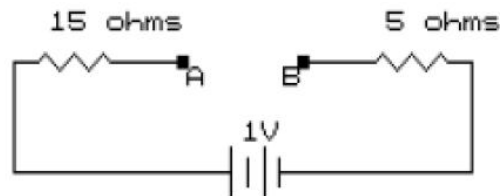
- projetar um voltímetro na configuração Ayrton com alcances de 1, 10 e 50 V.
- projetar um amperímetro com derivador shunt em paralelo com alcances de 1, 100 e 500 mA.

Respostas: $R_m = 9\text{K}\Omega$, $99\text{K}\Omega$ e $499\text{K}\Omega$; $R_{sh} = 111,11\Omega$, $1,001\Omega$ e $0,2\Omega$;

20) Um Galvanômetro com $R_g = 1 \text{ K}\Omega$ foi utilizado para montagem de um voltímetro de 100 V e um amperímetro de 100 mA. Ao serem corretamente introduzidos nos circuitos abaixo entre os pontos A e B forma obtidos os erros assinalados.



erro = 25% para menos



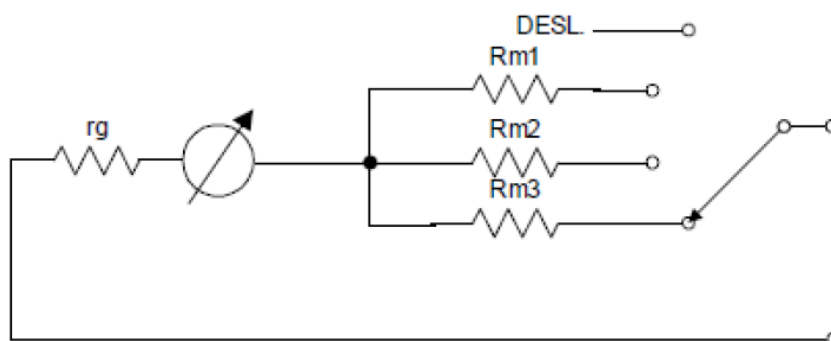
erro = 20% para menos

Determinar $I_{g\text{máx}}$, R_m , R_{sh} , R_i do voltímetro e R_i para o amperímetro.

Respostas: $I_o = 0,5\text{mA}$; $R_m = 199\text{K}\Omega$; $R_{sh} = 5,025\Omega$; $R_{i_{\text{volt}}} = 200\text{K}\Omega$; $R_{i_{\text{amp}}} = 5\Omega$

21) Dado o diagrama abaixo e sabendo-se que os dados do Galvanômetro são $R_g = 1 \text{ K}\Omega$ e $I_{g\text{máx}} = 1 \text{ mA}$:

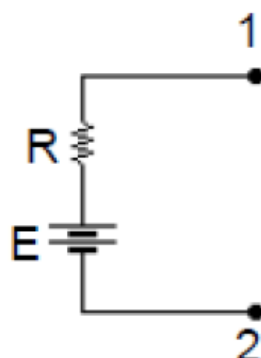
- projetar um voltímetro para os alcances de 10, 100 e 300 V.
- determinar o erro % nas medições das três escalas caso o resistor R_{m2} sofra uma alteração de 10% para mais em seu valor.



Respostas a- $9\text{K}\Omega$, $99\text{K}\Omega$, $299\text{K}\Omega$; **b-** 9,01% para menos

22) Dois voltímetros para tensão contínua V1 e V2 possuem as seguintes características:

- V1 mede de 0 a 120 V com corrente de fundo de escala do Galvanômetro de 40 mA.
 - V2 mede de 0 a 120 V com corrente de fundo de escala do Galvanômetro de 50 mA.
- Quando V1 é conectado sozinho entre os pontos 1 e 2 do circuito abaixo ele indica 60 V. Quando V2 é conectado sozinho nos mesmos pontos ele indica 54 V.

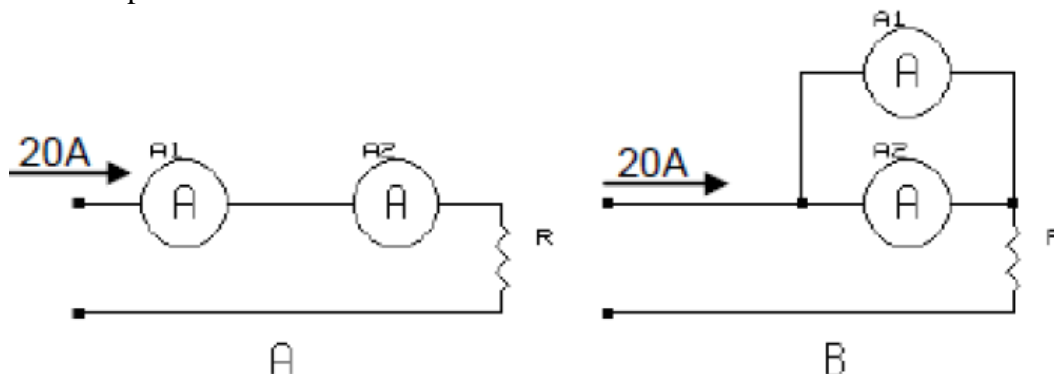


Determinar os valores de E e de R do circuito.

