

# FUNDAMENTOS DE ELETROTÉCNICA

①

## CAPÍTULO - 05

→ CIRCUITOS DE C.C EM SÉRIE, EM PARALELO E MISTOS. PONTE DE WHEATSTONE

### → RESISTÊNCIA ELÉTRICA

- TODOS OS CORPOS APRESENTAM
- DETERMINADA PELAS SUAS DIMENSÕES E PELO MATERIAL QUE CONSTITUI O CORPO
- PODE VARIAR COM A TEMPERATURA

- ① A RESISTÊNCIA ELÉTRICA É DIRETAMENTE PROPORCIONAL AO COMPRIMENTO DO CORPO.
- ② A RESISTÊNCIA ELÉTRICA É INVERSAMENTE PROPORCIONAL À SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO.
- ③ O MATERIAL QUE CONSTITUI O CORPO, INFLEUI NA SUA RESISTÊNCIA

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

resistividade do material  
CRESISTÊNCIA ELÉTRICA ESPECÍFICA

l → comprimento do corpo  
S → seção transversal do corpo

$\rho$  → ohm-metro ( $\Omega\text{ m}$ )

R → ohm ( $\Omega$ )

l → m (metro)

S →  $m^2$  (metro quadrado)

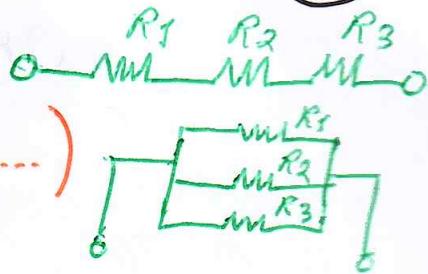
2

## ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

- SÉRIE ( $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ )

- PARALELA ( $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots$ )

- MISTA



## CONDUTIVIDADE (K)

- Inverso da resistividade resistividade

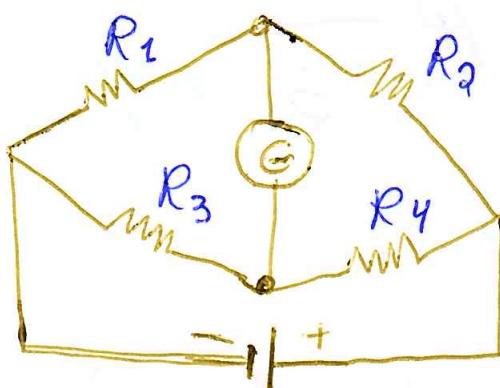
$$R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow \rho \cdot l = R \cdot S$$

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

$$K = \frac{1}{\rho} \Rightarrow \frac{1}{\frac{R \cdot S}{l}} \Rightarrow K = \frac{l}{R \cdot S}$$

- NO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES, é medida em SIEMENS POR METRO.

## PONTE DE WHEATSTONE



$$\boxed{\frac{R_3}{R_1} = \frac{R_4}{R_2}}$$

- Quando não houver corrente no GALVANÔMETRO a ponte estará em EQUILÍBRIO

- GALVANÔMETRO é um instrumento eletrônico que é, basicamente, um medidor de corrente elétrica de pequena intensidade.

(3)

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS,  
CAPÍTULO - 05.

① Determinar a resistência a  $20^\circ\text{C}$  de um condutor de alumínio de 100 pés de comprimento e de 133.000 cm de seção transversal. A resistividade do alumínio a  $20^\circ\text{C}$  é 17 ohms. cm/pé.

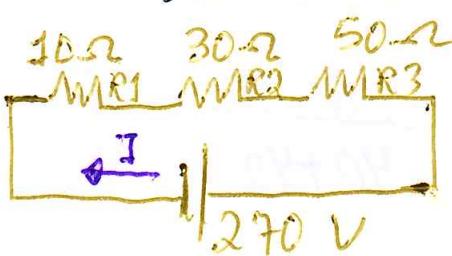
$$\text{RESISTIVIDADE} = \frac{\rho l}{S}$$

- Resistividade do alumínio a  $20^\circ\text{C}$  = 17 ohm.cm/pé

$$R = \frac{17 \times 100}{133.000} \Rightarrow R = 0,01 \Omega$$

② Três resistores de 10, 30 e 50 Ω foram ligados em série. Em seguida foi aplicada ao conjunto uma tensão de 270V.

DETERMINAR:



- a) Resistência total
- b) Corrente total e a corrente em cada resistor
- c) Energia gasta no circuito em 3 horas.
- d) Potência nos resistores.

a)  $R = 10 + 30 + 50 = 90 \Omega$

b)  $I = \frac{270}{90} = 3 \text{ A}$

circuito série, corrente é igual em todos os resistores

c)  $W = E \cdot I \cdot t \Rightarrow W = 270 \cdot 3 \cdot 3 \Rightarrow W = 2.430 \text{ Wh}$

d)  $E_{R1} = 10 \cdot 3 = 30 \text{ V}$        $P = E \cdot I \Rightarrow P_{R1} = 30 \cdot 3 = 90 \text{ W}$

$E_{R2} = 30 \cdot 3 = 90 \text{ V}$

$P_{R2} = 30 \cdot 3 = 90 \text{ W}$

$E_{R3} = 50 \cdot 3 = 150 \text{ V}$

$P_{R3} = 150 \cdot 3 = 450 \text{ W}$

# RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DO LIVRO

## CAPÍTULO - 05

4

(PÁGINAS: 44 a 49)

1

### DADOS:

→ DUAS BOBINAS:  $40\Omega$  CADA

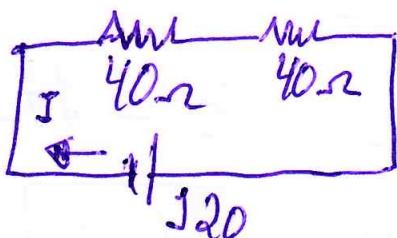
→ PODEM SER LIGADAS EM SÉRIE OU PARALELO

→ TENSÃO DA FONTE:  $120V$

### SOLUÇÃO:

- Calcular CALOR produzido em cada caso em 5 min

### → BOBINAS EM SÉRIE



$$R_{eq} = 40 + 40 \Rightarrow R_{eq} = 80 \Omega$$

$$I = \frac{E}{R} \Rightarrow I = \frac{120}{80} \Rightarrow I = 1,5A$$

$$P = E \cdot I \Rightarrow P = 120 \cdot 1,5 \Rightarrow P = 180W$$

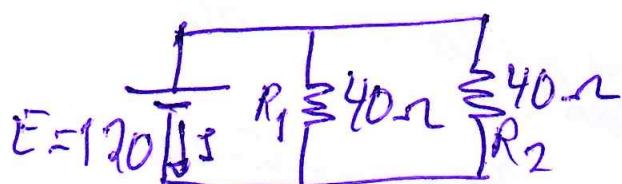
$$5\text{ min} = 300 \Rightarrow$$

$$W = P \cdot t \Rightarrow W = 180 \cdot 300 \Rightarrow W = 54.000 J$$

### EM CALORIAS:

$$54.000 \times 0,24 \Rightarrow W = 12.960 \text{ cal}$$

### → BOBINAS EM PARALELO



$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{40 \cdot 40}{40 + 40} = \frac{1600}{80} = 20 \Omega$$

$$R_{eq} = 20 \Omega$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{120}{20} \Rightarrow I = 6A$$

$$P = E \cdot I \Rightarrow P = 120 \cdot 6 \Rightarrow P = 720W$$

$$W = P \cdot t \Rightarrow W = 720 \cdot 300 \Rightarrow W = 216.000 J$$

### EM CALORIAS:

$$216.000 \times 0,24 \Rightarrow W = 51.840 \text{ cal}$$

CAPÍTULO - 05

② DADOS:  $E = 120V$   
 RESISTORES DE  $4\Omega$   
 → FORNECER CAOR NUMA RAZÃO DE  
 $864 \text{ cal/s}$   $\frac{864 \text{ cal}}{0,124} = 3600 \text{ J}$

$$W = P \cdot t \Rightarrow W = E \cdot I \cdot t$$

$$W = 120 \cdot I \cdot 1 \Rightarrow 3600 = 120I \Rightarrow I = 30A$$

$$R = \frac{E}{I} = \frac{120}{30} \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

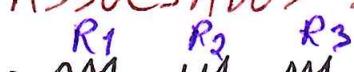
→ Número de resistores necessários:

→ TODOS OS RESISTORES SÃO IGUAIS

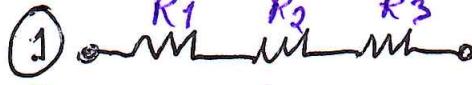
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{n}{R} \Rightarrow n = \frac{R}{R_{eq}} \Rightarrow \frac{40}{4} \Rightarrow n = 10 \text{ resistores}$$

③ VALORES DOS RESISTORES:  $2, 4, 6 \Omega$

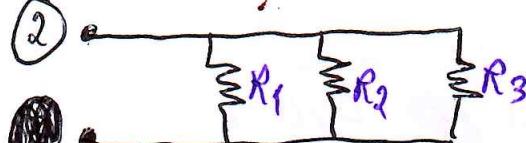
ASSOCIADOS DE 8 MANEIRAS DIFERENTES.



$$R_1 = 2\Omega \quad R_2 = 4\Omega \quad R_3 = 6\Omega$$



$$① R_1 + R_2 + R_3 = 12\Omega$$



$$② \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{11}{12} = 0,917\Omega$$



$$③ \frac{R_1 \times R_3}{R_2 + R_3} + R_2 = 2,4 + 2 = 4,4\Omega$$



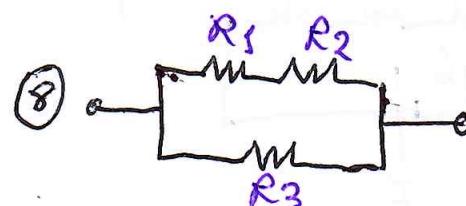
$$④ \frac{R_1 \times R_3}{R_1 + R_3} + R_2 = 1,5 + 4 = 5,5\Omega$$



$$⑤ \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = 1,33 + 6 = 7,33\Omega$$

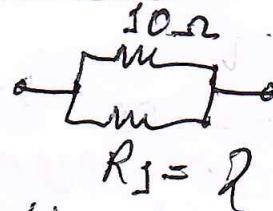


$$⑥ R_{eq} = 1,09\Omega$$



(b)

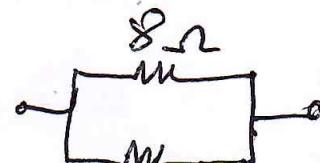
$$⑥ R_2 + R_3 = 4 + 6 = 10 \Omega$$



RESPOSTA:  $1,66 \Omega$

$$\frac{10 \times R_1}{10 + R_1} = \frac{10 \times 2}{10 + 2} = \frac{20}{12} = 1,66 \Omega$$

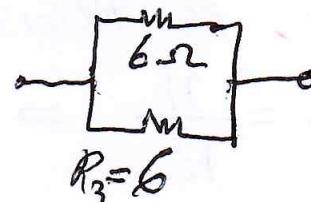
$$⑦ R_1 + R_3 = 2 + 6 = 8 \Omega$$



$$\frac{8 \times R_2}{8 + R_2} = \frac{8 \times 4}{8 + 4} = \frac{32}{12} = 2,67 \Omega$$

RESPOSTA:  $2,67 \Omega$

$$⑧ R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6 \Omega$$



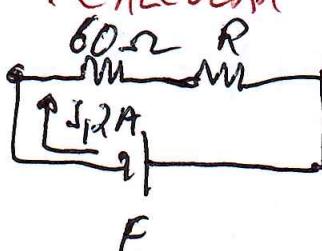
$$\frac{6 \times R_3}{6 + R_3} = \frac{6 \times 6}{6 + 12} = \frac{36}{12} = 3 \Omega$$

RESPOSTA:  $3 \Omega$

④ DADOS:  $R_1 = 60 \Omega$   
 $I = 1,2 A$

$R_2 = 100 \Omega \rightarrow$  quando adicionado a corrente cai ~~para~~  $0,6 A$

