



MÓDULO II

LABORATÓRIO

TIME Nº:

COMPONENTE 1=

COMPONENTE 2=

COMPONENTE 3=

COMPONENTE 4=

COMPONENTE 5=

LÍDER:

Potência Elétrica

Objetivos

- ⇒ Levantar a curva da potência em função da corrente de um resistor.
- ⇒ Observar o efeito Joule.

Teoria

Aplicando uma tensão aos terminais de um resistor, estabelecer-se-á uma corrente que é o movimento de cargas elétricas por meio deste. O trabalho realizado pelas cargas elétricas, em um determinado intervalo de tempo, gera uma energia que é transformada em calor por **efeito Joule** e é definida como **potência elétrica**. Numericamente, a potência elétrica é igual ao produto da tensão e da corrente, resultando em uma grandeza cuja unidade é o watt (W). Assim sendo, podemos escrever:

$$\frac{\Delta\tau}{\Delta t} = P = V \cdot I$$

em que: $\Delta\tau$ representa a variação de trabalho.

Δt é o intervalo de tempo.

P é a potência elétrica.

Como múltiplos da unidade de potência encontramos:

⇒ Quilowatt (KW) → $1KW = 10^3W$

⇒ Megawatt (MW) → $1MW = 10^6W$

e como submúltiplo mais usual:

⇒ Miliwatt (mW) → $1mW = 10^{-3}W$

Utilizando a definição da potência elétrica juntamente com a lei de Ohm, obtemos outras relações usuais:

$$P = V \cdot I \text{ e } V = R \cdot I$$

Substituindo, temos:

$$P = R \cdot I \cdot I \quad \therefore \quad P = R \cdot I^2$$

Analogamente:

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow P = V \cdot \frac{V}{R} \quad \therefore \quad P = \frac{V^2}{R}$$

O efeito térmico, produzido pela geração de potência, é aproveitado por inúmeros dispositivos, tais como chuveiro elétrico, secador, ferro elétrico, soldador etc. Esses dispositivos são constituídos basicamente por resistências, que alimentadas por tensões e, conseqüentemente, percorridas por correntes elétricas transformam energia elétrica em térmica.

Material Experimental

- ⇒ Fonte variável (faixa utilizada: 0 - 10V).
- ⇒ Resistores: 100 Ω /1,15W e 100 Ω /5W.
- ⇒ Multímetro.

Parte Prática

- 1) Monte o circuito da Figura 6.1.

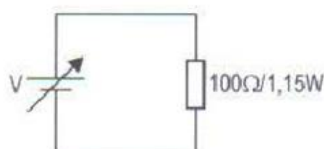


Figura 6.1

- 2) Varie a tensão da fonte de acordo com o Quadro 6.1. Meça e anote as respectivas correntes.

V (V)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I (mA)											
P (mW)											

Quadro 6.1

- 3) Troque o resistor por $100\ \Omega/5W$. Repita o item 2, preenchendo o Quadro 6.2.

V (V)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I (mA)											
P (mW)											

Quadro 6.2

- 4) Monte o circuito da Figura 6.2.

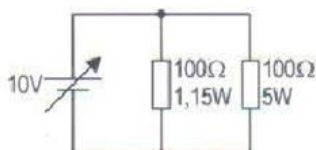


Figura 6.2

- 5) Meça a tensão e a corrente em cada resistor, anotando no Quadro 6.3.

R(Ω)	V(V)	I(mA)	P(W)
100/1,15W			
100/5W			

Quadro 6.3

- 6) Verifique o aquecimento dos dois resistores. Anote o que você observou.

Exercícios

- 1) Calcule as potências dissipadas pelos resistores, preenchendo os Quadros 6.1, 6.2 e 6.3.
- 2) Com os dados obtidos construa o gráfico da potência em função da corrente para cada resistor.
- 3) Por que o resistor de $100\Omega/1,15W$, na experiência, aqueceu mais que o de $100\Omega/5W$?
- 4) Um resistor de fio, quando percorrido por uma corrente de 100 mA, dissipa uma potência de 5W. Determine a nova potência quando ele for submetido a uma tensão igual ao dobro da aplicada.

- 5) Determine o valor da tensão da fonte para o circuito da Figura 6.3, sabendo que o resistor encontra-se no limite da sua potência e a leitura do miliamperímetro é 50mA.

