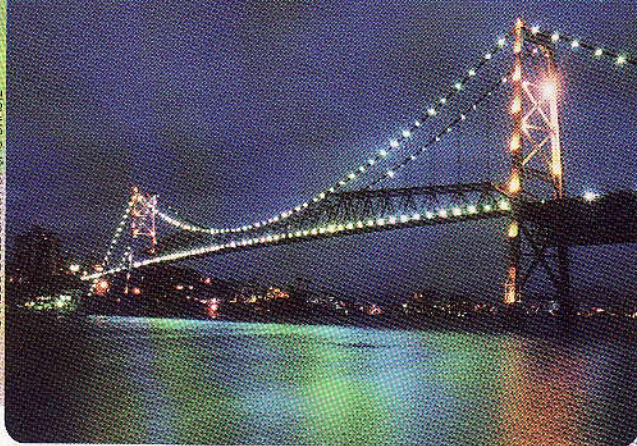


# Associação de resistores

1. RESISTOR EQUIVALENTE
2. ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE
3. REOSTATOS
4. APLICAÇÕES DO EFEITO JOULE
5. ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM PARALELO
6. ASSOCIAÇÃO MISTA DE RESISTORES
7. CURTO-CIRCUITO

CARLOS GOLDRUB / OPÇÃO BRASIL



Continuando o estudo dos resistores, analisamos agora as associações de resistores, que frequentemente estão presentes nos circuitos elétricos. As aplicações do efeito Joule constituem outro assunto abordado neste capítulo. Na foto, vemos uma associação de lâmpadas iluminando a ponte Hercílio Luz, em Florianópolis.



## 1. Resistor equivalente

Ao montar um circuito, é comum o operador necessitar de um valor de resistência diferentes dos valores fornecidos pelos resistores de que dispõe. Outras vezes, a corrente elétrica que vai atravessar o resistor é superior à que ele pode suportar sem ser danificado. Nessas situações, a solução é utilizar uma **associação de resistores**.

Os resistores podem ser associados basicamente de dois modos distintos: **em série** e **em paralelo**. É possível ainda que ambos os modos de associar estejam presentes; teremos então uma **associação mista**.

Qualquer que seja o tipo de associação, denominamos **resistor equivalente** aquele que funciona no circuito do mesmo modo que a associação, podendo substituí-la. Então, a **resistência da associação** é igual à **resistência do resistor equivalente**.



## 2. Associação de resistores em série

Na associação em série, os resistores são ligados um em seguida ao outro, de modo a serem percorridos pela mesma corrente elétrica. Na figura 1, representamos três resistores de resistências elétricas  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , associados em série, e o correspondente resistor equivalente, cuja resistência  $R_s$  é a resistência da associação. A corrente comum que os atravessa tem intensidade  $i$ .

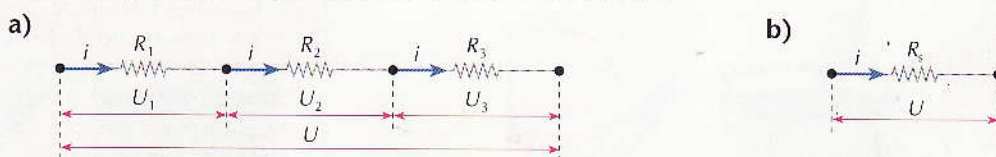


Figura 1. (a) Três resistores associados em série; (b) O resistor equivalente.

A potência dissipada em um resistor é dada por  $Pot = R \cdot i^2$ . Para os três resistores associados em série, teremos:

$$Pot_1 = R_1 \cdot i^2$$

$$Pot_2 = R_2 \cdot i^2$$

$$Pot_3 = R_3 \cdot i^2$$

Em uma associação de resistores em série, a potência dissipada em cada resistor é diretamente proporcional à sua resistência elétrica.



Considerando a definição de resistor equivalente, tudo se passa como se houvesse um único resistor de resistência  $R_s$  dissipando a potência  $Pot = R_s \cdot i^2$ . Essa potência corresponde à soma das potências dissipadas individualmente pelos resistores associados:

$$Pot = Pot_1 + Pot_2 + Pot_3 \Rightarrow R_s \cdot i^2 = R_1 \cdot i^2 + R_2 \cdot i^2 + R_3 \cdot i^2 \Rightarrow R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

Em uma associação de resistores em série, a resistência do resistor equivalente é igual à soma das resistências dos resistores associados.

Aplicando a lei de Ohm em cada resistor da figura 1, vem:

$$U_1 = R_1 \cdot i$$

$$U_2 = R_2 \cdot i$$

$$U_3 = R_3 \cdot i$$

Em uma associação de resistores em série, a ddp em cada resistor é diretamente proporcional à sua resistência elétrica.

Aplicando a lei de Ohm ao resistor equivalente, temos:  $U_1 = R_s \cdot i$

Multiplicando pela intensidade de corrente  $i$  ambos os membros da igualdade  $R_s = R_1 + R_2 + R_3$ , vem:

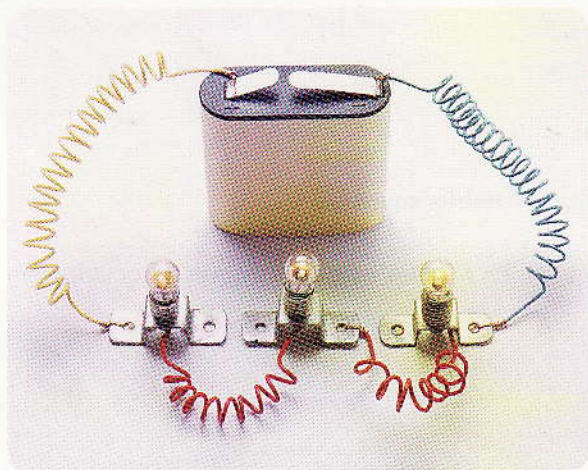
$$R_s \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i \Rightarrow U = U_1 + U_2 + U_3$$

A ddp de uma associação em série é igual à soma das ddps nos resistores associados.

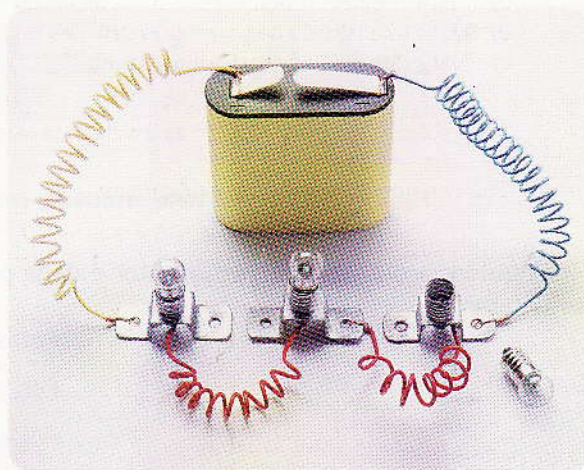
### OBSERVAÇÃO

No caso particular de uma associação em série de  $n$  resistores iguais,  $R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R_n$ , de resistência elétrica  $R$  cada um, temos:

$$R_s = nR$$



JAVIER JAIME / CID



JAVIER JAIME / CID

As três lâmpadas estão associadas em série, sendo atravessadas pela mesma corrente elétrica; quando uma é removida, interrompe-se a passagem da corrente e as outras se apagam.

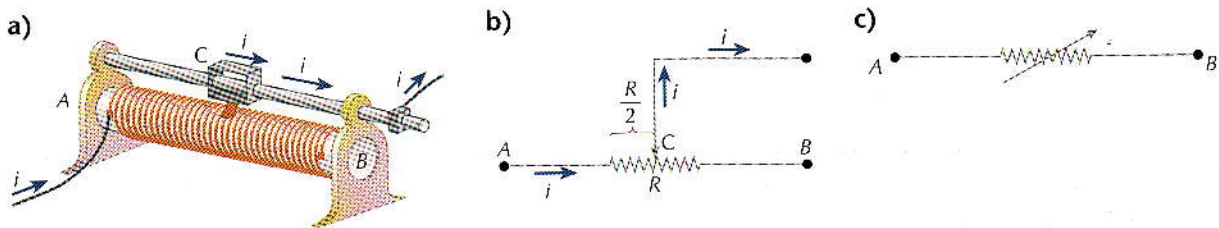




### 3. Reostatos

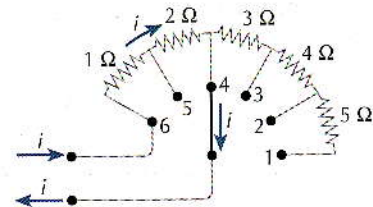
Denominam-se **reostatos** os resistores cuja resistência elétrica pode ser ajustada.