→ CALCULAR  $E$   
 → CALCULAR RESISTOR DESCONHECIDO



$$E = (60 + R) \times 1,2$$

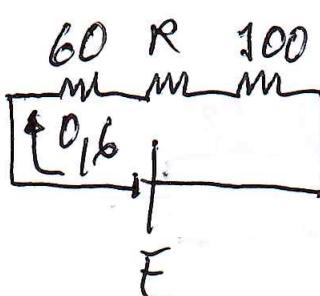
$$E = (160 + R) \times 0,6$$

$$(60 + R) \times 1,2 = (160 + R) \times 0,6$$

$$72 + 1,2R = 96 + 0,6R$$

$$1,2R - 0,6R = 96 - 72$$

$$0,6R = 24 \Rightarrow R = \frac{24}{0,6} = 40 \Omega$$

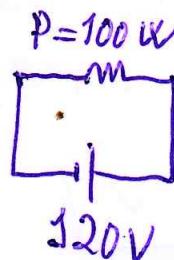
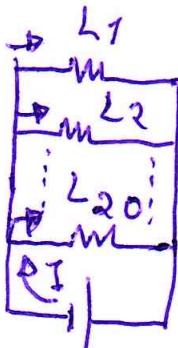


5 DADOS: 7

20 lâmpadas de 100W

$$E = 120V$$

CALCULAR: - CORRENTE  
- RESISTÊNCIA DO FILAMENTO DA LÂMPADA



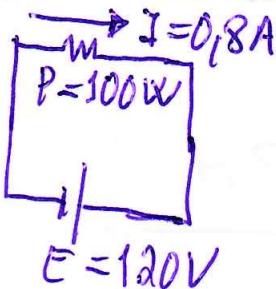
$$P = E \cdot I$$

$$I = \frac{P}{E} = \frac{100}{120} = 0,8A \text{ em cada lâmpada}$$

CORRENTE TOTAL:

$$\rightarrow 20 \text{ lâmpadas} \times 0,8 = 16A$$

- RESISTÊNCIA DO FILAMENTO DA LÂMPADA



$$\begin{aligned} P &= E \cdot I \\ E &= R \cdot I \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \hline \end{array} \right\} \Rightarrow P = R \cdot I^2$$

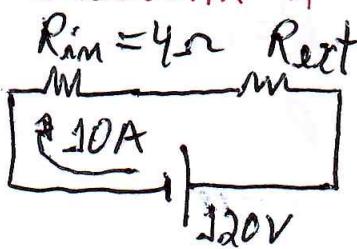
$$R = \frac{P}{I^2} = \frac{100}{0,64} \Rightarrow R = 156,25\Omega$$

6 DADOS:  $E = 120V$

$R = 4\Omega$   $\rightarrow$  resistência interna

$$I = 10A$$

= CALCULAR A RESISTÊNCIA DO CIRCUITO EXTERNO



$$R_{eq} = R_{in} + R_{ext} = 4 + R_{ext}$$

$$E = R \cdot I$$

$$120 = (4 + R_{ext}) \times 10$$

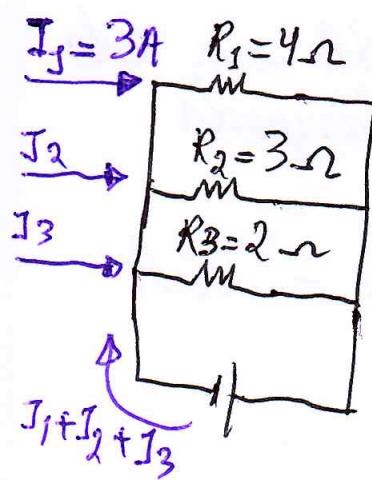
$$120 = (4 + R_{ext}) \cdot 10$$

$$40 + 10R_{ext} = 120$$

$$10R_{ext} = 120 - 40$$

$$R_{ext} = \frac{80}{10} \Rightarrow R_{ext} = 8\Omega$$

- 7) DADOS:  
 - Três resistores  $4\Omega$ ,  $3\Omega$  e  $2\Omega$  em paralelo  
 - Corrente no primeiro resistor =  $3A$
- CALCULAR: - corrente nos outros dois resistores;  
 - Tensão aplicada no conjunto;  
 - Corrente total solicitada;



$$E = 3 \cdot 4 \Rightarrow E = 12V$$

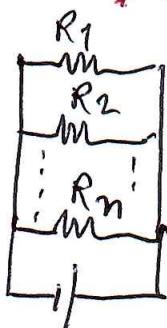
$$I = \frac{E}{R}$$

$$I_2 = \frac{12}{3} = 4A \Rightarrow I_2 = 4A$$

$$I_3 = \frac{12}{2} = 6A \Rightarrow I_3 = 6A$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 \Rightarrow I_T = 13A$$

- 8) DADOS:  
 → Resistores de  $1000\Omega$  para  $0,1A$   
 → Necessário: um resistor de  $200\Omega$   
 → INDICAR: maneira de ASSOCIAZ  
 → CORRENTE TOTAL MÁXIMA



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

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{n}{R} \Rightarrow n \cdot R_{eq} = R$$

$$R = 1000\Omega$$

$$R = R_1 = R_2 = \dots = R_n$$

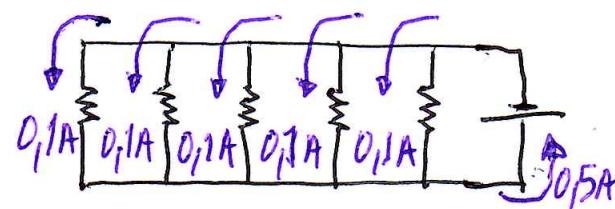
$$n = \frac{R}{R_{eq}}$$

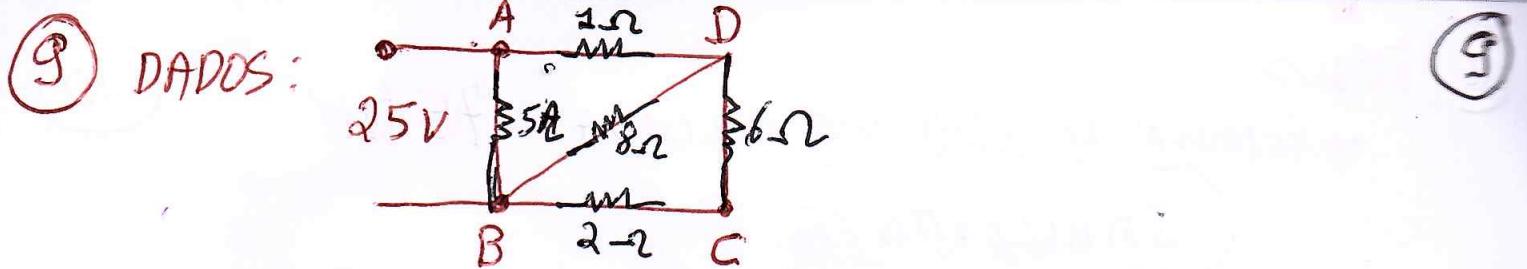
$$R_{eq} = 200\Omega \Rightarrow n = \frac{1000}{200} \Rightarrow n = 5 \text{ resistores}$$

→ ligação será em paralelo.

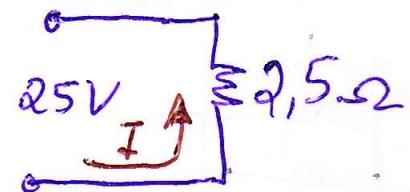
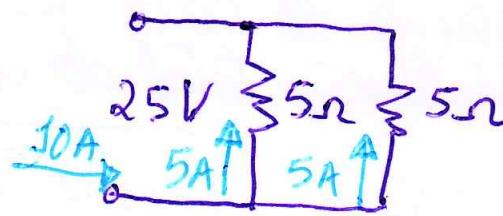
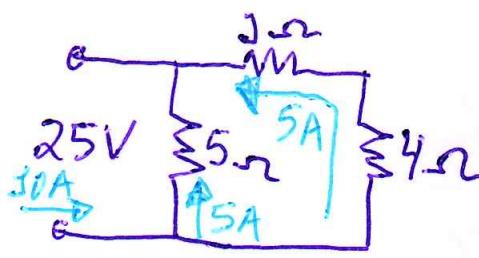
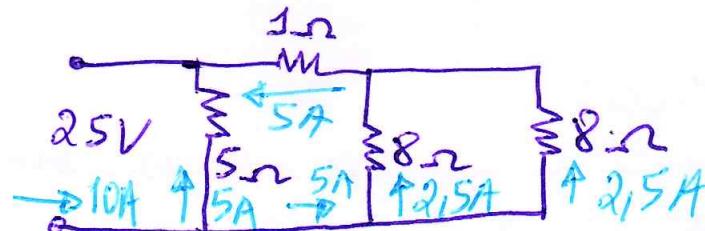
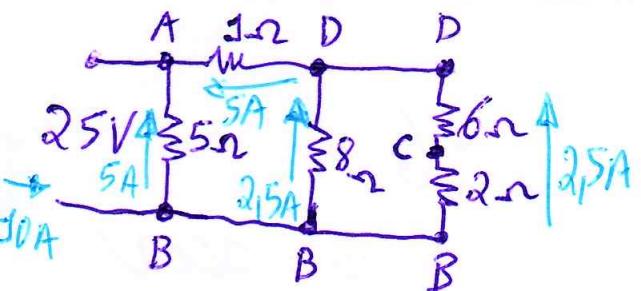
CORRENTE TOTAL:

$$0,1A \times 5 \text{ resistores} = 0,5A$$





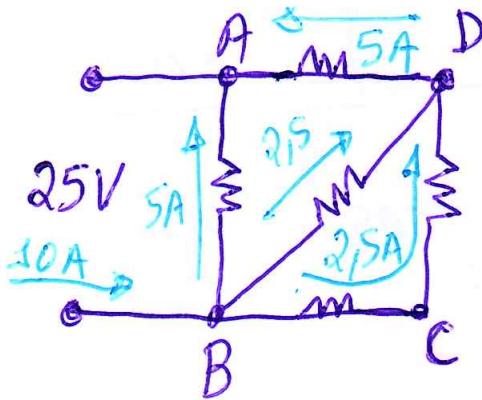
CALCULAR: Corrente nos diversos resistores.



$$I_T = \frac{25}{2.5} \Rightarrow I_T = 10A$$

CORRENTE NO RESISTOR AB:

$$I_{AB} = \frac{25}{5} = 5A$$



$$I_{AB} = I_{DA} = 5A$$

$$I_{BC} = I_{CD} = I_{BD} = 2.5A$$

(10) DADOS:

→ GERADOR DE CORRENTE CONTÍNUA: 75 HP

IRRELEVANTE

10

(11)

DADOS:

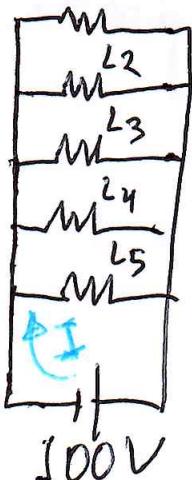
→ 5 lâmpadas iguais em paralelo

→ tempo = 3 horas TENSÃO = 100V

→ energia total = 0,9 kWh

CALCULAR: Corrente de cada lâmpada  
Resistência total do conjunto

$L_1$



$$W = 0,9 \text{ kWh}$$

$$W = P \cdot t \quad \left\{ \begin{array}{l} \\ \end{array} \right.$$

$$P = E \cdot I \quad \left\{ \begin{array}{l} \\ \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow W = 900 \text{ kWh}$$

$$E \cdot I = P \cdot t$$

$$I = \frac{P \cdot t}{E}$$

$$W = E \cdot I \cdot t \quad \Rightarrow I = \frac{W}{E \cdot t}$$

$$I = \frac{900}{100 \cdot 3} \Rightarrow I = \frac{900}{300} \Rightarrow I = 3 \text{ A}$$