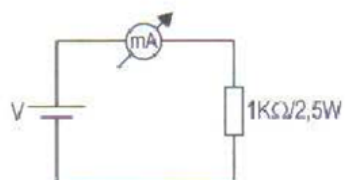


Figura 6.3

Circuito Série e Circuito Paralelo de Resistores

Objetivos

- ⇒ Determinar a resistência equivalente de um circuito série e de um circuito paralelo.
- ⇒ Constatar, experimentalmente, as propriedades relativas à tensão e corrente de cada associação.

Teoria

Dois ou mais resistores formam uma associação denominada **circuito série** quando ligados um ao outro, conforme esquematizado na Figura 7.1.

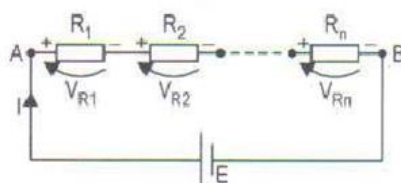


Figura 7.1 - Associação série de resistores.

Quando alimentado, o circuito apresenta as seguintes propriedades:

- 1) A corrente, que percorre todos os resistores, é a mesma e igual àquela fornecida pela fonte:

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots = I_{Rn}$$

- 2) O somatório das tensões dos resistores é igual à tensão da fonte:

$$E = V_{R1} + V_{R2} + \dots + V_{Rn}$$

Aplicando a lei de Ohm em cada resistor, temos:

$$V_{R1} = R_1 \cdot I$$

$$V_{R2} = R_2 \cdot I$$

⋮

$$V_{Rn} = R_n \cdot I$$

utilizando a segunda propriedade, podemos escrever:

$$E = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + \dots + R_n \cdot I$$

dividindo todos os termos por I , resulta:

$$\frac{E}{I} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Em que $\frac{E}{I}$ representa a **resistência equivalente** de uma associação série. Portanto, podemos escrever:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Para exemplificar, vamos determinar a resistência equivalente, a corrente e a tensão em cada componente do circuito da Figura 7.2.

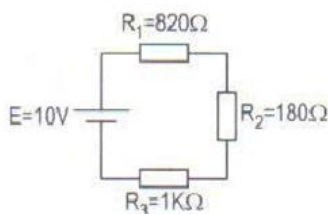


Figura 7.2 - Associação série.

- 1) Cálculo da resistência equivalente:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{eq} = 820 + 180 + 1000$$

$$R_{eq} = 2000\Omega$$

- 2) Cálculo da corrente:

$$I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{10}{2000} = 5mA$$

3) Cálculo das tensões parciais:

$$V_{R1} = R_1 \cdot I$$

$$V_{R1} = 820 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 4,1V$$

$$V_{R2} = 180 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,9V$$

$$V_{R3} = 1000 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 5V$$

Notamos que a soma das tensões parciais é igual à tensão da fonte.

Dois ou mais resistores formam uma associação denominada **circuito paralelo** quando ligados, conforme esquematizado na Figura 7.3.

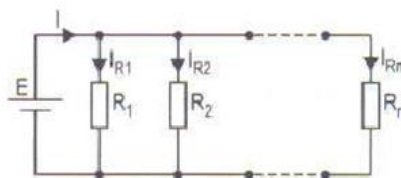


Figura 7.3 - Associação paralela de resistores.

Quando alimentado, o circuito apresenta as seguintes propriedades:

1) A tensão é a mesma em todos os resistores e igual à da fonte:

$$E = V_{R1} = V_{R2} = \dots = V_{Rn}$$

2) O somatório das correntes dos resistores é igual ao valor da corrente fornecida pela fonte:

$$I = I_{R1} + I_{R2} + \dots + I_{Rn}$$

Determinando o valor da corrente em cada resistor, temos:

$$I_{R1} = \frac{E}{R_1}$$

$$I_{R2} = \frac{E}{R_2}$$

$$\vdots$$

$$I_{Rn} = \frac{E}{R_n}$$

Utilizando a igualdade da segunda propriedade, podemos escrever:

$$I = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \dots + \frac{E}{R_n}$$

Dividindo os termos por E, temos:

$$\frac{I}{E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Em que $\frac{I}{E}$ representa o inverso da resistência equivalente de uma associação paralela.