O **reostato de cursor** (figura 2a) é um resistor constituído por um fio metálico enrolado em um suporte isolante. Mudando-se a posição do cursor C, varia-se o comprimento do fio atravessado pela corrente. Assim, a resistência elétrica do reostato pode assumir grande número de valores entre zero e o valor total da resistência do fio metálico. Na figura 2b, mostra-se o modo usual de representar o reostato de cursor: no caso, sendo  $R$  a resistência total do fio, o cursor posicionado no ponto médio indica que a resistência elétrica incluída no circuito é apenas a metade, isto é,  $\frac{R}{2}$ . O símbolo de reostato mostrado na figura 2c também aparece com frequência na representação dos circuitos.



**Figura 2.** (a) Reostato de cursor; (b) Representação usual do reostato de cursor; (c) Símbolo de reostato.

Outro tipo de reostato é o **reostato de pontos** (figura 3). Trata-se de uma associação de resistores em série com pontos intermediários nos quais pode ser feita a ligação ao circuito. A diferença essencial entre esse aparelho e o reostato de cursor é que naquele a variação da resistência pode ser feita de modo contínuo, isto é, ele pode ter qualquer valor de resistência entre zero e o valor total  $R$ . Já no reostato de pontos, só alguns valores de resistência são possíveis entre zero e o valor máximo. Na figura 3, com a chave na posição 4, a resistência elétrica introduzida no circuito vale  $1\Omega + 2\Omega = 3\Omega$ .



**Figura 3.** Reostato de pontos.



### Exercícios resolvidos

**R.55** Um resistor de  $5\Omega$  e um resistor de  $20\Omega$  são associados em série e à associação aplica-se uma ddp de  $100\text{ V}$ .

- Qual a resistência equivalente da associação?
- Qual a intensidade de corrente elétrica na associação?
- Qual a ddp em cada resistor associado?

**Solução:**

A seqüência para a solução do exercício está esquematizada nas figuras ao lado.

a) A resistência equivalente é (figura a):

$$R_s = R_1 + R_2 \Rightarrow R_s = 5 + 20 \Rightarrow R_s = 25\Omega$$

b) Pela lei de Ohm (figura b), temos:

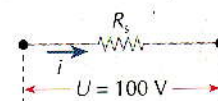
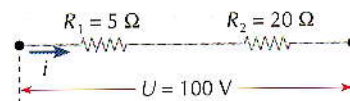
$$i = \frac{U}{R_s} \Rightarrow i = \frac{100}{25} \Rightarrow i = 4\text{ A}$$

c) A ddp em cada resistor é (figura c):

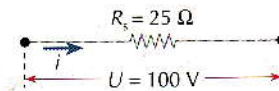
$$U_1 = R_1 \cdot i \Rightarrow U_1 = 5 \cdot 4 \Rightarrow U_1 = 20\text{ V}$$

$$U_2 = R_2 \cdot i \Rightarrow U_2 = 20 \cdot 4 \Rightarrow U_2 = 80\text{ V}$$

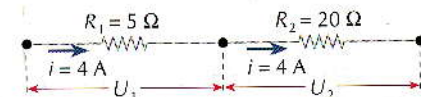
**Resposta:** a)  $25\Omega$ ; b)  $4\text{ A}$ ; c)  $20\text{ V}$  e  $80\text{ V}$



**Figura a**



**Figura b**



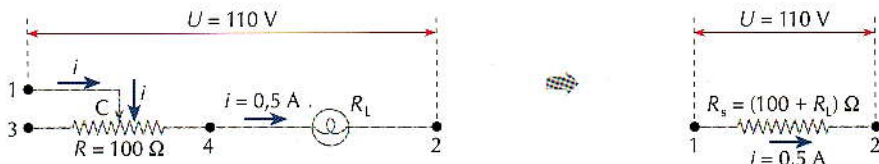
**Figura c**

- R.56** Entre os pontos 1 e 2 do circuito da figura abaixo mantém-se a ddp de 110 V. O cursor C está no ponto médio entre os pontos 3 e 4; a intensidade da corrente elétrica que passa pela lâmpada é de 0,5 A. Calcule a resistência elétrica  $R_L$  da lâmpada.



**Solução:**

Entre os pontos 1, 3 e 4 temos um reostato. Como é aplicada uma ddp entre os pontos 1 e 2, a resistência elétrica do reostato deve ser considerada entre o cursor C e 4, e vale 100 Ω. O reostato e a resistência  $R_L$  da lâmpada estão associados em série e são percorridos pela corrente  $i = 0,5$  A.



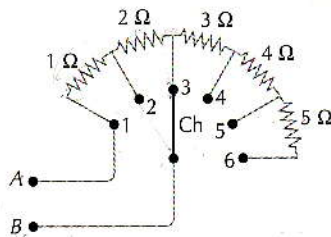
Pela lei de Ohm, temos:  $U = R_s \cdot i \Rightarrow 110 = (100 + R_L) \cdot 0,5 \Rightarrow 100 + R_L = 220 \Rightarrow R_L = 120 \Omega$

**Resposta:** 120 Ω



## Exercícios propostos

- \* **P.135** Dois resistores de resistências elétricas respectivamente iguais a 4 Ω e 6 Ω, ao serem associados em série, são percorridos por uma corrente elétrica de intensidade 2 A. Determine:
- a resistência equivalente da associação;
  - a ddp a que a associação está submetida;
  - a ddp em cada resistor associado.
- ◀ **P.136** Associam-se em série dois resistores de resistências  $R_1 = 7 \Omega$  e  $R_2 = 5 \Omega$ , e à associação aplica-se uma ddp de 120 V.
- Qual a resistência equivalente da associação?
  - Qual a intensidade de corrente elétrica na associação?
  - Qual a ddp em cada resistor associado?
- P.137** Ligam-se em série três resistores de resistências elétricas, respectivamente, 200 Ω, 0,5 kΩ e  $3 \cdot 10^{-4}$  MΩ ( $1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega$ ). Sendo a intensidade de corrente elétrica nos resistores igual a 0,1 A, calcule a ddp aplicada na associação.
- \* **P.138** A figura representa um reostato de pontos. Na situação esquematizada, o resistor de 1 Ω é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 2 A.



Determine:

- a ddp entre os terminais A e B;
- a intensidade de corrente elétrica no resistor de 2 Ω, quando a chave Ch é ligada nos pontos 4, 5 e 6;
- a máxima resistência elétrica do reostato.





## 4. Aplicações do efeito Joule

O efeito Joule representa um inconveniente nas máquinas elétricas, que se aquecem durante o funcionamento, e nas linhas de transmissão, devido à perda de energia elétrica que ocorre nesse processo. No entanto, a transformação de energia elétrica em térmica é exatamente o que se deseja nos **aquecedores elétricos**, como, por exemplo, o ferro de passar roupas, o ferro de soldar e os chuveiros elétricos. O efeito Joule também é fundamental nos **fusíveis** e nas **lâmpadas incandescentes**.



▲ Ferro de soldar

ANDREW LAMBERT  
PHOTOGRAPHY /  
SPL. LATINSTOCK

PARTE

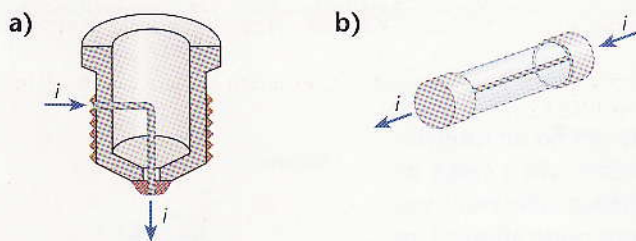
2

### 4.1. Fusíveis

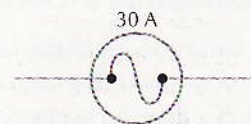
São genericamente denominados **fusíveis** os dispositivos que têm a finalidade de proteger circuitos elétricos. Seu componente básico é um condutor de baixo ponto de fusão, que se funde ao ser atravessado por corrente elétrica de intensidade maior do que um determinado valor.

O **fusível deve ser colocado em série com os aparelhos do circuito**, de modo que, ao ocorrer a fusão de seu condutor, haja interrupção da passagem da corrente elétrica. Assim, os aparelhos não serão atravessados por correntes de intensidade elevada, as quais poderiam danificá-los.