→ CIRCUITO PARALELO COM RESISTÊNCIAS IGUAIS  
- CORRENTE EM CADA LÂMPADA:

$$\frac{3 \text{ A}}{5} = 0,6 \text{ A}$$

→ RESISTÊNCIA TOTAL DO CONJUNTO:

$$R = \frac{E}{I} = \frac{100}{3} \Rightarrow R = 33,3 \Omega$$

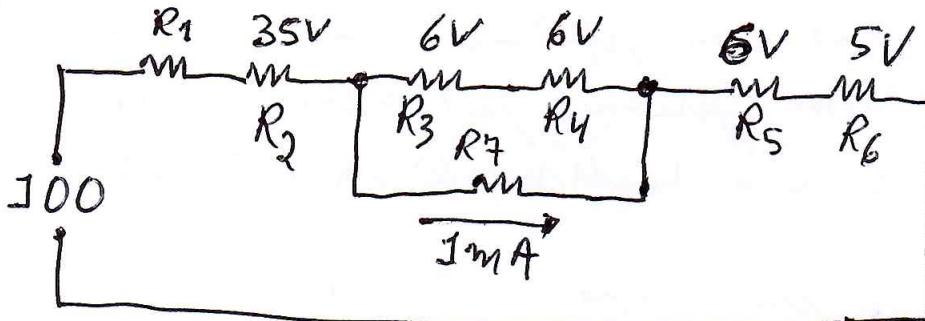
→ RESISTÊNCIA DE CADA LÂMPADA

$$R = \frac{100}{0,6} \Rightarrow R = 166,66 \Omega$$

12

11

DADOS:



- POTÊNCIA DISSIPADA EM  $R_3 = 0,156\text{W}$

CALCULAR:

- Resistência equivalente
- Corrente total
- Queda de tensão no resistor  $R_3$

→ QUEDA DE TENSÃO EM  $R_3$

- SOMA DAS QUEDAS DE TENSÃO:  
 $E_{\text{q}} = 35 + 6 + 6 + 6 + 5 = 58\text{V}$

- QUEDA DE TENSÃO EM  $R_3$ :  
 $E_{R_3} = 100 - (58) \Rightarrow E_{R_3} = 42\text{V}$

→ A CORRENTE TOTAL É A QUE PASSA EM  $R_3$

Potência em  $R_3 = 0,156\text{W}$

Tensão em  $R_3 = 42\text{V}$

$$P = E \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{E} = \frac{0,156}{42} = 0,0037\text{A}$$

→ RESISTÊNCIA EQUIVALENTE:

$$E = R \cdot I \Rightarrow R = \frac{E}{I} = \frac{100}{0,0037} \Rightarrow R_{eq} = 27,027\Omega$$

DBS: LIVRO APROXIMA A CORRENTE PARA 0,003

$$R = \frac{100}{0,003} = 33,33\Omega$$

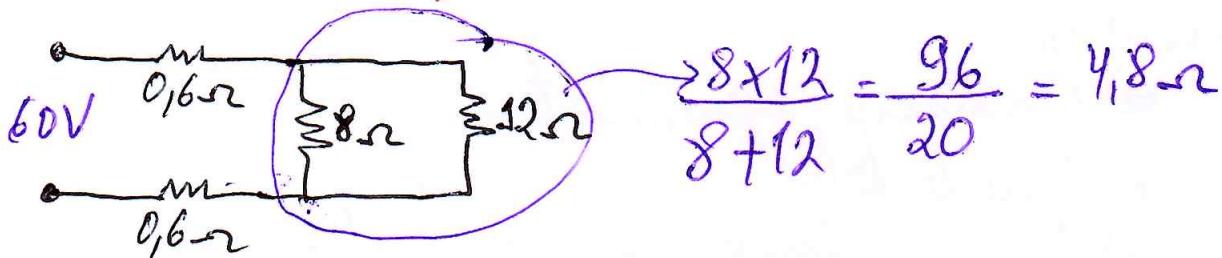
(13) DADOS:

(12)

→ Dois receptores em paralelo:  $8\Omega$  e  $12\Omega$  ligados a um gerador por dois condutores de  $0,6\Omega$  cada. Voltímetro marca 60V

CALCULAR:

- corrente em cada receptor
- corrente fornecida pelo gerador



$$60V \quad \begin{array}{c} 0,6\Omega \\ \parallel \\ 0,6\Omega \end{array} \quad \begin{array}{c} 8\Omega \\ \parallel \\ 12\Omega \end{array} \quad \Rightarrow \quad \text{Req} = 0,6 + 4,8 + 0,6$$

$\boxed{\text{Req} = 6\Omega}$

$$I = \frac{E}{\text{Req}} = \frac{60}{6} \Rightarrow \boxed{I = 10 \text{ A}} \quad \begin{matrix} \text{CORRENTE FORNECIDA} \\ \text{PELO GERADOR} \end{matrix}$$

→ QUEDA DE TENSÃO NO CONDUTOR:

→ CONDUTOR 01

$$E = R \cdot I \Rightarrow E = 0,6 \times 10 \Rightarrow 6V$$

→ CONDUTOR 02

$$E = R \cdot I \Rightarrow E = 0,6 \times 10 \Rightarrow 6V$$

⇒ TENSÃO APLICADA NO RAMO PARALELO:

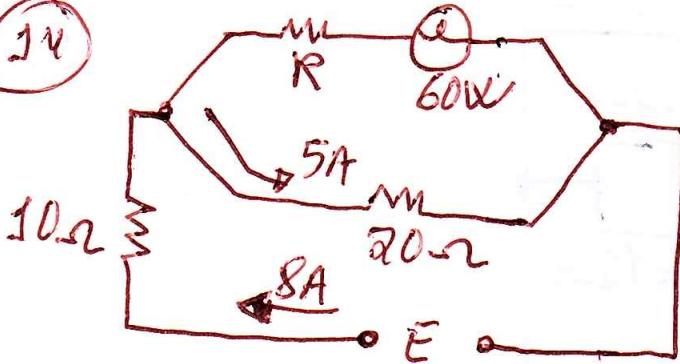
$$E = 60 - (6+6) \Rightarrow \boxed{E = 48V}$$

⇒ CORRENTE NOS RESISTORES:

$$R_8 = \frac{48}{8} \Rightarrow \boxed{I_8 = 6A}$$

$$R_{12} = \frac{48}{12} \Rightarrow \boxed{I_{12} = 4A}$$

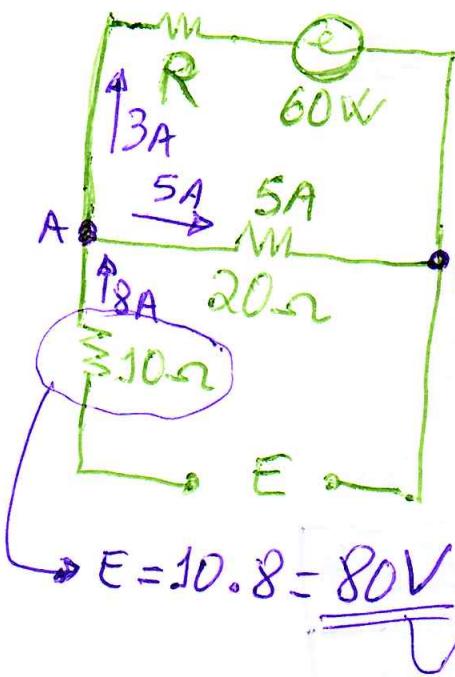
14



13

CALCULAR:

- Valor de  $R$
- Resistência total
- Valor de  $E$



TENSÃO ENTRE AB:

$$E = 20 \cdot 5 = \underline{\underline{100V}}$$

TENSÃO TOTAL:

$$E_T = 100 + 80$$

$$\boxed{E_T = 180V}$$

- CÁLCULO DE  $R$ 

$$P = E \cdot I \Rightarrow 60 = 3 \cdot E \Rightarrow \boxed{E = 20V}$$

↳ Tensão na potência  
de 60W

- TENSÃO NO RESISTOR  $R$ 

$$\rightarrow \text{PONTO AB} = 100V$$

$$\rightarrow \text{TENSÃO NA POTÊNCIA DE } 60W = 20V$$

Para o resistor  $R$  a tensão será  $100 - 20 = 80$

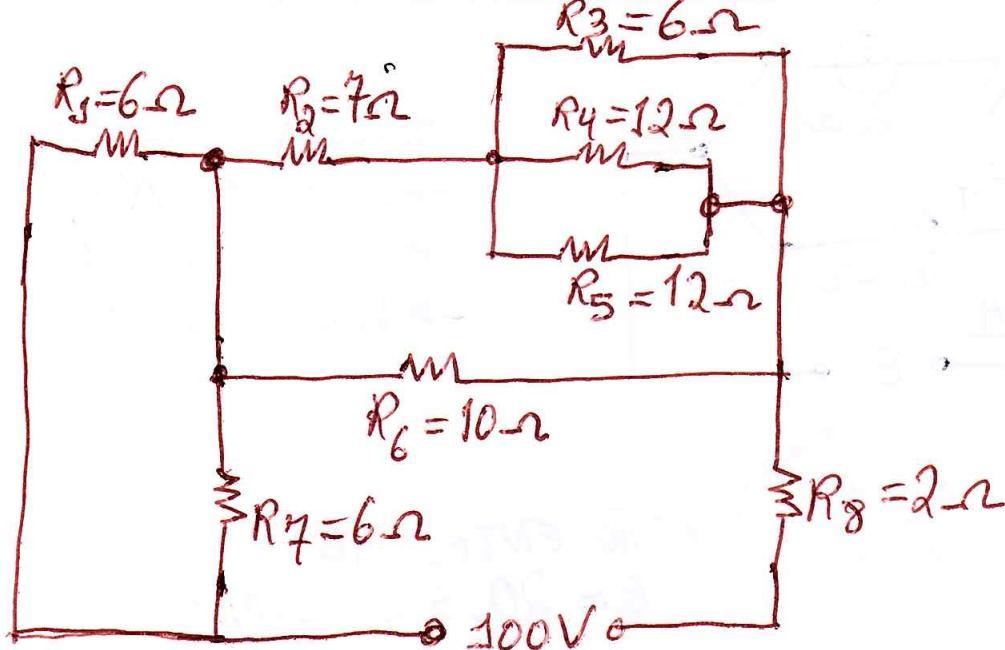
- VALOR DO RESISTOR  $R$ 

$$R = \frac{E}{I} \Rightarrow R = \frac{80}{3} \Rightarrow \boxed{R = 26,66\Omega}$$

→ RESISTÊNCIA TOTAL:

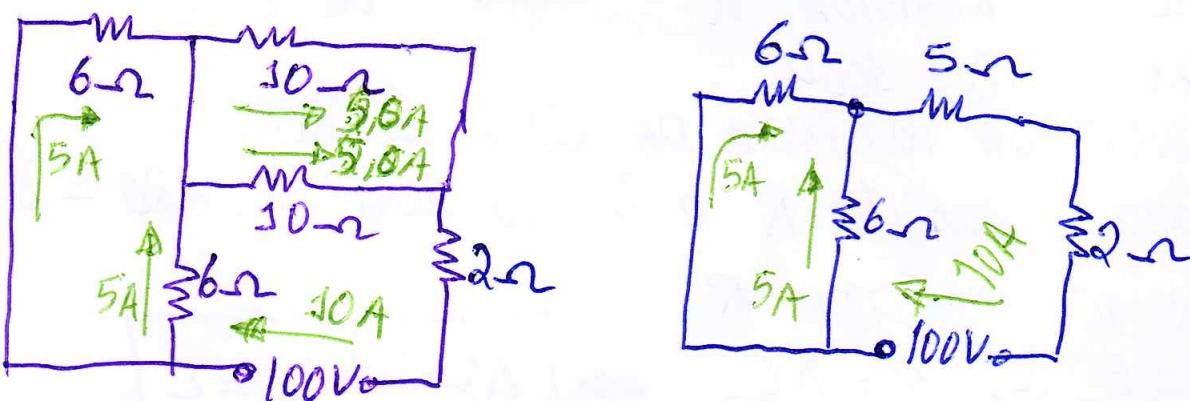
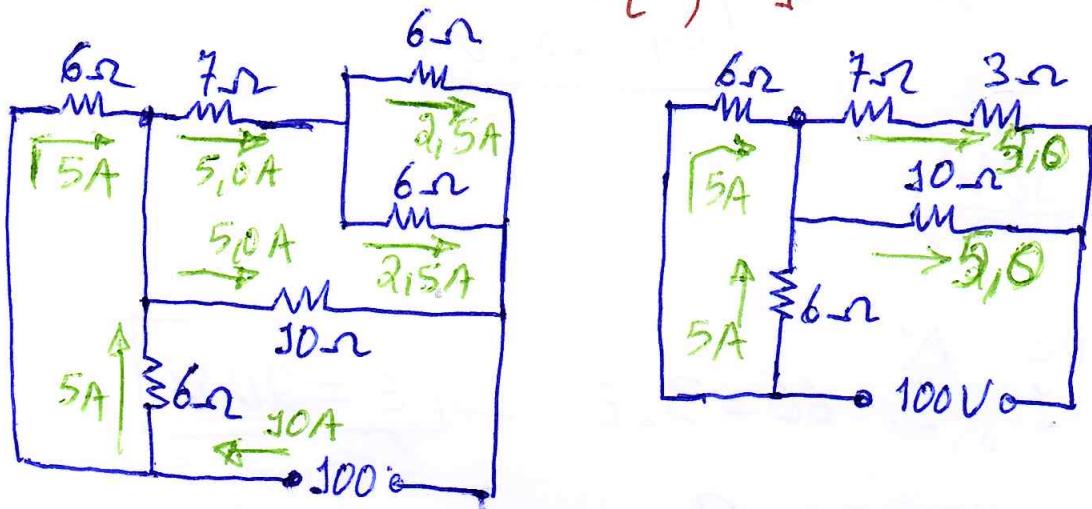
$$R_{TOTAL} = \frac{E_{TOTAL}}{I_{TOTAL}} = \frac{180}{8} \Rightarrow \boxed{R_{TOTAL} = 22,5\Omega}$$

15



14

→ DETERMINAR:  $I_1, I_2, I_6, I_8$   
 $R_t, P_1 \text{ e } P_3$



$R_{eq} = 10\Omega$

$$I = \frac{100}{10} \Rightarrow I = 10A$$

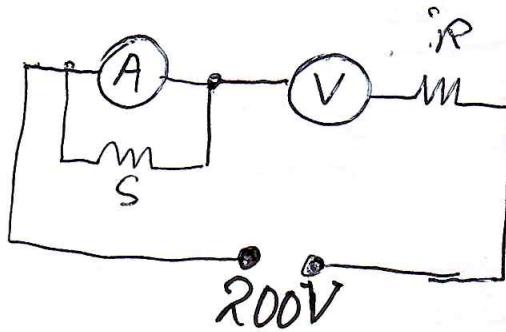
$$I_2 = 5A$$

$$I_6 = 5A$$

$$I_8 = 10A$$

$$P = E \cdot I \Rightarrow P = 100 \cdot 10 = 1000W$$

16



DADOS:

- AMPERÍMETRO: 0 a 1A
- VOLTÍMETRO: 0 a 200V
- RESISTÊNCIA INTERNA DO AMPERÍMETRO:  $2\Omega$
- RESISTÊNCIA INTERNA DO VOLTÍMETRO:  $100\Omega$

DETERMINAR:

- Valor de  $S$  e de  $R$
- Agulhas de  $A$  e de  $V$  fiquem na metade de suas escalas.

→ ESCALA DO AMPERÍMETRO: 0 a 1A, significa que agulha na metade, a corrente é de 0,5A.

- TENSÃO NO AMPERÍMETRO

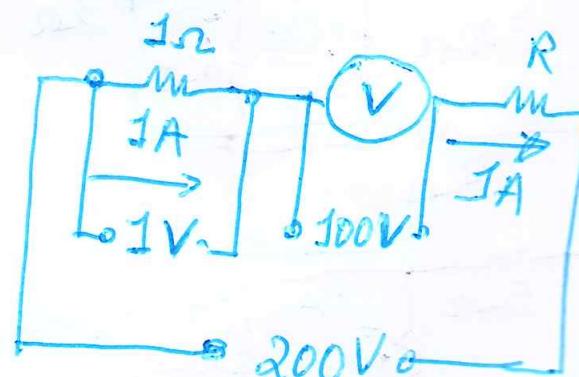
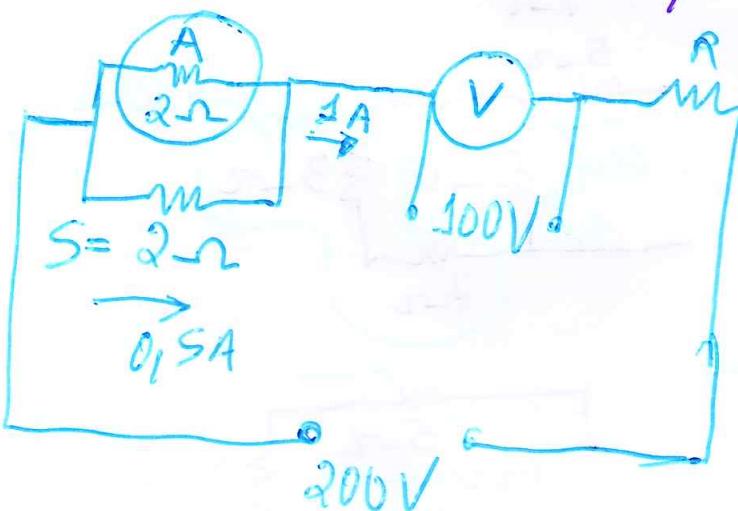
$$\rightarrow \text{resistência interna} = 2\Omega$$

$$\rightarrow \text{corrente} = 0,5A$$

$$E = R \cdot I \Rightarrow E = 2 \times 0,5 \Rightarrow E = 1V$$

- TENSÃO em  $S$  será a mesma de  $A$

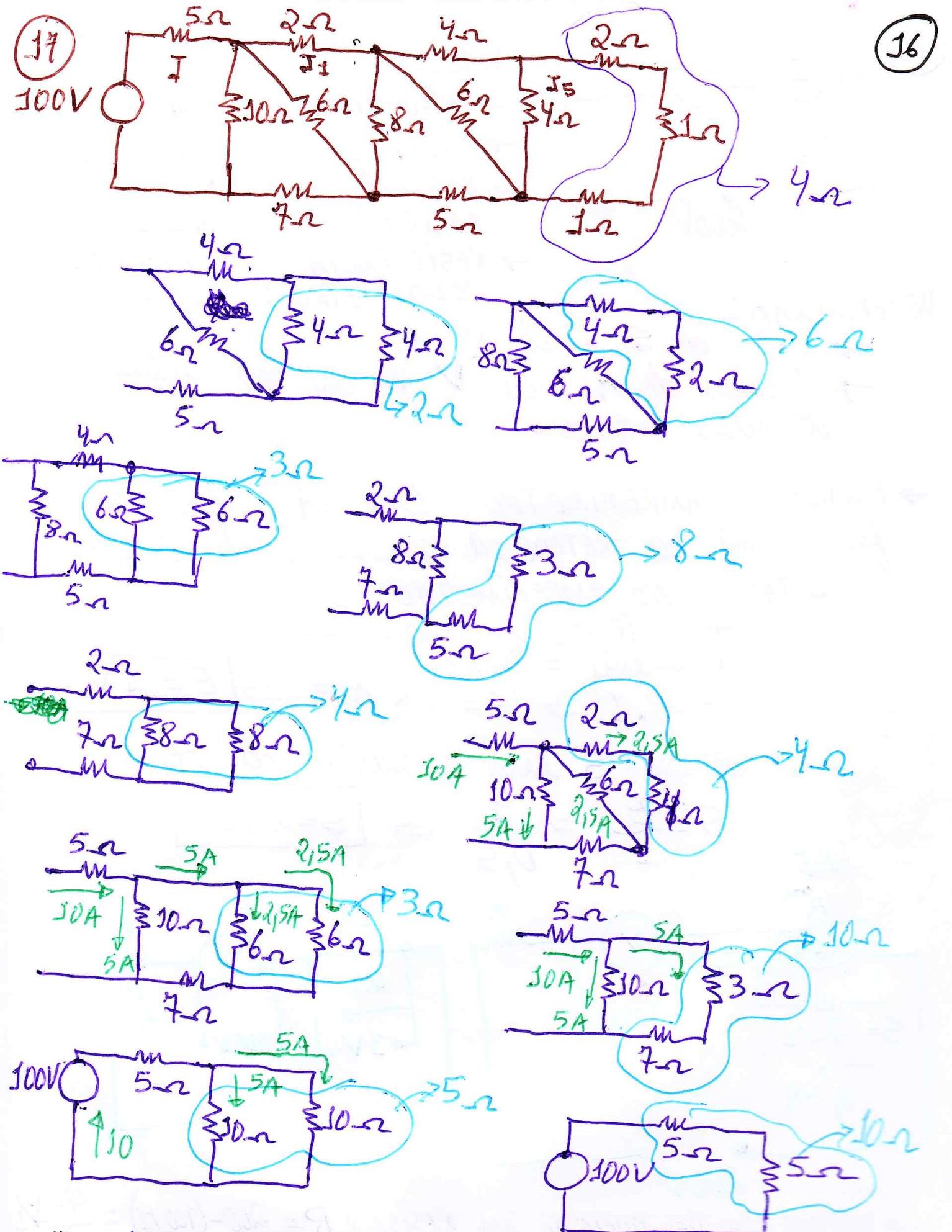
$$S = \frac{E}{I} \Rightarrow \frac{1}{0,5} \Rightarrow S = 2\Omega$$



→ DIFERENÇA DE POTENCIAL NO RESISTOR  $R = 200 - (100 + 1) = 99V$

$$99 = R \cdot I \Rightarrow R = 99\Omega$$

15



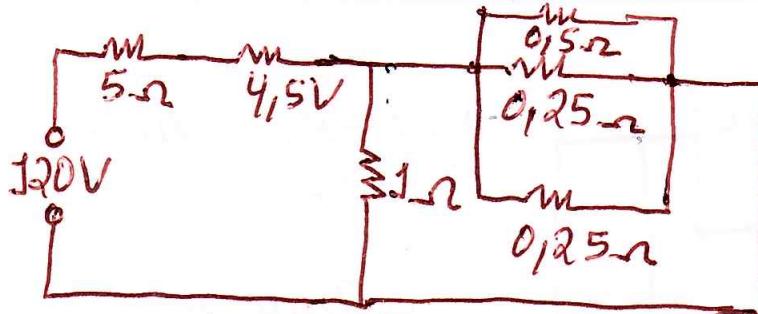
$$I = \frac{100}{10} = 10 \text{ A}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

$$I_3 = 2,5 \text{ A}$$

$$R_{eq} = 10 \text{ A}$$

(18)



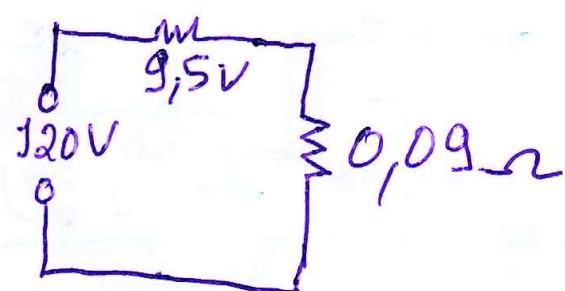
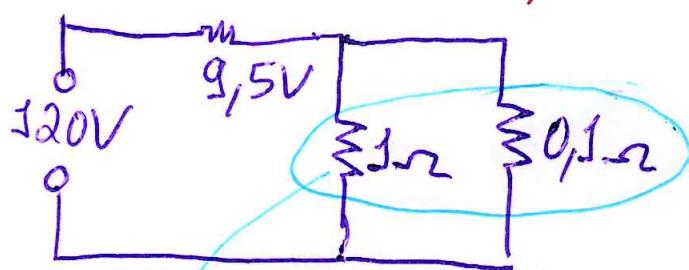
(17)