Portanto, podemos escrever:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Casos Particulares

- 1) N resistores de valores iguais associados em paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = N \cdot \frac{1}{R} \quad \therefore \quad R_{eq} = \frac{R}{N}$$

- 2) Dois resistores associados em paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2} \quad \therefore \quad R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Concluimos que a resistência equivalente é igual ao produto dos valores dividido pela soma.

Para exemplificar, vamos determinar a resistência equivalente, as correntes parciais e total do circuito da Figura 7.4.

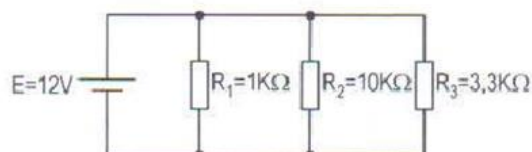


Figura 7.4 - Associação paralela.

- 1) Cálculo da resistência equivalente:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{10^3} + \frac{1}{10 \cdot 10^3} + \frac{1}{3,3 \cdot 10^3} \quad R_{eq} = 712,7\Omega$$

- 2) Cálculo das correntes parciais:

$$I_{R1} = \frac{E}{R_1} \rightarrow I_{R1} = \frac{12}{10^3} = 12\text{mA}$$

$$I_{R2} = \frac{E}{R_2} \rightarrow I_{R2} = \frac{12}{10 \cdot 10^3} = 1,2\text{mA}$$

$$I_{R3} = \frac{E}{R_3} \rightarrow I_{R3} = \frac{12}{3,3 \cdot 10^3} = 3,6\text{mA}$$

- 3) Cálculo da corrente total:

$$I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{12}{712,7} = 16,8\text{mA}$$

Notamos que a soma das correntes parciais é igual à corrente total fornecida pela fonte.

Material Experimental

- Fonte variável.
- Resistores: 220Ω , 470Ω , 820Ω e $1,2K\Omega$.
- Multímetro.

Parte Prática

- 1) Monte o circuito da Figura 7.5. Meça e anote no Quadro 7.1 a resistência equivalente entre os pontos A e E.

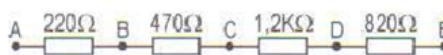


Figura 7.5

R_{eqAE} medido	
R_{eqAE} calculado	

Quadro 7.1

- 2) Ajuste a fonte variável para 12V e alimente o circuito, conforme mostra a Figura 7.6.

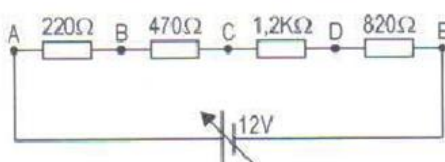


Figura 7.6

- 3) Meça as correntes em cada ponto do circuito, a tensão em cada resistor e anote os resultados nos Quadros 7.2 e 7.3.

I_A	I_B	I_C	I_D	I_E

Quadro 7.2

$R (\Omega)$	220	470	1,2K	820
$V (V)$				

Quadro 7.3

- 4) Monte o circuito da Figura 7.7. Meça e anote no Quadro 7.4 a resistência equivalente entre os pontos A e B.

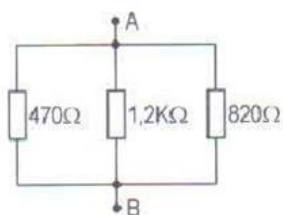


Figura 7.7

R_{eqAB} medido	
R_{eqAB} calculado	

Quadro 7.4

- 5) Alimente o circuito com a fonte ajustada para 12V, como mostra a Figura 7.8.

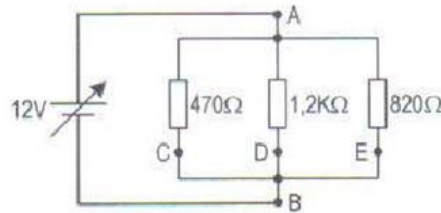


Figura 7.8

- 6) Meça as correntes em cada ponto do circuito, a tensão em cada resistor e anote os resultados nos Quadros 7.5 e 7.6.