Na figura 4, aparecem esquematizados dois tipos comuns de fusíveis: o fusível de rosca e o fusível de cartucho. No primeiro (figura 4a), o condutor costuma ser um fio de chumbo, que liga seus terminais. No fusível de cartucho (figura 4b), os terminais do dispositivo geralmente são ligados por um fio ou uma lâmina de estanho. A figura 5 representa o símbolo de fusível utilizado nos circuitos elétricos. Comumente, junto ao símbolo, vem indicado o valor da máxima intensidade de corrente elétrica que ele suporta sem se fundir.



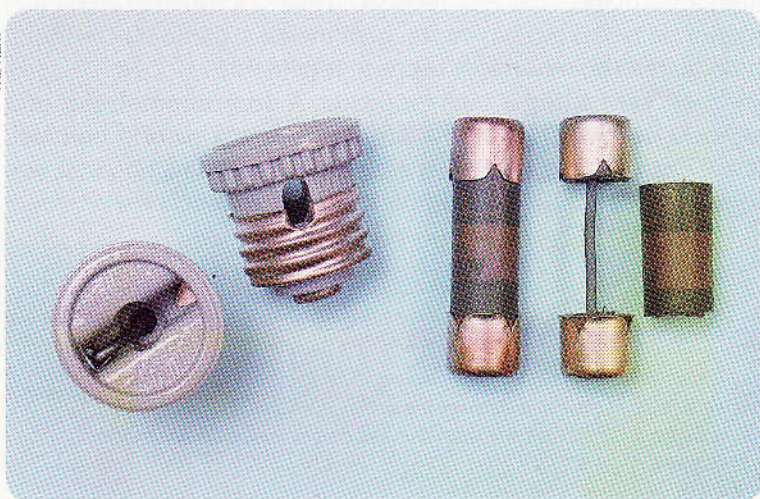
**Figura 4.** Tipos comuns de fusíveis. (a) fusível de rosca; (b) fusível de cartucho.



**Figura 5.** Símbolo do fusível.

Nos fusíveis de cartucho há um cilindro de papelão envolvente que, quando removido, revela a existência de uma lâmina metálica unindo as extremidades do fusível. É essa lâmina que se funde quando a corrente elétrica ultrapassa determinada intensidade.

THE NEXT



◀ À esquerda dois fusíveis de rosca, visualizando-se no primeiro o fio de chumbo que une seus terminais; à direita, dois fusíveis de cartucho, tendo sido removido o envoltório do último para mostrar o fio metálico que liga suas extremidades.

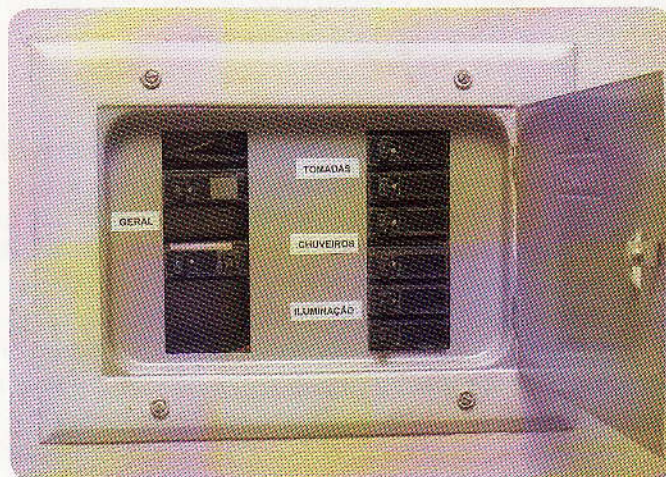


## Disjuntores

Modernamente, nos circuitos elétricos de residências, edifícios e indústrias, utilizam-se dispositivos de proteção cujo funcionamento se baseia no efeito magnético da corrente elétrica: os **disjuntores**. Em essência, o **disjuntor** é uma chave magnética que se desliga automaticamente quando a intensidade da corrente elétrica ultrapassa determinado valor. Os disjuntores substituem com vantagens os fusíveis, pois não necessitam ser trocados: uma vez removida a causa que provocou seu desligamento, basta acioná-los novamente para que a circulação da corrente elétrica se restabeleça.



▲ Disjuntores de 15 A



▲ Disjuntores no quadro de luz de uma casa

## 4.2. Lâmpada incandescente

A **lâmpada incandescente** é constituída de um fio de tungstênio denominado **filamento**, cuja temperatura de fusão é cerca de  $3.400\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Esse fio é enrolado segundo uma hélice cilíndrica; seu diâmetro é inferior a  $0,1\text{ mm}$  e seu comprimento pode atingir  $1\text{ m}$  (figura 6). Passando corrente elétrica no filamento, ele se aquece, pois a energia elétrica dissipada aumenta sua temperatura para valores da ordem de  $3.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; desse modo, o filamento torna-se incandescente e começa a emitir luz. A essa temperatura, o tungstênio, se estivesse no ar, seria rapidamente oxidado. A fim de evitar essa oxidação, o filamento é colocado dentro de um bulbo de vidro isento de ar.

Antigamente era feito o vácuo no interior do bulbo, mas esse recurso facilitava a sublimação do filamento. Passou-se, então, a colocar no interior do bulbo um gás inerte, geralmente argônio ou criptônio. A presença do gás retarda a sublimação do filamento, mas não a suprime totalmente.

O brilho de uma lâmpada está relacionado com a ddp à qual for ligada. A **ddp nominal** vem gravada na lâmpada, assim como a sua **potência nominal**. Quando a lâmpada é ligada na ddp nominal, ela dissipa a potência nominal e seu brilho é normal. Quando ligada em ddp menor que a nominal, seu brilho é menor que o normal; já em ddp acima da nominal, a lâmpada dissipa potência maior que a nominal, queimando-se.



Figura 6. Lâmpada incandescente



### Entre na rede

No endereço eletrônico <http://jersey.noregon.edu/vlab/Voltage/index.html> (acesso em 2/7/2007), você pode montar, mediante simulações, uma associação de resistores em série com uma lâmpada e uma bateria. Ainda, pode variar o número de resistores associados e a tensão mantida pela bateria. Ao fechar a chave, verifique o comportamento da lâmpada.



■ Área da seção transversal do filamento de tungstênio nas lâmpadas incandescentes

- 1º caso: lâmpadas incandescentes de potências diferentes operando sob mesma tensão

Considere duas lâmpadas de 127 V, uma de potência 40 W e outra de 100 W.

Vamos supor que seus filamentos de tungstênio tenham o mesmo comprimento. A lâmpada de 100 W possui filamento mais grosso do que a de 40 W.

$$Pot = \frac{U^2}{R}, \text{ com } R = \rho \cdot \frac{L}{A}, \text{ vem: } Pot = \frac{U^2}{\rho \cdot \frac{L}{A}}, \text{ portanto: } A = \frac{\rho \cdot L \cdot Pot}{U^2}$$

Sendo  $U$  constante concluímos que:

A área  $A$  da seção transversal é diretamente proporcional à potência.

- 2º caso: lâmpadas incandescentes de mesma potência operando sob tensões diferentes

Considere duas lâmpadas de mesma potência, sendo que uma delas é de 127 V e a outra de 220 V. Vamos supor que seus filamentos de tungstênio tenham o mesmo comprimento. A lâmpada de 220 V possui filamento mais fino do que a de 127 V.

De  $A = \frac{\rho \cdot L \cdot Pot}{U^2}$  e sendo a potência constante, concluímos que:

A área da seção transversal é inversamente proporcional ao quadrado da tensão.

**A emissão de luz na lâmpada incandescente**

Quando a corrente elétrica atravessa o filamento de uma lâmpada incandescente, ocorre a transformação de energia elétrica em energia térmica devido às colisões dos elétrons que constituem a corrente elétrica com os átomos do filamento. À medida que a temperatura se eleva, torna-se mais intensa a emissão de energia radiante (ondas eletromagnéticas) pelo filamento. Entretanto, nem toda radiação emitida é visível. Por aquecimento, os átomos do filamento são excitados, isto é, seus elétrons passam para um nível energético mais elevado, saltando de uma órbita mais interna para outra mais externa. Quando o elétron volta a seu nível de energia anterior, ele emite, sob a forma de luz, a energia que recebeu, caso a frequência da radiação emitida esteja entre  $4,0 \cdot 10^{14}$  Hz e  $7,5 \cdot 10^{14}$  Hz.