CALCULAR:

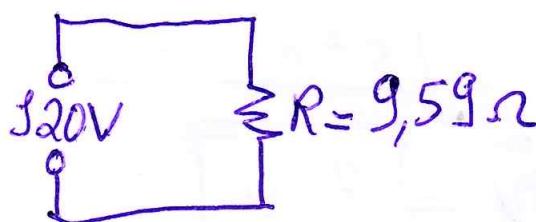
a) Resistência total

b) perdas por efeito Joule em 10s.

c) potência total



$$\frac{0.1 \times 1}{0.1 + 1} = \frac{0.1}{1.1} = 0.09 \Omega$$



$$R = 9.59 \Omega$$

RESISTÊNCIA TOTAL

→ PERDAS POR EFEITO JOULE EM 10s

$$I = \frac{E}{R} = \frac{120}{9.59} \Rightarrow I = 12.51 A$$

→ POTÊNCIA TOTAL

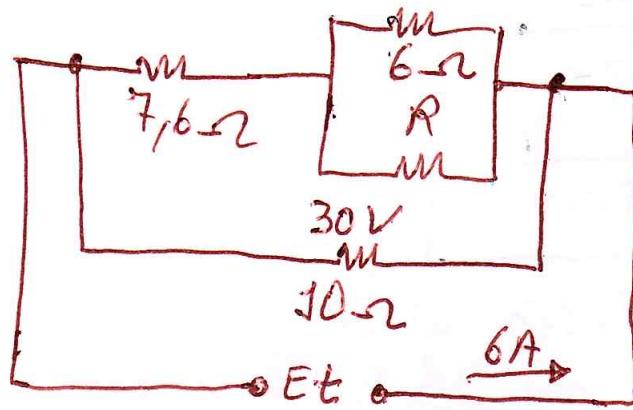
$$P = E \cdot I \Rightarrow P = 120 \cdot 12.51 \Rightarrow P = 1501.2 W$$

→ PERDAS EM 10s

$$W = P \cdot t \Rightarrow 1501.2 \times 10$$

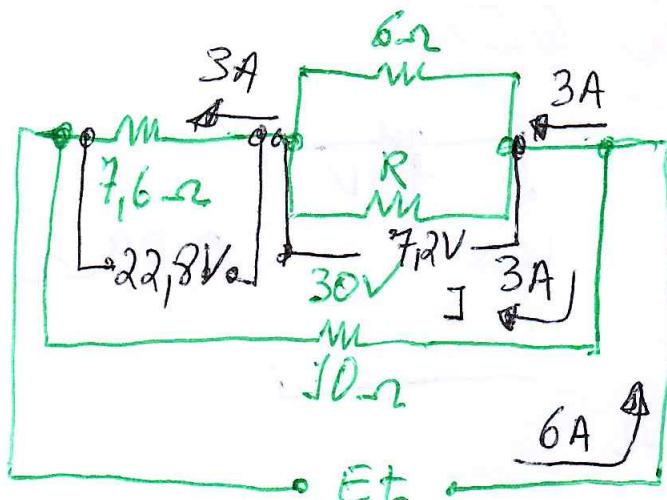
$$W = 15012 J$$

19



→ DETERMINAR:

- $E_t$
- $R$
- Trabalho realizado em  $R$  em 2 horas
- $R_t$

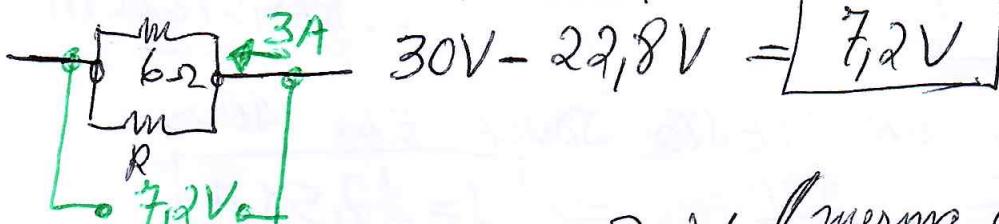


$$I = \frac{E}{R} = \frac{30}{10} \Rightarrow I = 3\text{A}$$

→ QUEDA DE TENSÃO NO RESISTOR DE  $7,6\ \Omega$ 

$$\begin{aligned} E &= 7,6\ \Omega \times 3\text{A} \\ E &= 22,8\text{V} \end{aligned}$$

→ QUEDA DE TENSÃO NA MALHA:

→ TENSÃO TOTAL APLICADA =  $30\text{V}$  (mesma aplicada no resistor de  $10\ \Omega$ )→ VALOR DO RESISTOR  $R$ 

$$R_{eq} = \frac{6 \times R}{6 + R} \Rightarrow \frac{6R}{6 + R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{6R}{6 + R}$$

$$R_{eq} = \frac{E}{I} = \frac{7,2}{3} \Rightarrow R_{eq} = 2,4\ \Omega$$

$$\frac{6R}{6 + R} = 2,4$$

$$6R = 2,4(6 + R) \Rightarrow 6R = 14,4 + 2,4R$$

$$6R - 2,4R = 14,4 \Rightarrow 3,6R = 14,4 \Rightarrow R = \frac{14,4}{3,6}$$

$$R = 4\ \Omega$$

18

→ PROBLEMA 19 - CONTINUAÇÃO

→ TRABALHO REALIZADO EM R EM 2 HORAS

$$P = E \cdot I \Rightarrow P = 30 \cdot 6 \Rightarrow P = 180 \text{ J} \Rightarrow \boxed{P = 180 \text{ J}} \quad \text{POTÊNCIA TOTAL}$$

→ POTÊNCIA EM R

→ CORRENTE EM R

$$I = \frac{E}{R} \Rightarrow I = \frac{7,2V}{4\Omega} \Rightarrow I = 1,8A \quad \boxed{I = 1,8A}$$

$$P_R = R \cdot I^2 = P_R = 4 \cdot (1,8)^2 \Rightarrow P_R = 12,96 \text{ W} \quad \boxed{P_R = 12,96 \text{ W}}$$

→ TRABALHO REALIZADO EM R EM 2 horas

$$W = P \cdot t \Rightarrow \cancel{W = P \cdot t} \quad \boxed{2h = 7.200s}$$

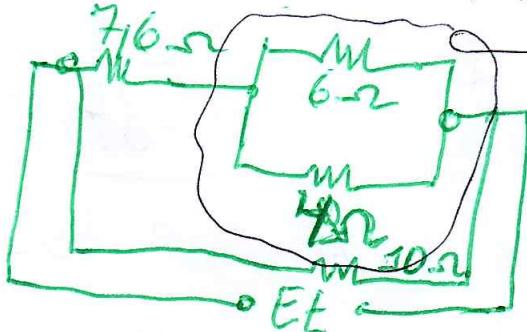
$$W = 12,96 \times 7.200$$

$$\boxed{W = 93.312 \text{ J}}$$

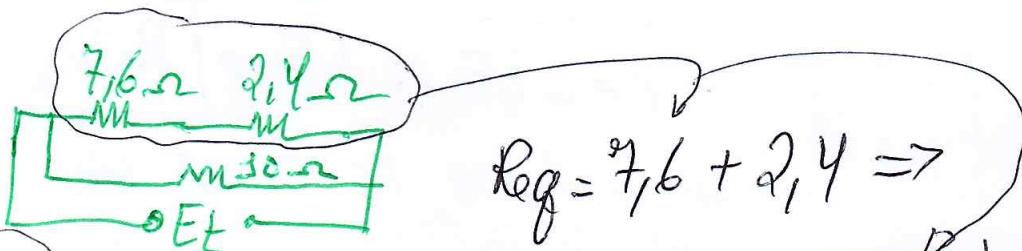
$$P = \frac{E}{I}$$

$$E = \frac{P}{I}$$

→ RESISTÊNCIA EQUIVALENTE TOTAL

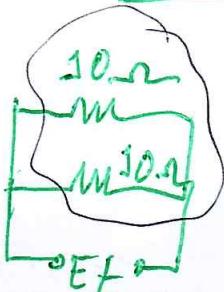


$$\frac{6 \times 4}{6 + 4} \Rightarrow \frac{24}{10} = 2,4 \Omega$$



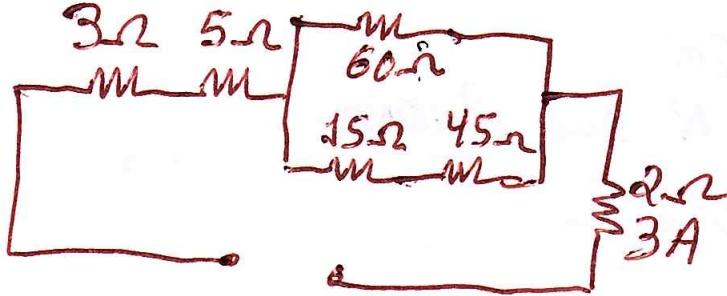
$$R_{eq} = 7,6 + 2,4 \Rightarrow$$

$$\boxed{R_{eq} = 10 \Omega}$$



$$R_{eq\ total} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = \frac{100}{20} \Rightarrow \boxed{R_{eq\ total} = 5 \Omega}$$

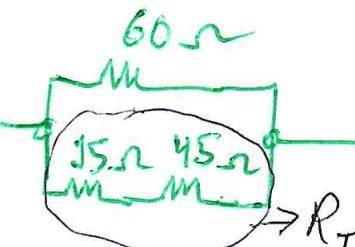
(20)



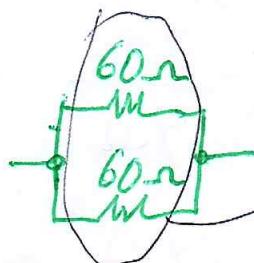
→ DETERMINAR

- Tensão total
- Resistência total
- Potência total
- Calor no resistor de  $45\Omega$  em 3 horas

(20)

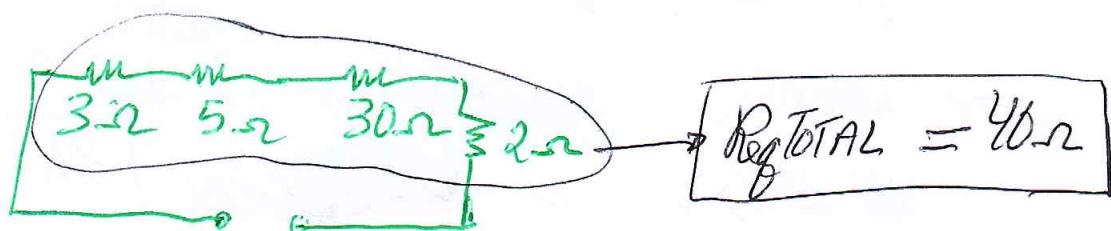


$$R_T = 15 + 45 \\ R_T = 60\Omega$$



$$R_T = \frac{60 \times 60}{60 + 60} = \frac{3600}{120}$$

$$R_T = 30\Omega$$

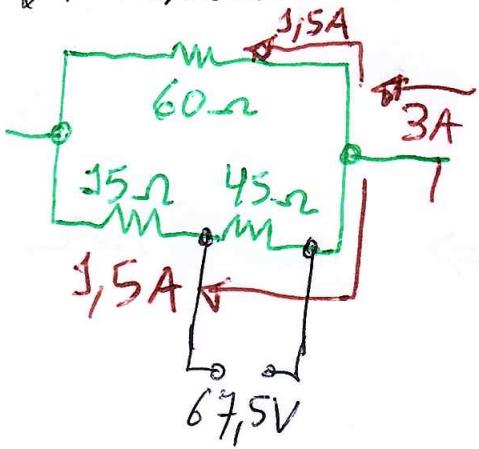


$$R_{TOTAL} = 40\Omega$$

→ TENSÃO TOTAL

$$E = R \cdot I \Rightarrow E = 40 \cdot 3 \Rightarrow E = 120V$$

$$\rightarrow POTÊNCIA TOTAL \\ P = E \cdot I = 120 \cdot 3 \Rightarrow P = 360W$$