I_A	I_B	I_C	I_D	I_E

Quadro 7.5

$R(\Omega)$	470	1,2K	820
$V(V)$			

Quadro 7.6

Exercícios

- 1) Calcule a resistência equivalente de cada circuito utilizado na experiência, anotando os resultados, respectivamente, nos Quadros 7.1 e 7.4. Compare os valores medidos com os calculados e explique as discrepâncias.
- 2) No circuito da Figura 7.6, o que observou quanto aos valores das correntes que mediu? E quanto aos valores de tensões?
- 3) Repita o segundo exercício para o circuito da Figura 7.8.
- 4) Determine os valores lidos pelos instrumentos em cada circuito da Figura 7.9.

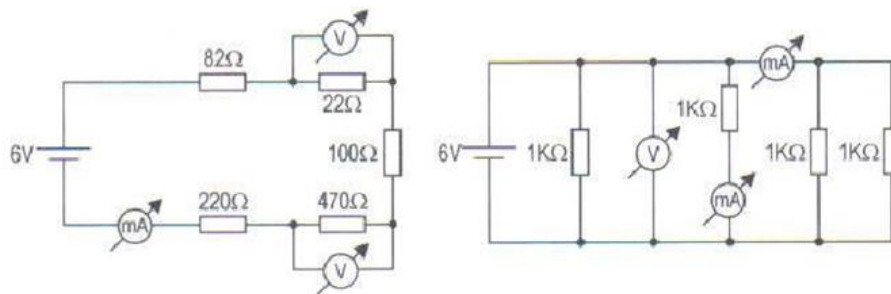


Figura 7.9

- 5) No circuito da Figura 7.10, a leitura do amperímetro é de 28,6mA. Calcule o valor de R.

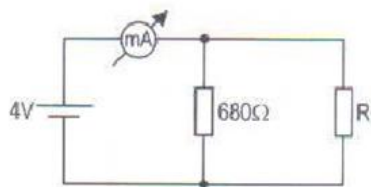


Figura 7.10

- 6) Calcule o valor da tensão da bateria para o circuito da Figura 7.11, sabendo que o voltímetro indica 3V.

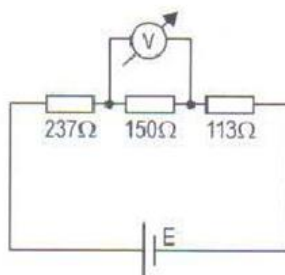


Figura 7.11

Circuito Série-Paralelo

Objetivos

- Identificar em um circuito as associações série e paralela.
- Determinar a resistência equivalente de um circuito série-paralelo.

Teoria

Denominamos circuito série-paralelo ou misto aquele formado por associações série e paralela, onde respectivamente suas propriedades são válidas. Como exemplo tomemos um circuito genérico, visto na Figura 8.1.

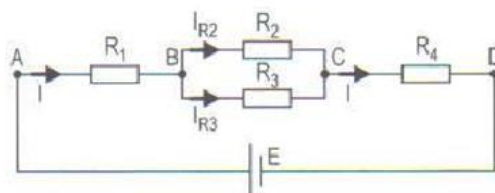


Figura 8.1 - Associação mista de resistores.

A corrente I fornecida pela fonte percorre R_1 e no ponto B divide-se em duas correntes, sendo I_{R2} e I_{R3} , com valores proporcionais aos dos resistores R_2 e R_3 . Em seguida, estas serão somadas no ponto C, percorrendo o resistor R_4 . Subdividindo o circuito, encontramos uma associação paralela composta por R_2 e R_3 formando com R_1 e R_4 uma associação série. Portanto, podemos substituir o conjunto formado por R_2 e R_3 por sua resistência equivalente, conforme mostra a Figura 8.2.

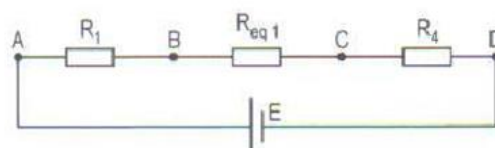


Figura 8.2 - Associação série resultante da Figura 8.1.

sendo:

$$R_{eq1} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

e a resistência equivalente do circuito será: $R_{eq} = R_1 + R_{eq1} + R_4$

Para exemplificar, vamos determinar a resistência equivalente, a corrente total, as correntes e as tensões em cada componente do circuito da Figura 8.3.

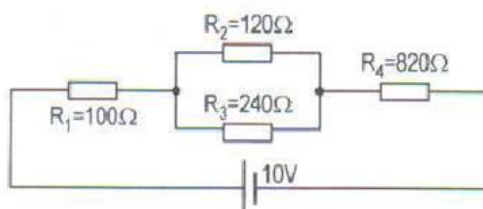


Figura 8.3 - Associação mista.