IGNACIO SABATER / CID



1988 WATTERSON / DIST. BY ATLANTIC SYNDICATION/ UNIVERSAL PUBLISHING SYNDICATE

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



## Exercícios resolvidos

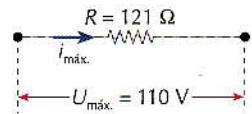
**R.57** Um resistor de resistência elétrica  $121 \Omega$  tem dissipação nominal  $100 \text{ W}$ . Calcule:

- a) a máxima ddp à qual ele poderá ser ligado;      b) a máxima corrente elétrica que pode percorrê-lo.

**Solução:**

- a) **Dissipação nominal** é a potência máxima que o resistor pode dissipar:  $Pot_{\text{máx.}} = 100 \text{ W}$ . Como conhecemos a  $Pot_{\text{máx.}}$  e a resistência elétrica do resistor  $R = 121 \Omega$ , utilizemos a fórmula:

$$Pot_{\text{máx.}} = \frac{U_{\text{máx.}}^2}{R} \Rightarrow U_{\text{máx.}}^2 = Pot_{\text{máx.}} \cdot R \Rightarrow U_{\text{máx.}}^2 = 100 \cdot 121 \Rightarrow U_{\text{máx.}} = 110 \text{ V}$$



- b) Pela lei de Ohm, temos:  $i_{\text{máx.}} = \frac{U_{\text{máx.}}}{R} \Rightarrow i_{\text{máx.}} = \frac{110}{121} \Rightarrow i_{\text{máx.}} \approx 0,91 \text{ A}$

**Resposta:** a)  $110 \text{ V}$ ; b)  $\approx 0,91 \text{ A}$

**Observação:**

Nesse resistor deve ser gravada a especificação ( $100 \text{ W} - 110 \text{ V}$ ).

**R.58** Duas lâmpadas, uma de  $10 \text{ W} - 110 \text{ V}$  e outra de  $100 \text{ W} - 110 \text{ V}$ , são ligadas em série a uma tomada de  $220 \text{ V}$ . O que acontece com as lâmpadas?

**Solução:**

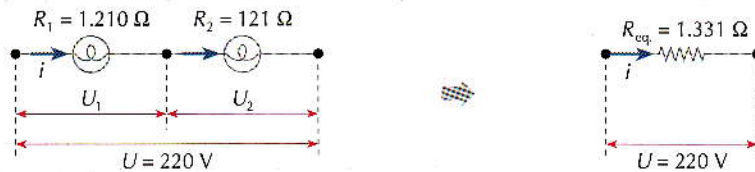
Sendo dados os valores nominais das lâmpadas (potência, ddp), determinemos suas resistências. Como

$Pot = \frac{U^2}{R}$ , vem  $R = \frac{U^2}{Pot}$ . Assim:

$$R_1 = \frac{(110)^2}{10} \Rightarrow R_1 = 1.210 \Omega \quad \text{e} \quad R_2 = \frac{(110)^2}{100} \Rightarrow R_2 = 121 \Omega$$

Ligando-as em série, a resistência equivalente é:  $R_{\text{eq.}} = R_1 + R_2 \Rightarrow R_{\text{eq.}} = 1.331 \Omega$

As duas lâmpadas são percorridas pela mesma corrente elétrica  $i$ :



Pela lei de Ohm, temos:  $i = \frac{U}{R_{\text{eq.}}} \Rightarrow i = \frac{220}{1.331} \Rightarrow i = \frac{20}{121} \text{ A}$

Em cada lâmpada têm-se as ddps:

$$U_1 = R_1 \cdot i \Rightarrow U_1 = 1.210 \cdot \frac{20}{121} \Rightarrow U_1 = 200 \text{ V} \quad \text{e} \quad U_2 = R_2 \cdot i \Rightarrow U_2 = 121 \cdot \frac{20}{121} \Rightarrow U_2 = 20 \text{ V}$$

**Resposta:** Na lâmpada de  $10 \text{ W}$ , a ddp é maior que a nominal ( $200 \text{ V} > 110 \text{ V}$ ) e assim ela apresentará brilho acima do normal e logo queimará. Na de  $100 \text{ W}$ , a ddp é menor que a nominal ( $20 \text{ V} < 110 \text{ V}$ ) e seu brilho será menor que o normal. Entretanto, quando a lâmpada de  $10 \text{ W}$  queimar, a de  $100 \text{ W}$  se apagará, pois como estão ligadas em série, o circuito ficará aberto.

## Exercícios propostos

**P.139** Um resistor de resistência elétrica  $10 \Omega$  tem dissipação nominal de  $1 \text{ W}$ . Determine:

- a) a máxima ddp à qual pode ser submetido;  
b) a máxima corrente elétrica que pode percorrê-lo.

**P.140** Um eletricista compra três lâmpadas com as seguintes características:  $L_1$  ( $200 \text{ W} - 110 \text{ V}$ ),  $L_2$  ( $100 \text{ W} - 110 \text{ V}$ ) e  $L_3$  ( $25 \text{ W} - 110 \text{ V}$ ). Em seguida, ele associa as três lâmpadas em série e aplica à associação uma ddp de  $220 \text{ V}$ . O que acontece com as lâmpadas?





## 5. Associação de resistores em paralelo

Vários resistores estão associados em **paralelo** quando são **ligados pelos terminais**, de modo a ficarem submetidos à **mesma ddp**. Na figura 7, representamos três resistores de resistências elétricas  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , associados em paralelo, e o correspondente resistor equivalente, cuja resistência  $R_p$  é a resistência da associação.  $U$  é a ddp comum aos resistores.

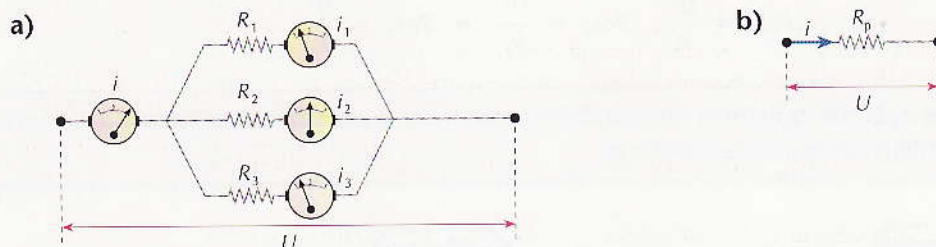


Figura 7. (a) Três resistores associados em paralelo; b) O resistor equivalente.

A intensidade de corrente elétrica  $i$  do circuito principal divide-se, nos resistores associados, em valores  $i_1$ ,  $i_2$  e  $i_3$ . Com a ajuda de amperímetros, convenientemente dispostos, verifica-se que:

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

A intensidade de corrente em uma associação de resistores em paralelo é igual à soma das intensidades das correntes nos resistores associados.

Pela lei de Ohm, temos  $U = R_1 \cdot i_1$ ,  $U = R_2 \cdot i_2$ ,  $U = R_3 \cdot i_3$ . Portanto:  $R_1 \cdot i_1 = R_2 \cdot i_2 = R_3 \cdot i_3$

Em uma associação de resistores em paralelo, o produto da resistência elétrica de cada um deles pela respectiva intensidade de corrente elétrica é igual para todos os resistores associados.

Ainda da lei de Ohm:

$$i_1 = \frac{U}{R_1}, \quad i_2 = \frac{U}{R_2} \quad \text{e} \quad i_3 = \frac{U}{R_3}$$

Em uma associação de resistores em paralelo, a intensidade de corrente elétrica em cada resistor é inversamente proporcional à sua resistência elétrica.

Submetido à ddp  $U$  da associação, o resistor equivalente à associação  $R_p$  será percorrido pela corrente total  $i$ , então:

$$U = R_p \cdot i \Rightarrow i = \frac{U}{R_p}$$

Como  $i = i_1 + i_2 + i_3$  vem:  $\frac{U}{R_p} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

Em uma associação de resistores em paralelo, o inverso da resistência equivalente da associação é igual à soma dos inversos das resistências associadas.

No caso de **dois resistores** associados em paralelo temos:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \Rightarrow R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Portanto, no caso da associação de dois resistores em paralelo, a resistência equivalente é dada pela razão entre o produto ( $R_1 \cdot R_2$ ), e a soma ( $R_1 + R_2$ ) das resistências dos resistores.



Se tivermos  $n$  resistores iguais, de resistência  $R$  cada um, obteremos:

$$R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R_n = R \text{ e, então: } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{n}{R} \Rightarrow R_p = \frac{R}{n}$$

A potência elétrica dissipada em cada resistor da associação é dada por:

$$Pot_1 = \frac{U^2}{R_1}, \quad Pot_2 = \frac{U^2}{R_2} \text{ e } Pot_3 = \frac{U^2}{R_3}$$

Em uma associação de resistores em paralelo, a potência dissipada em cada resistor é inversamente proporcional à sua resistência elétrica.