→ POTÊNCIA EM  $45\Omega$ → TENSÃO NO RESISTOR DE  $45\Omega$ :

$$E = R \cdot I$$

$$E = 45 \times 1,5 \Rightarrow E = 67,5V$$

→ POTÊNCIA NO RESISTOR  $45\Omega$ 

$$P = E \cdot I$$

$$P = 67,5 \times 1,5 \Rightarrow P = 101,25$$

→ QUANTIDADE DE CALOR EM CALORIAS  
EM 3 HORAS

$$W = P \cdot t \Rightarrow W = 101,25 \times 10.800$$

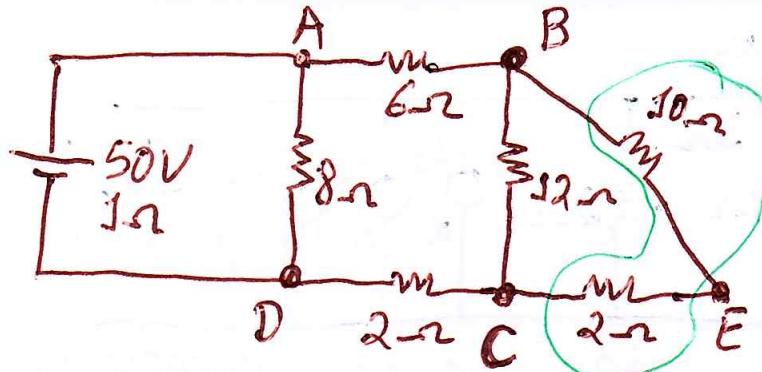
$$W = 1.093.500 J$$

- EM CALORIAS:

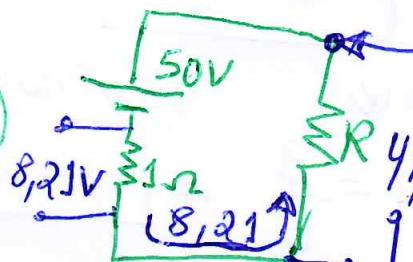
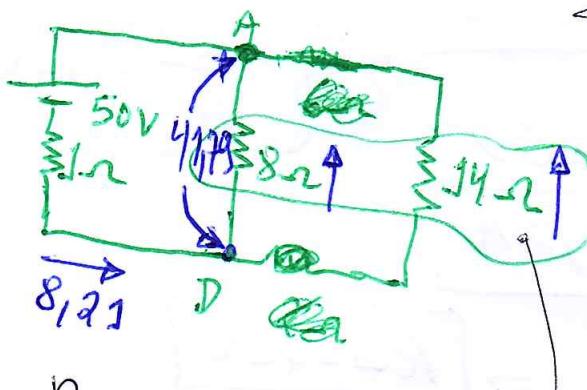
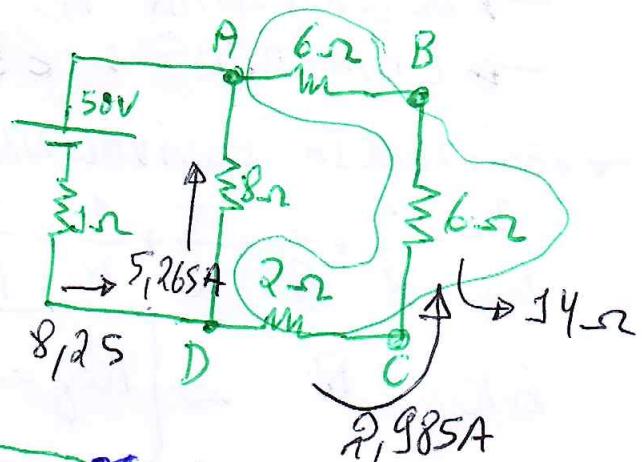
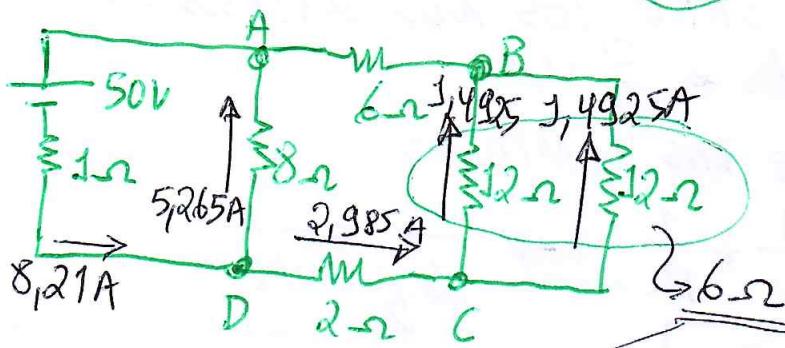
$$W = 0,24 \times 1093500 \Rightarrow W = 262.440 \text{ cal}$$

$$3h = 10.800 \Rightarrow$$

21



- DETERMINAR:  
→ resistência equivalente  
e corrente no braço BC.



$$R_{eq} = 1\Omega + 5,09\Omega$$

$$R_{eq} = 6,09\Omega$$

$$I_t = \frac{50}{6,09} \Rightarrow I_t = 8,125A$$

→ CORRENTE NO RESISTOR DE  $14\Omega$   
 $E = 41,79V \Rightarrow I = \frac{41,79}{14} \Rightarrow I = 2,985A$

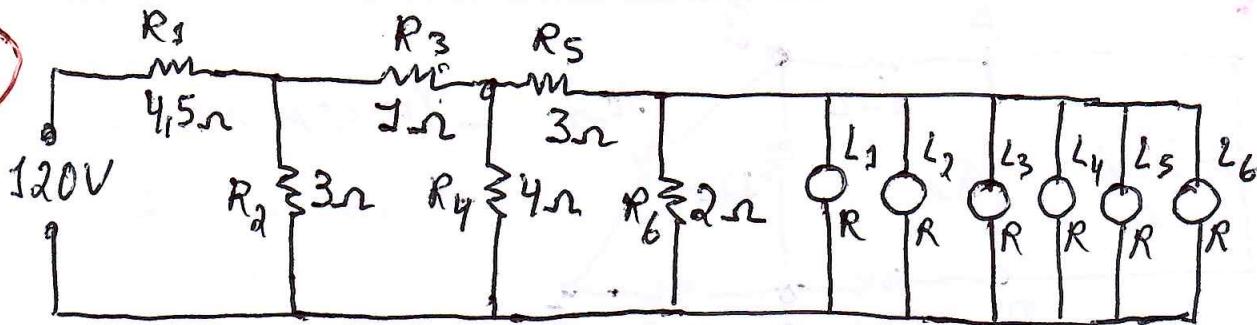
→ BRAÇO BC

→ Resistência equivalente:  $R_{eq} = 6\Omega$

→ CORRENTE NO BRAÇO BC

$$\frac{2,985A}{2} \Rightarrow I_{BC} = 1,4925A$$

22



22

- DETERMINAR AS CORRENTES NOS DIVERSOS RAMOS.  
 → LÂMPADAS: 6V e 3W

→ RESISTÊNCIA EQUIVALENTE DAS LÂMPADAS

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{6}{R}$$

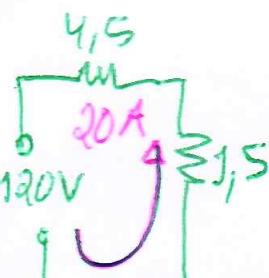
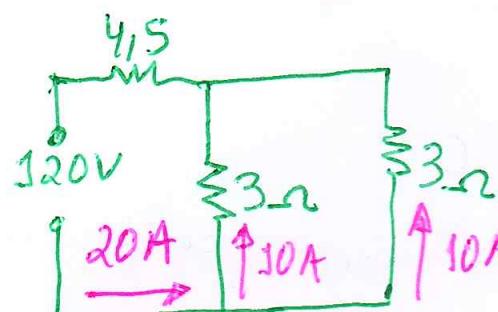
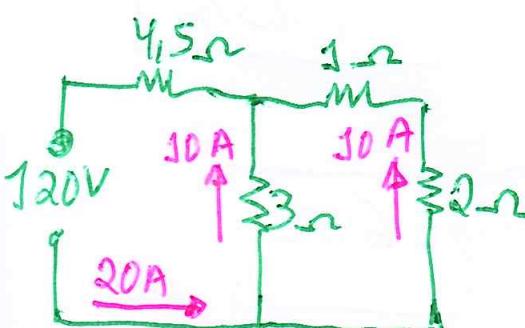
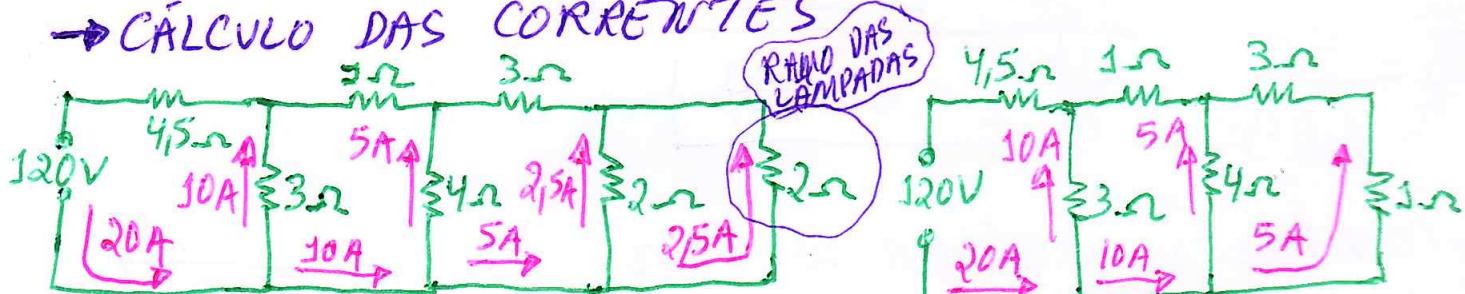
$$6R_{eq} = R \Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{6} \Rightarrow R_{eq} = \frac{12}{6} = 2\Omega$$

$$- \text{POTÊNCIA} = 3W \quad \text{TENSÃO} = 6V$$

$$I = \frac{P}{E} \Rightarrow I = \frac{3}{6} \Rightarrow I = 0,5A$$

$$R = \frac{P}{I^2} \Rightarrow R = \frac{3}{(0,5)^2} = \frac{3}{0,25} \Rightarrow R = 12\Omega$$

→ CÁLCULO DAS CORRENTES



$$R_{eq1} = 4,5 + 1,5$$

$$R_{eq1} = 6\Omega$$

$$I_M = \frac{120}{6}$$

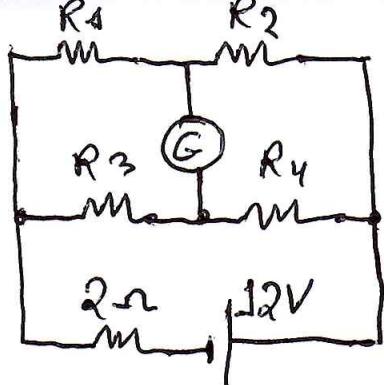
$$I_M = 20A$$

→ CORRENTE EM CADA LÂMPADA:  
 $\frac{2,5A}{6} = 0,42A$

→ TENSÃO EM CADA LÂMPADA:  
 $E = R \cdot I = 12 \times 0,42 = 5,04V$   
 INSUFICIENTE