- 1) Cálculo da R_{eq} :

$$R_{eq} = 100 + \frac{120 \cdot 240}{120 + 240} + 820 \quad \therefore \quad R_{eq} = 1K\Omega$$

- 2) Cálculo da corrente total:

$$I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{10}{10^3} = 10mA$$

- 3) Cálculo das tensões parciais:

$$V_{R1} = R \cdot I = 100 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 1V$$

$$V_{R2} = V_{R3} = R_{eq1} \cdot I = \frac{120 \cdot 240}{120 + 240} \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,8V$$

propriedade do circuito paralelo

$$V_{R4} = R_4 \cdot I = 820 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 8,2V$$

- 4) Cálculo das correntes parciais:

$$I_{R1} = I_{R4} = 10mA \quad (\text{propriedade do circuito série})$$

$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{0,8}{120} = 6,7mA$$

$$I_{R3} = \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{0,8}{240} = 3,3mA$$

- Fonte variável.
- Resistores: 120Ω , 330Ω , 390Ω , 470Ω , 680Ω e 1200Ω .
- Multímetro.

Parte Prática

- Monte o circuito da Figura 8.4. Meça e anote no Quadro 8.1 a resistência equivalente entre os pontos A e D.

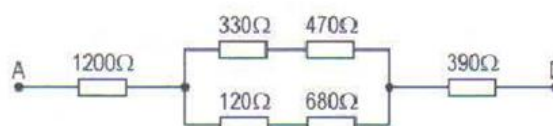


Figura 8.4

R_{eqAD} medida	
R_{eqAD} calculada	

Quadro 8.1

- Ajuste a fonte para 12V e alimente o circuito, de acordo com a Figura 8.5.

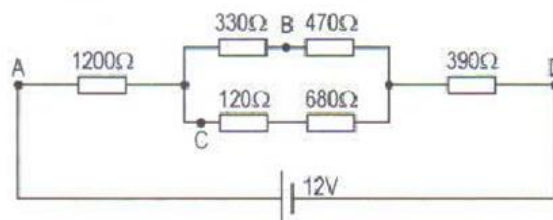


Figura 8.5

- Meça as correntes em cada ponto do circuito, a tensão em cada resistor e anote os resultados nos Quadros 8.2 e 8.3.

I_A	I_B	I_C	I_D

Quadro 8.2

$R(\Omega)$	1200	330	470	120	680	390
$V(V)$						

Quadro 8.3

- 1) Calcule a resistência equivalente do circuito da Figura 8.4, anote o valor no Quadro 8.1 e compare com o valor medido, explicando a eventual discrepância.
- 2) Para o circuito da Figura 8.5 verifique se a corrente no ponto A é igual à soma da corrente no ponto B com a corrente no ponto C. Comente o resultado.
- 3) Para o circuito da Figura 8.5 compare a soma das tensões dos resistores de 330Ω e 470Ω com a dos resistores de 120Ω e 680Ω . Comente o resultado.
- 4) Determine a tensão e a corrente em cada componente do circuito da Figura 8.6.

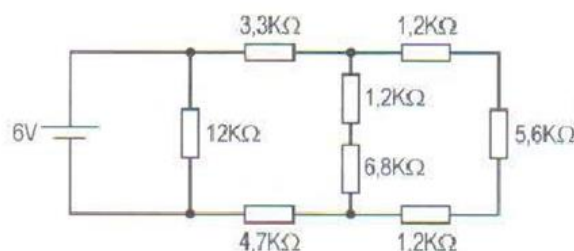


Figura 8.6

- 5) No circuito da Figura 8.7, sabendo que a leitura do miliamperímetro é 6mA e a do voltímetro é $3,51\text{V}$, calcule o valor da fonte E e do resistor R .

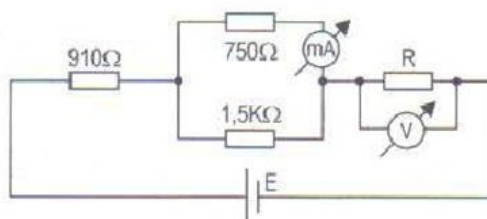


Figura 8.7