As três lâmpadas estão associadas em paralelo, isto é, sob uma mesma ddp; quando uma é removida, as outras mantêm sua luminosidade, indicando não ter havido alteração nas correntes elétricas que as atravessam.



## Exercícios resolvidos

**R.59** Um resistor de  $5 \Omega$  e um resistor de  $20 \Omega$  são associados em paralelo e a essa associação aplica-se uma ddp de  $100 \text{ V}$ .

- Qual a resistência equivalente da associação?
- Qual a intensidade de corrente elétrica em cada resistor?
- Qual a intensidade de corrente elétrica na associação?

**Solução:**

A seqüência para a solução do exercício está esquematizada nas figuras ao lado.

a) A resistência equivalente é (figura a):

$$R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_p = \frac{5 \cdot 20}{5 + 20} \Rightarrow R_p = 4 \Omega$$

b) Pela lei de Ohm, as intensidades de corrente elétrica são (figura b):

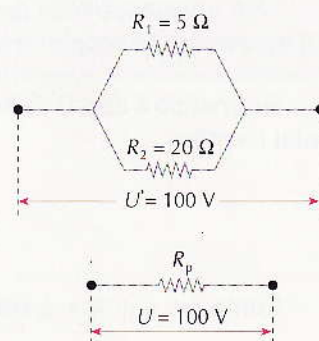
$$i_1 = \frac{U}{R_1} \Rightarrow i_1 = \frac{100}{5} \Rightarrow i_1 = 20 \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{U}{R_2} \Rightarrow i_2 = \frac{100}{20} \Rightarrow i_2 = 5 \text{ A}$$

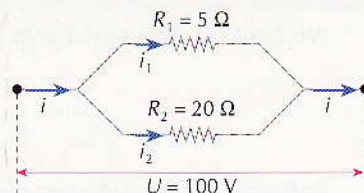
c) A intensidade de corrente elétrica na associação valerá:

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow i = 20 + 5 \Rightarrow i = 25 \text{ A}$$

**Resposta:** a)  $4 \Omega$ ; b)  $i_1 = 20 \text{ A}$  e  $i_2 = 5 \text{ A}$ ; c)  $25 \text{ A}$



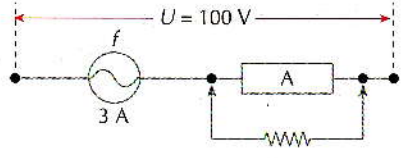
**Figura a**



**Figura b**



**R.60** Na associação ao lado, A é um aquecedor onde está gravado (200 W — 100 V) e  $f$  um fusível de resistência desprezível que suporta uma corrente elétrica máxima de 3 A. Calcule o menor valor da resistência elétrica de um resistor que pode ser ligado em paralelo com o aquecedor sem queimar o fusível.



**Solução:**

O aquecedor está ligado corretamente, pois  $U = 100\text{ V}$  e, desse modo, ele dissipa a potência  $Pot = 200\text{ W}$ . Então, a corrente que o percorre terá intensidade:

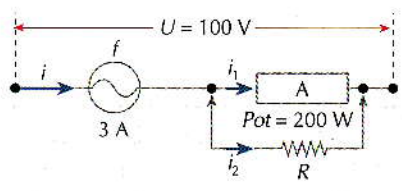
$$Pot = U \cdot i_1 \Rightarrow i_1 = \frac{Pot}{U} \Rightarrow i_1 = \frac{200}{100} \Rightarrow i_1 = 2\text{ A}$$

Deve-se ter  $i = 3\text{ A}$ , pois acima desse valor o fusível queima. No resistor  $R$ , em paralelo, poderá passar a corrente  $i_2$ , tal que:

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow i_2 = i - i_1 = 3 - 2 \Rightarrow i_2 = 1\text{ A}$$

Portanto, pela lei de Ohm:  $R = \frac{U}{i_2} \Rightarrow R = \frac{100}{1} \Rightarrow R = 100\ \Omega$

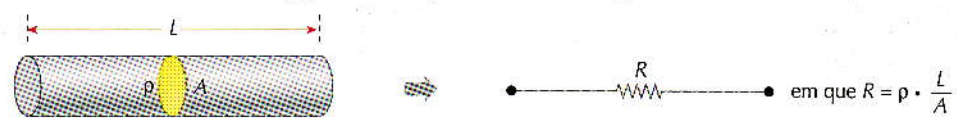
**Resposta:** 100  $\Omega$



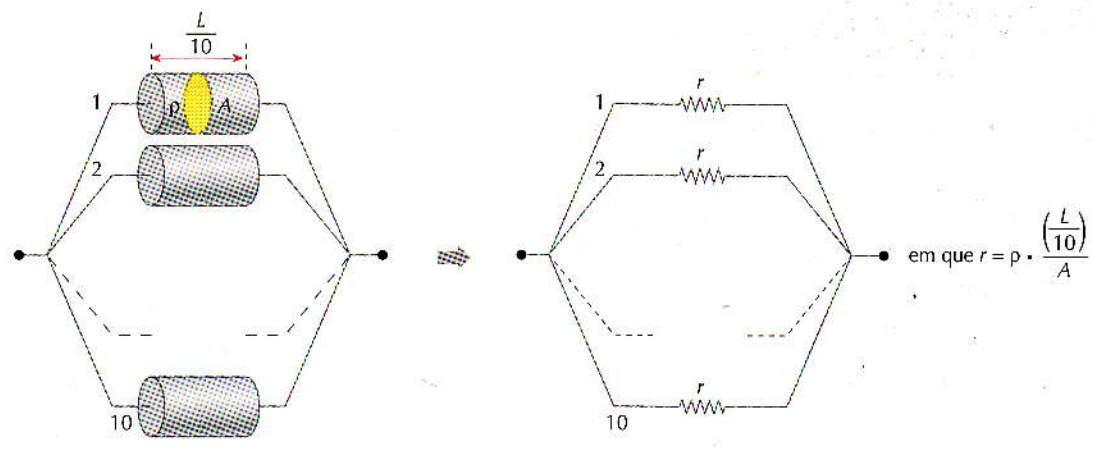
**R.61** Um fio condutor homogêneo, de seção transversal constante de área  $A$  e comprimento  $L$ , tem resistência elétrica  $R$ . Esse fio é dividido em 10 pedaços iguais que são ligados em paralelo, formando um cabo cuja resistência vale  $R_c$ . Calcule a relação entre  $R_c$  e  $R$ .

**Solução:**

O fio condutor de resistividade  $\rho$  pode ser esquematizado da seguinte maneira:



Para o cabo formado temos:



A resistência elétrica  $r$  de cada pedaço valerá:  $r = \frac{1}{10} \cdot \rho \cdot \frac{L}{A} \Rightarrow r = \frac{1}{10} \cdot R$

Por outro lado, a resistência elétrica do cabo  $R_c$  será equivalente a 10 resistores iguais de resistência elétrica  $r$  cada, associados em paralelo. Portanto:

$$R_c = \frac{r}{10} \Rightarrow R_c = \frac{\left(\frac{1}{10} \cdot R\right)}{10} \Rightarrow R_c = \frac{1}{100} \cdot R \Rightarrow \frac{R_c}{R} = \frac{1}{100}$$

**Resposta:**  $\frac{1}{100}$

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.





## Exercícios propostos

**P.141** Associam-se em paralelo dois resistores de resistências  $R_1 = 20 \Omega$  e  $R_2 = 30 \Omega$ , e a essa associação aplica-se a ddp de 120 V.

- Qual a resistência equivalente da associação?
- Quais as intensidades de corrente elétrica em cada resistor?
- Qual a intensidade de corrente elétrica na associação?

**P.142** Três lâmpadas incandescentes iguais estão associadas em paralelo, e a ddp entre os terminais da associação é mantida constante. Se uma das lâmpadas queimar, o que ocorrerá com a intensidade de corrente elétrica em cada uma das outras?

**P.143** Em uma residência são ligados em paralelo, simultaneamente, 12 lâmpadas de 100 W cada, um ferro elétrico de 720 W, um chuveiro de 2.400 W, um aquecedor de 1.200 W e um liquidificador de 360 W. A ddp constante na residência é de 120 V. Calcule a intensidade de corrente elétrica que atravessa o fusível que protege o circuito.