NÃO  
FUNCTIONA  
NORMALMENTE

23

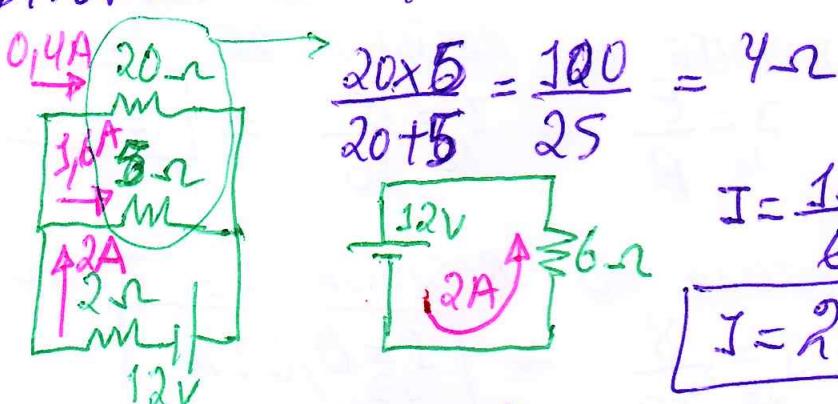
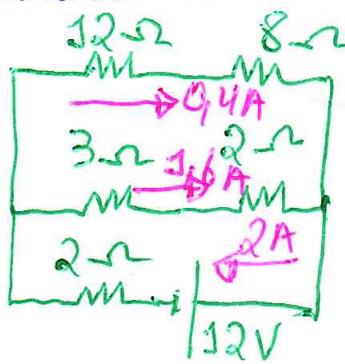


- DETERMINAR:  
EXPRESSÃO PARA  $R_4$  PARA  
A INTENSIDADE DE CORRENTE NO  
GALVANÔMETRO SEJA NULA.
- CORRENTES NOS DIVERSOS BRAÇOS  
→ QUANTIDADE DE ELETRICIDADE  
FORNECIDA PELA FONTE EM 20min.  
→ QUANTIDADE DE CALOR PRODUZIDA EM  $R_2$  EM  
10 HORAS

→ INTENSIDADE DA CORRENTE NO GALVANÔMETRO NULA

$$R_4 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1} = \frac{8 \cdot 3}{12} = \frac{24}{12} = 2\Omega$$

→ CORRENTE NOS DIVERSOS BRAÇOS



$$\frac{20 \times 5}{20 + 5} = \frac{100}{25} = 4\Omega$$

$$I = \frac{12}{6}$$

$$I = 2A$$

- QUEDA DE TENSÃO NO RESISTOR DE  $2\Omega$

$$E = R \cdot I \Rightarrow E = 2 \cdot 2 \Rightarrow E = 4V$$

- TENSÃO NOS RESISTORES DE  $2\Omega$  E  $5\Omega$ :

$$E = 12 - 4 \Rightarrow E = 8V$$

- CORRENTE NO RESISTOR DE  $5\Omega$

$$I = \frac{8}{5} = 1.6A$$

- CORRENTE NO RESISTOR DE  $20\Omega$

$$I = \frac{8}{20} = 0.4A$$

→ QUANTIDADE DE ELETRICIDADE EM 20min  
 $20\text{ min} = 1200s \Rightarrow Q = I \cdot t \Rightarrow Q = 2 \times 1200$

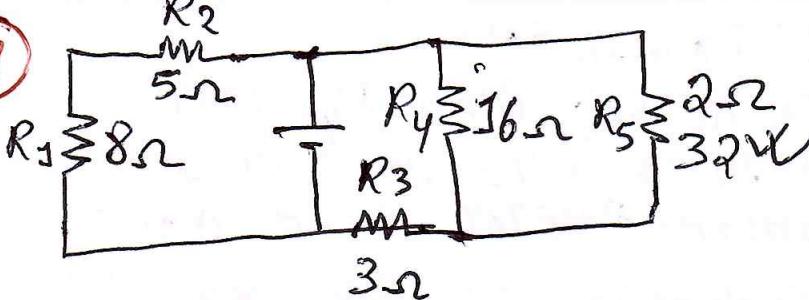
$$Q = 2.400 C$$

→ CALOR EM  $R_2$  EM 10 horas (36.000s)

$$P = R \cdot I^2 \Rightarrow 8 \cdot (0.4)^2 \Rightarrow P = 1.28W$$

$$W = P \cdot t = 1.28 \times 36.000 = 46080J$$

24

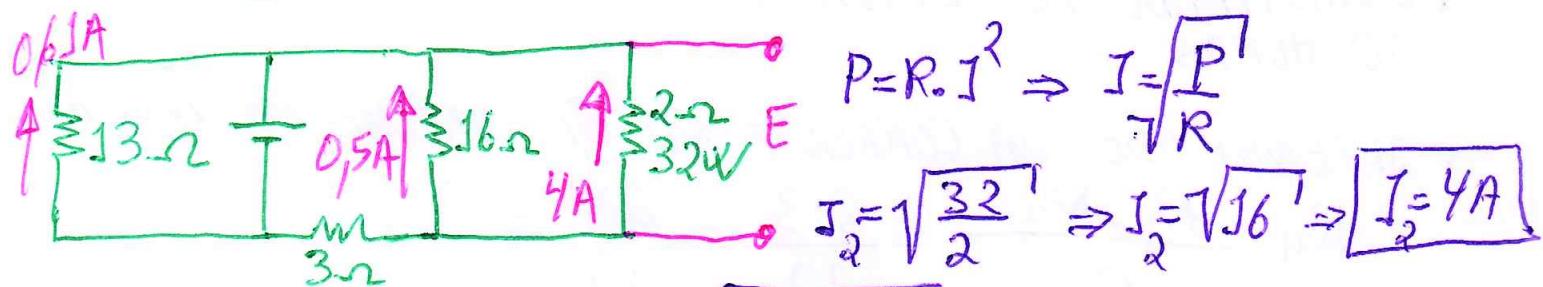


24

→ DETERMINAR:

- CORRENTES
- POTÊNCIA
- ENERGIA

CONSUMIDA EM  $R_4$  EM 5 MINUTOS



$$P = R \cdot I^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

$$E = R \cdot I \Rightarrow E = 13 \cdot 5 \Rightarrow E = 8\text{V}$$

- CORRENTE NO RESISTOR DE 16Ω

$$I_{16} = \frac{E}{R} \Rightarrow I_{16} = \frac{8}{16} \Rightarrow I_{16} = 0,5\text{A}$$

- CORRENTE NO RESISTOR DE 13Ω

$$I_{13} = \frac{8}{13} \Rightarrow I_{13} = 0,61\text{A}$$

- CORRENTE TOTAL:

$$I = I_2 + I_{13} + I_{16} \Rightarrow I = 5,1\text{A}$$

- POTÊNCIA

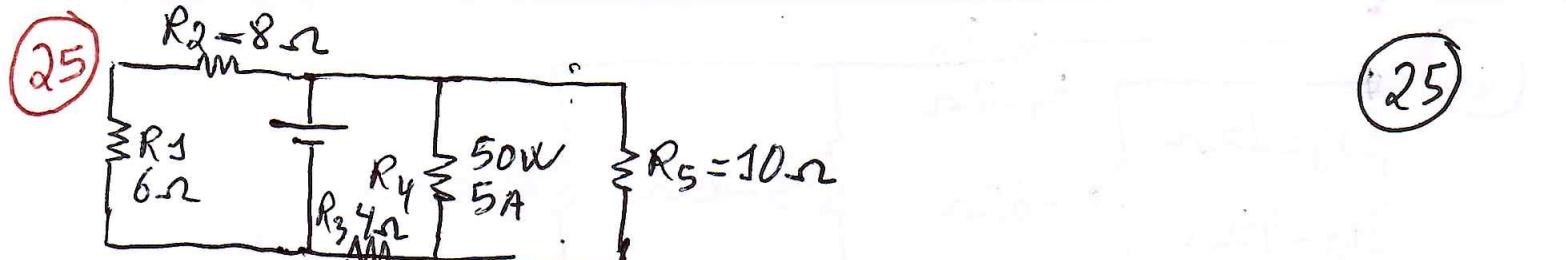
$$P = E \cdot I \Rightarrow P = 8 \times 5,1 \Rightarrow P = 40,8\text{W}$$

- ENERGIA CONSUMIDA EM  $R_4$  EM 5 min (300s)

$$W = P \cdot t$$

$$P_{R4} = E \cdot I \Rightarrow P_{R4} = 8 \cdot 0,5 \Rightarrow P_{R4} = 4\text{W}$$

$$W = 4 \cdot 300 \Rightarrow W = 1200\text{J}$$

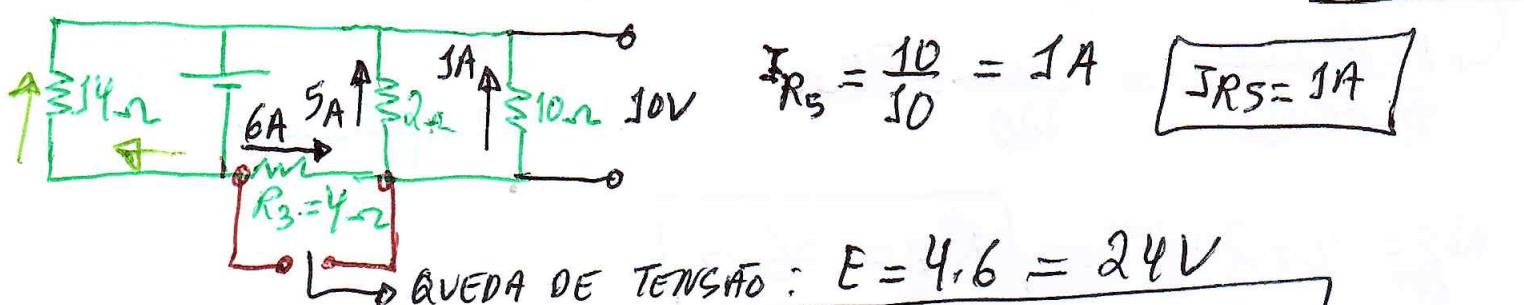
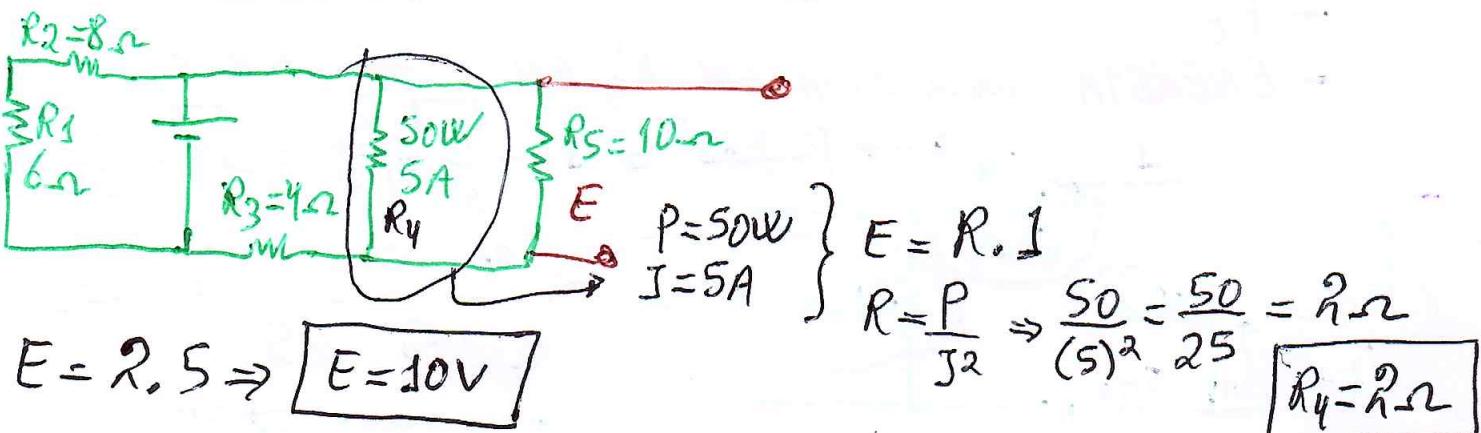


- DETERMINAR

- CORRENTES

- POTÊNCIA

- ENERGIA GASTA EM  $R_2$  EM 2 MINUTOS



$$\text{TENSÃO TOTAL} = 24 + 10 \Rightarrow \boxed{\text{TENSÃO TOTAL} = 34V}$$

RESISTÊNCIA TOTAL:

$\sum 14\Omega \parallel 4\Omega \parallel \sum 2\Omega \parallel 10\Omega$

$\Rightarrow \frac{2 \times 10}{2+10} = \frac{20}{12} = 1,67\Omega$

$R_T = 4 + 1,67 = 5,67\Omega$

$\sum 14\Omega \parallel 5,67\Omega$

$$R_{eq} = \frac{14 \times 5,67}{14 + 5,67} \Rightarrow \frac{79,38}{19,67} \Rightarrow \boxed{R_{eq} = 4\Omega}$$