Respostas: 108V e 2400Ω

23) Os amperímetros A1 e A2 dos circuitos dados a seguir foram construídos com um Galvanômetro com $R_g = 1 \text{ K}\Omega$ e $I_{g\text{máx}} = 1 \text{ mA}$. Na montagem A, as quedas de tensão em A1 e em A2 foram respectivamente 0,2 V e 0,5 V. Sabendo-se que os instrumentos são lineares, determine:

- as indicações nos mesmos instrumentos para a montagem B.
- os alcances (fundo de escala) de cada instrumento.
- os valores dos respectivos resistores shunt.



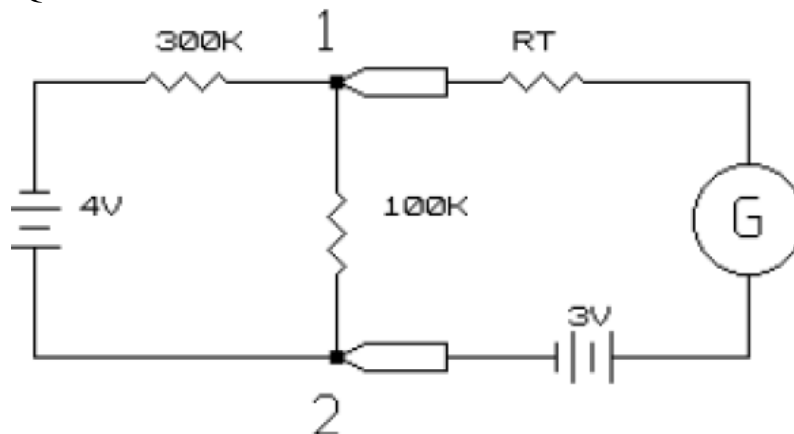
Respostas a- 14,29A, 5,71A; b- 100A, 40A; c- 0,01 Ω , 0,025 Ω

24) Um ohmímetro série é constituído por uma pilha com $E = 1,5 \text{ V}$, $\rho = 1 \text{ }\Omega$, uma resistência variável R_v com faixa de 0 a 400 Ω e um Galvanômetro com $R_g = 10 \text{ }\Omega$ e $I_{g\text{máx}} = 10 \text{ mA}$. Pede-se:

- qual o valor de R_v fará o Galvanômetro indicar deflexão máxima quando $R_x = 0$?
- qual o valor de R_x indicará meia deflexão?

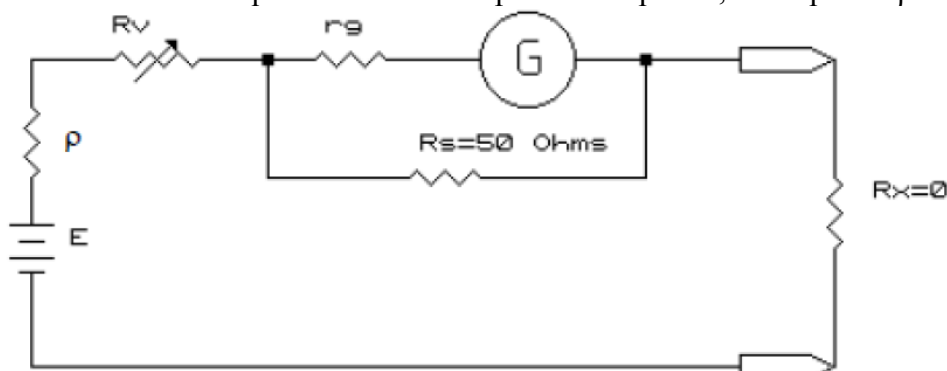
Respostas: a- $R_v = 139\Omega$; b- $R_x = 150\Omega$

25) Um ohmímetro consta de uma pilha com $E = 3 \text{ V}$ em série com uma resistência $R_T = 60 \text{ K}\Omega$ e um Galvanômetro graduado em Ohms. O instrumento é acidentalmente conectado entre os pontos 1 e 2 do circuito dado abaixo. Qual o valor em ohms indica esse ohmímetro?



Resposta: indicação do ohmímetro = 41,25K Ω

26) Um Galvanômetro possui $R_g = 50 \text{ }\Omega$ e $I_{g\text{máx}} = 0,1 \text{ mA}$. O mesmo é colocado no ohmímetro abaixo onde a R_v está ajustada para 7,4 K Ω e a pilha tem $E = 1,5 \text{ V}$ com $\rho = 75 \text{ }\Omega$. Determinar a variação de R_v necessária para zerar o ohmímetro quando a tensão da pilha varia para 1,1 V supondo ρ constante.



Resposta: $\Delta R_v = 2\text{K}\Omega$