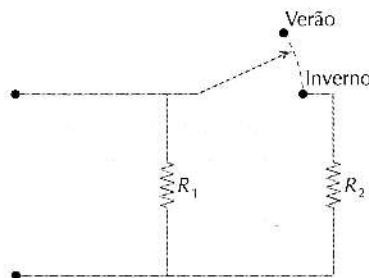
**P.144** (Fuvest-SP) Várias lâmpadas idênticas estão ligadas em paralelo a uma rede de alimentação de 110 V. Sabendo-se que a corrente elétrica que percorre cada lâmpada é de  $\frac{6}{11}$  A, pergunta-se:

- Qual a potência dissipada em cada lâmpada?
- Se a instalação das lâmpadas estiver protegida por um fusível que suporta até 15 A, quantas lâmpadas, no máximo, podem ser ligadas?

**P.145** (UFRJ) Você dispõe de várias lâmpadas idênticas, de 60 W – 120 V, e de uma fonte de tensão capaz de manter em seus terminais, sob quaisquer condições, uma diferença de potencial constante e igual a 120 V. Considere as lâmpadas funcionando normalmente, isto é, com seu brilho máximo. Calcule quantas lâmpadas, no máximo, podem ser ligadas a essa fonte sem queimar um fusível de 15 A que protege a rede.

**P.146** (PUC-RJ) O sistema de aquecimento de um chuveiro elétrico está representado na figura abaixo. Com a chave na posição “inverno”, o chuveiro dissipa 2.200 W, enquanto, na posição “verão”, dissipa 1.100 W. A tensão na rede de alimentação é de 110 V. Admitindo que os valores dessas resistências não variam com a temperatura, responda:

- Qual o valor da corrente que passa pelo fio de alimentação do chuveiro quando este é ligado na posição “inverno”?
- Qual o valor das resistências  $R_1$  e  $R_2$ ?



## 6. Associação mista de resistores

As **associações mistas** de resistores são aquelas constituídas por associações em paralelo e associações em série. Qualquer associação mista pode ser substituída por um resistor equivalente, que se obtém considerando-se que cada associação parcial (série ou paralelo) equivale a apenas um resistor.

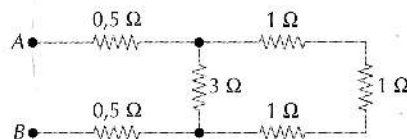
Para determinar a resistência equivalente em uma associação é muito útil designar os **nós** e os **terminais** da associação por letras. **Nós** são os pontos em que a corrente se divide; **terminais**, os pontos entre os quais se quer determinar a resistência equivalente. Simplifica-se aos poucos o esquema resolvendo as associações em que os resistores estejam claramente em série (um depois do outro, sem ramificação) ou em paralelo (ligados aos mesmos pontos).

**Cuidado:** durante o processo não podem desaparecer os terminais da associação.



## Exercícios resolvidos

**R.62** Dada a associação na figura, calcule a resistência equivalente entre os pontos A e B.

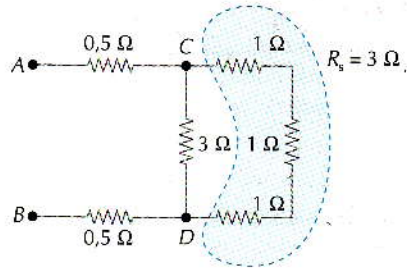




**Solução:**

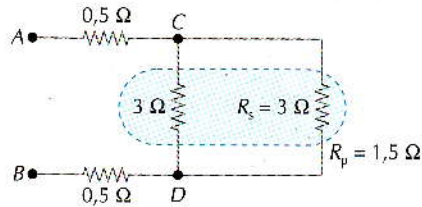
Nessa associação, A e B são os **terminais** (pontos entre os quais se quer calcular a resistência equivalente); chamemos de C e D os **nós** (pontos em que a corrente se divide). De início, só temos certeza de que os três resistores de 1 Ω cada estão associados em série; então:

$$R_s = 1 + 1 + 1 \Rightarrow R_s = 3 \Omega$$



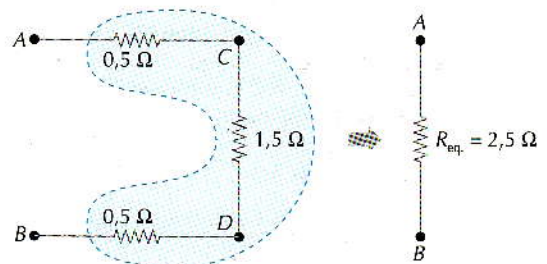
Substituindo os três resistores pelo seu equivalente e refazendo o esquema, os dois resistores de 3 Ω cada, entre C e D, estão associados em paralelo; então, sendo os dois resistores iguais, vem:

$$R_p = \frac{R_s}{n} \Rightarrow R_p = \frac{3}{2} \Rightarrow R_p = 1,5 \Omega$$



Finalmente, no esquema ao lado, os resistores 0,5 Ω, 1,5 Ω e 0,5 Ω estão associados em série entre os terminais A e B. A resistência equivalente da associação será:

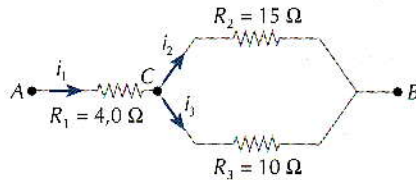
$$R_{eq} = 0,5 + 1,5 + 0,5 \Rightarrow R_{eq} = 2,5 \Omega$$



**Resposta:** 2,5 Ω

**R.63** No circuito elétrico esquematizado abaixo tem-se  $i_2 = 2,0$  A. Determine:

- a) a intensidade da corrente elétrica  $i_1$ ;
- b) a diferença de potencial entre os pontos A e B.



**Solução:**

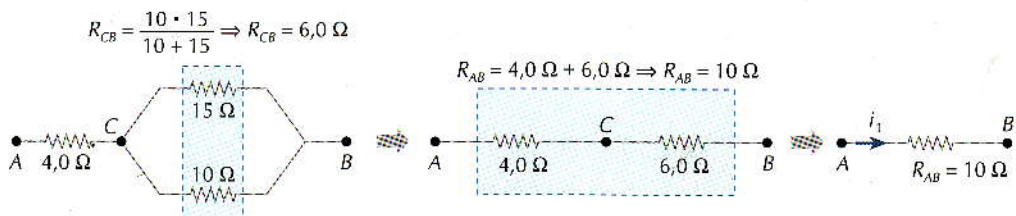
a) Os resistores de resistências  $R_2$  e  $R_3$  estão em paralelo e, portanto, sob mesma ddp:

$$R_2 \cdot i_2 = R_3 \cdot i_3 \Rightarrow 15 \cdot 2,0 = 10 \cdot i_3 \Rightarrow i_3 = 3,0 \text{ A}$$

Assim, a intensidade da corrente elétrica total  $i_1$  será:

$$i_1 = i_2 + i_3 \Rightarrow i_1 = 2,0 + 3,0 \Rightarrow i_1 = 5,0 \text{ A}$$

b) Vamos, inicialmente, determinar a resistência equivalente da associação:



A resistência equivalente  $R_{AB} = 10 \Omega$  é percorrida pela corrente elétrica  $i_1 = 5,0$  A. Logo:

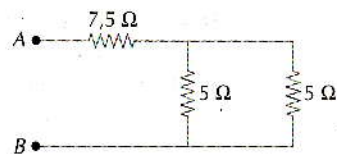
$$U_{AB} = R_{AB} \cdot i_1 \Rightarrow U_{AB} = 10 \cdot 5,0 \Rightarrow U_{AB} = 50 \text{ V}$$

**Resposta:** a) 5,0 A; b) 50 V



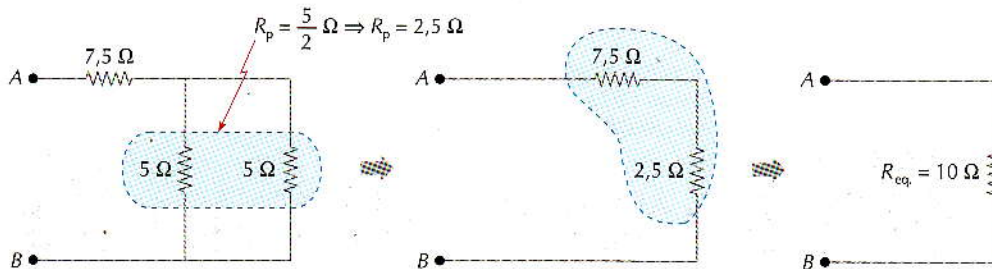
**R.64** No circuito esquematizado, a ddp entre os terminais A e B vale 100 V. Determine:

- a resistência equivalente entre os pontos A e B;
- a intensidade de corrente elétrica no resistor de 7,5 Ω;
- a intensidade de corrente elétrica em cada um dos resistores de 5 Ω.