CORRENTE TOTAL

- CORRENTE NO RESISTOR DE  $14\Omega$ :  $\frac{34}{14} \Rightarrow I_{R_3} = 2,43A$

- CORRENTE TOTAL =  $I_{R_1} + I_{R_3} = 6 + 2,43 \Rightarrow I_{TOTAL} = 8,43A$

POTÊNCIA

$P = E \cdot I \Rightarrow P = 34 \times 8,43 \Rightarrow \boxed{P = 286,62W}$

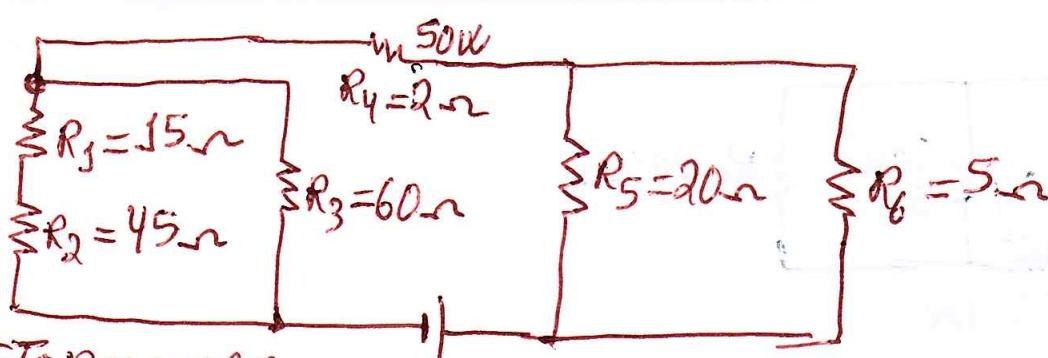
ENERGIA GASTA EM  $R_3$  EM 2 MINUTOS (120 segundos)

$P = R \cdot I^2 \Rightarrow 4 \cdot (6)^2 \Rightarrow 4 \cdot 36 \Rightarrow \boxed{P = 144W}$

$W = P \cdot t \Rightarrow 144 \times 120 \Rightarrow \boxed{W = 17.280J}$

26

26



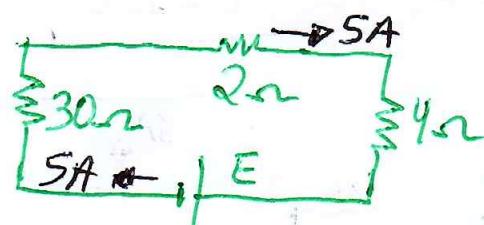
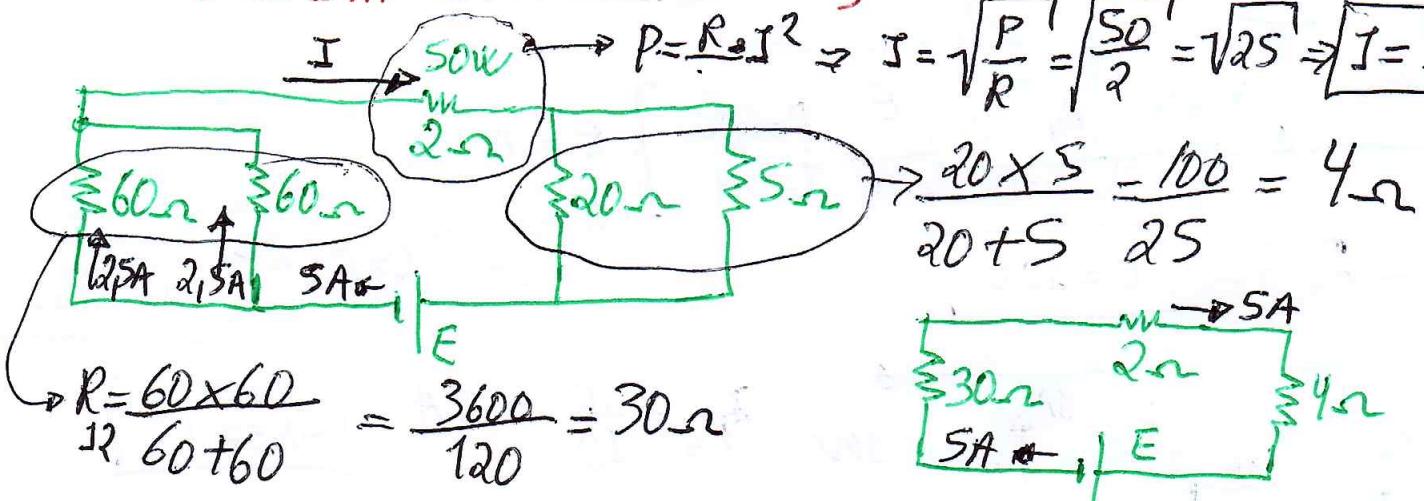
- DETERMINAR

$$- E_t$$

$$- P_t$$

- ENERGIA CONSUMIDA EM  $R_3$  EM 2 SEGUNDOS

$$I \rightarrow 50V \quad P = \frac{R \cdot I^2}{2} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{50}{2}} = \sqrt{25} \Rightarrow I = 5A$$



$$R_{eq} = 30 + 2 + 4 \Rightarrow R_{eq} = 36\Omega$$

⇒ TENSÃO TOTAL APLICADA:

$$E_t = R_{eq} \cdot I \Rightarrow E = 36 \cdot 5 \Rightarrow E_t = 180V$$

⇒ POTÊNCIA TOTAL

$$P_t = E_t \cdot I = P_t = 180 \times 5 \Rightarrow P_t = 900W$$

⇒ ENERGIA CONSUMIDA EM  $R_3$  EM 2 SEGUNDOS.

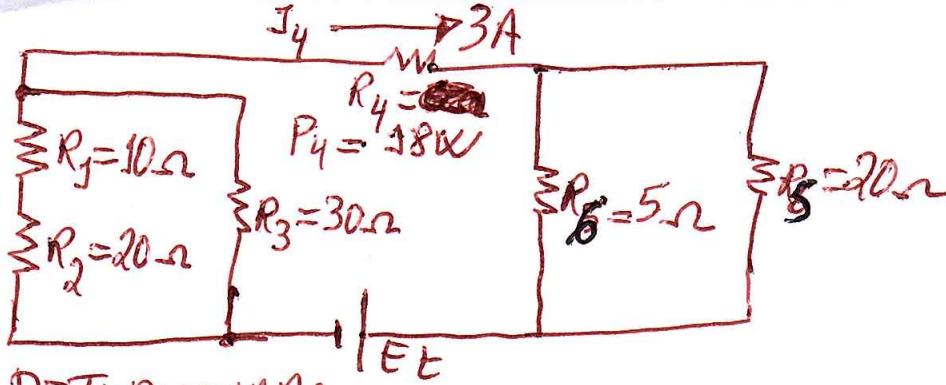
$$P_{R_3} = R_3 \cdot I^2 \Rightarrow 60 \cdot (2,5)^2 \Rightarrow 60 \times 6,25 \Rightarrow P_{R_3} = 375W$$

- ENERGIA:

$$W = P \cdot t \Rightarrow 375 \cdot 2 \Rightarrow W = 750 J$$

27

27

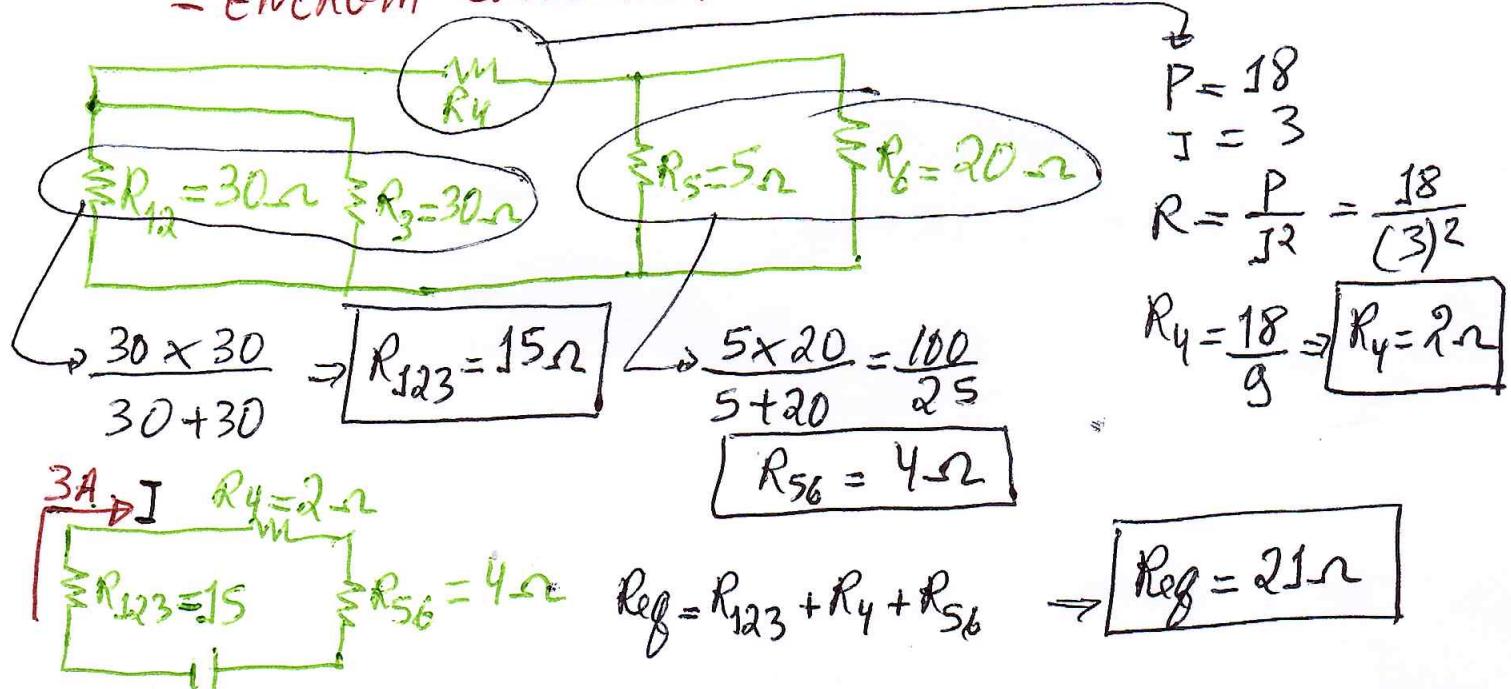


- DETERMINAR:

-  $E_t$

-  $P_t$

- ENERGIA CONSUMIDA EM  $R_5$  EM 2 SEGUNDOS



⇒ CÁLCULO DE  $E_t$

$$E_t = 21 \times 3 \Rightarrow E_t = 63V$$

$$E_t = R_{eq} \times I$$

⇒ CÁLCULO DA POTÊNCIA TOTAL  $P_t = E_t \cdot I \Rightarrow P_t = 63 \times 3 \Rightarrow P_t = 189W$

⇒ ENERGIA CONSUMIDA EM  $R_5$  EM 2 SEGUNDOS

- QUEDA DE TENSÃO EM  $R_{123}$ :  $R_{123} \times I = 15 \times 3 = 45V$
- QUEDA NO RESISTOR  $R_4$ :  $R_4 \times I = 2 \times 3 = 6V$
- TENSÃO NO RESISTOR  $R_5$ :  $E_t - (E_{123} + E_4) = 63 - (45 + 6) = 12V$
- CORRENTE NO RESISTOR  $R_5$ :  $I_{R5} = \frac{E}{R} = \frac{12}{20} \Rightarrow I_{R5} = 0,6A$

$$P = E \cdot I \Rightarrow P = 12 \times 0,6 \Rightarrow P = 7,2W$$

$$W = P \cdot t \Rightarrow 7,2 \times 2 \Rightarrow W = 14,4 J$$