**Solução:**

a) Resolvendo a associação, temos:



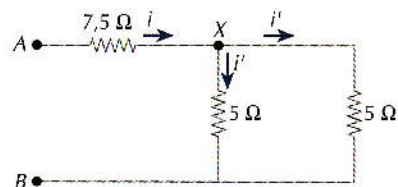
$$R_{eq} = 7,5 + 2,5 \Rightarrow R_{eq} = 10 \Omega$$

b) Sendo  $U_{AB} = 100 \text{ V}$ , a aplicação da lei de Ohm à resistência equivalente fornece:

$$U_{AB} = R_{eq} \cdot i \Rightarrow 100 = 10 \cdot i \Rightarrow i = 10 \text{ A}$$

c) Ao atingir o nó X indicado na figura, a corrente total  $i = 10 \text{ A}$  que atravessa o resistor de 7,5 Ω se divide em duas correntes iguais, cada uma com intensidade  $i'$ , tal que:

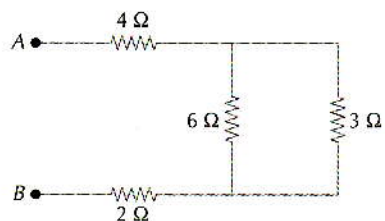
$$i' = \frac{i}{2} \Rightarrow i' = \frac{10}{2} \Rightarrow i' = 5 \text{ A}$$



**Resposta:** a) 10 Ω; b) 10 A; c) 5 A

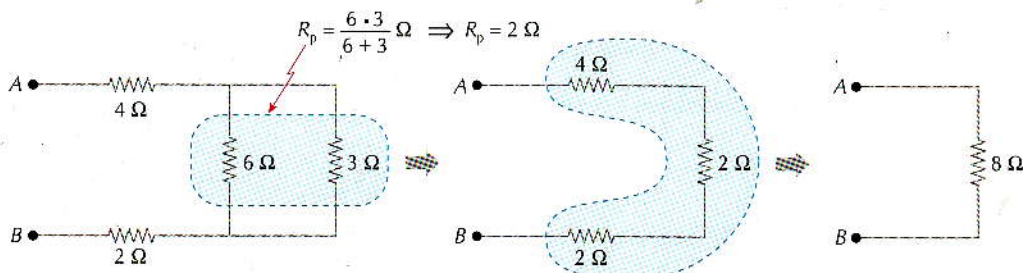
**R.65** O resistor de 4 Ω do circuito esquematizado é percorrido por corrente elétrica de intensidade 3 A. Determine:

- a resistência equivalente entre os pontos A e B;
- a ddp entre os terminais A e B do circuito;
- a intensidade da corrente elétrica em cada um dos resistores de 6 Ω e 3 Ω.



**Solução:**

a) Resolvendo a associação, temos:



$$R_{eq} = 4 + 2 + 2 \Rightarrow R_{eq} = 8 \Omega$$

b) Aplicando a lei de Ohm à resistência equivalente, pois a corrente elétrica que percorre o resistor de 4 Ω ( $i = 3 \text{ A}$ ) é a corrente total, temos:

$$U_{AB} = R_{eq} \cdot i \Rightarrow U_{AB} = 8 \cdot 3 \Rightarrow U_{AB} = 24 \text{ V}$$



c) Para determinar a intensidade das correntes elétricas nos resistores de  $6 \Omega$  e  $3 \Omega$ , devemos determinar a ddp entre os pontos  $X$  e  $Y$  destacados na figura:

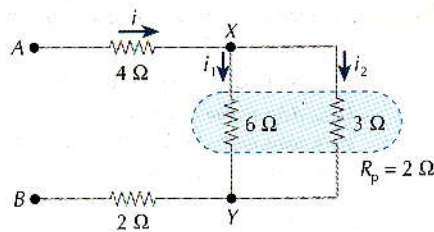
$$U_{XY} = R_p \cdot i \Rightarrow U_{XY} = 2 \cdot 3 \Rightarrow U_{XY} = 6 \text{ V}$$

Aplicando a lei de Ohm a cada um dos resistores entre  $X$  e  $Y$ , temos:

$$U_{XY} = R_1 \cdot i_1 \Rightarrow 6 = 6 \cdot i_1 \Rightarrow i_1 = 1 \text{ A}$$

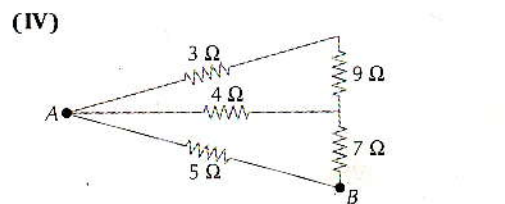
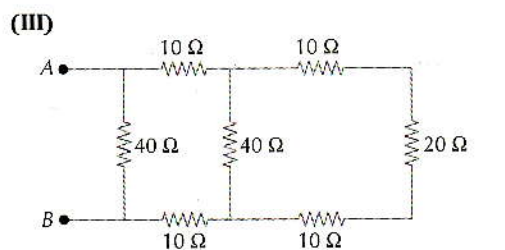
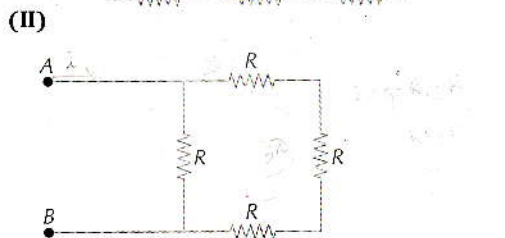
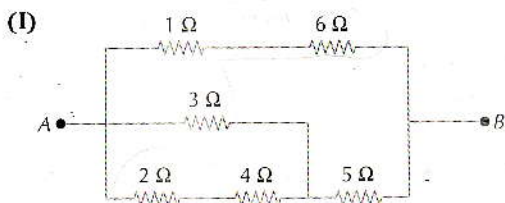
$$U_{XY} = R_2 \cdot i_2 \Rightarrow 6 = 3 \cdot i_2 \Rightarrow i_2 = 2 \text{ A}$$

Resposta: a)  $8 \Omega$ ; b)  $24 \text{ V}$ ; c)  $i_1 = 1 \text{ A}$  e  $i_2 = 2 \text{ A}$

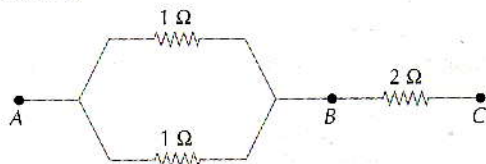


## Exercícios propostos

**P.147** Calcule a resistência equivalente das associações esquematizadas abaixo entre os terminais  $A$  e  $B$ .



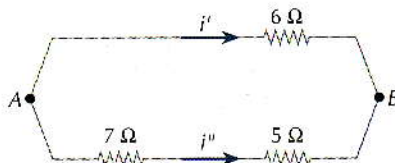
**P.148** Na associação da figura abaixo, a ddp entre  $A$  e  $C$  é  $120 \text{ V}$ .



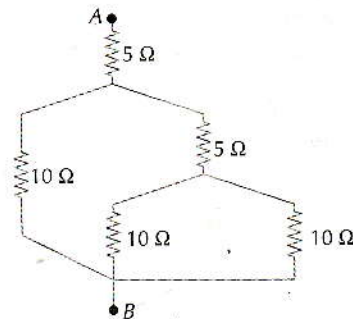
a) Qual a ddp entre  $A$  e  $B$ ?

b) Qual a intensidade de corrente elétrica em cada resistência de  $1 \Omega$ ?

**P.149** Na associação da figura abaixo, sendo  $i' = 6 \text{ A}$ , calcule a intensidade de corrente elétrica  $i''$ .



**P.150** Entre os terminais  $A$  e  $B$  da figura aplica-se a ddp de  $200 \text{ V}$ . Calcule as intensidades de corrente elétrica em cada resistor.

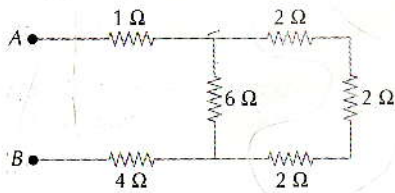


**P.151** A ddp entre os terminais  $A$  e  $B$  do circuito esquematizado vale  $80 \text{ V}$ . Determine:

a) a intensidade de corrente elétrica no resistor de  $4 \Omega$ ;

b) a ddp no resistor de  $6 \Omega$ ;

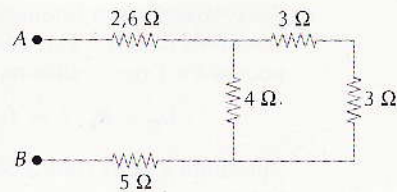
c) a intensidade de corrente elétrica em cada um dos resistores de  $2 \Omega$ .





**P.152** O resistor de  $5\ \Omega$  da associação esquematizada é percorrido por corrente elétrica de intensidade  $4\ \text{A}$ . Determine:

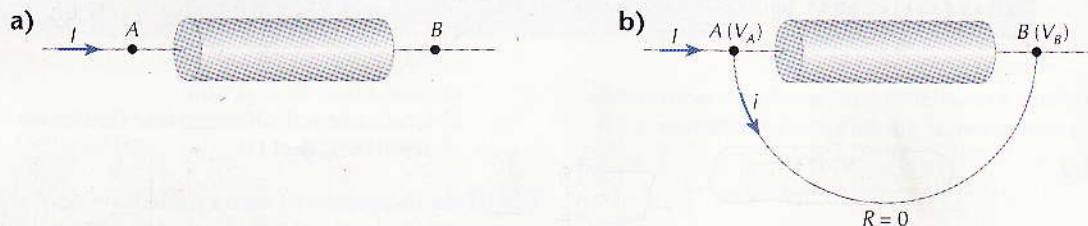
- a resistência equivalente entre os terminais  $A$  e  $B$ ;
- a ddp entre os pontos  $A$  e  $B$ ;
- a intensidade de corrente elétrica no resistor de  $4\ \Omega$  e em cada um dos resistores de  $3\ \Omega$ .



## 7. Curto-circuito

Provoca-se um **curto-circuito** entre dois pontos de um circuito quando esses pontos são ligados por um condutor de resistência desprezível.

Na figura 8a, entre os pontos  $A$  e  $B$  temos um aparelho elétrico percorrido por corrente de intensidade  $i$ . Ligando-se um condutor de resistência desprezível entre esses pontos (em paralelo ao aparelho), provoca-se um curto-circuito entre  $A$  e  $B$  (figura 8b).



**Figura 8.** Aparelho elétrico ligado entre  $A$  e  $B$  (a) e colocado em curto-circuito (b).

No condutor, pela lei de Ohm, temos:

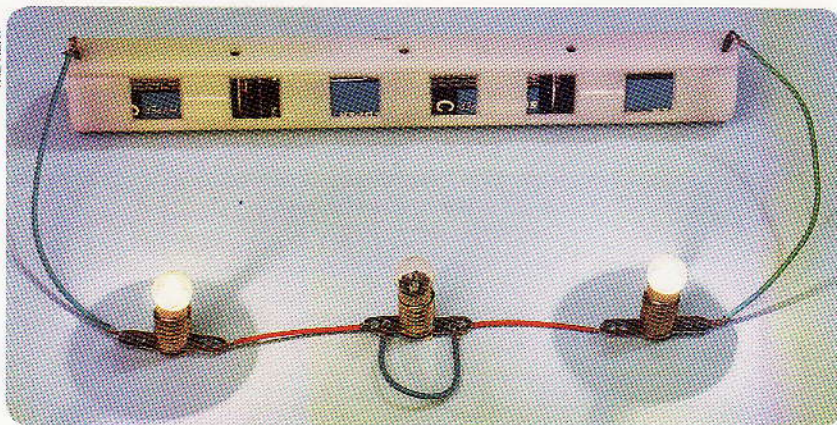
$$V_A - V_B = R \cdot i = 0 \Rightarrow V_A - V_B = 0 \Rightarrow V_A = V_B$$

Mantida a corrente  $I$ , esta passará totalmente pelo condutor ( $I = i$ ). Se o aparelho elétrico for, por exemplo, um resistor, ele deixará de funcionar; ao mudarmos o esquema do circuito, ele poderá ser retirado (figura 9).



**Figura 9.** (a) O resistor está em curto-circuito; (b) Os pontos  $A$  e  $B$ , de mesmo potencial, são considerados coincidentes.

Sempre que dois pontos de um circuito tiverem o mesmo potencial, eles poderão ser considerados coincidentes em um novo esquema do mesmo circuito.



◀ Na associação apresentada, a lâmpada do meio está em curto-circuito e, por isso, permanece apagada. Responda: o brilho das outras lâmpadas aumentaria ou diminuiria, comparando com a situação em que a lâmpada do meio não estava em curto-circuito? Por quê?

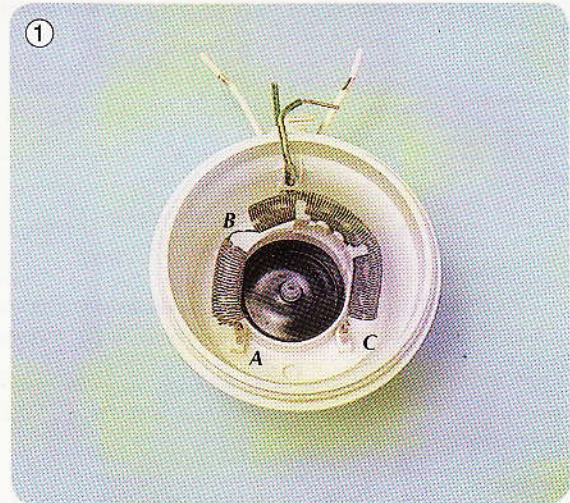


## O chuveiro elétrico

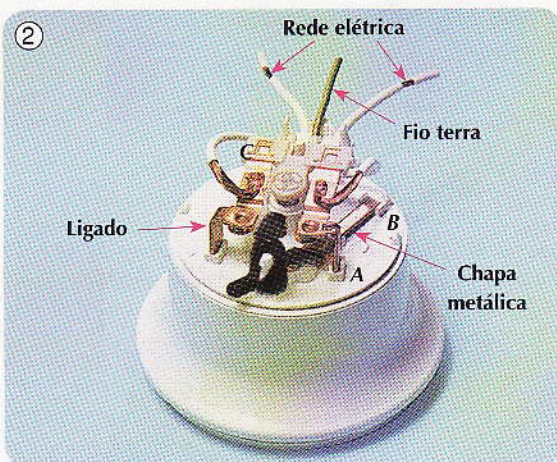
Observe o resistor de um chuveiro (foto 1). Ao colocar a chave na posição "inverno", os pontos *A* e *B* ficam em curto-circuito e o resistor a ser atravessado pela corrente elétrica vai de *B* até *C*. Na parte superior do chuveiro destacamos a chave na posição "inverno" e a chapa metálica que produz o curto-circuito entre os pontos *A* e *B* (foto 2).

Com a chave na posição "verão", todo o resistor (de *A* até *C*) é percorrido pela corrente elétrica. Portanto, nessa posição, a resistência elétrica do chuveiro é maior do que na posição "inverno".

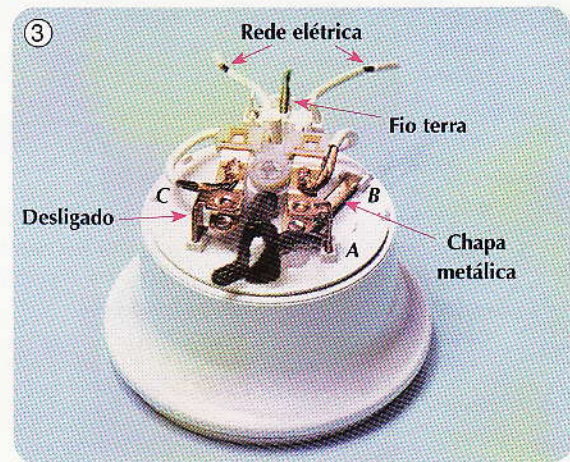
Na foto 3 o chuveiro está desligado. É interessante notar que, quando abrimos a torneira do chuveiro, ele liga automaticamente. Isso ocorre porque o chuveiro possui um diafragma que, pressionado pela água, estabelece a ligação elétrica.



EDUARDO SANTALÍESTRA / CID



EDUARDO SANTALÍESTRA / CID



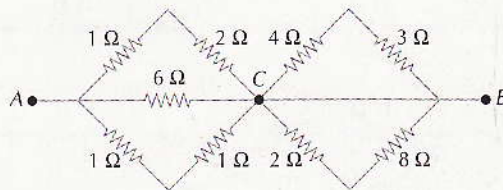
EDUARDO SANTALÍESTRA / CID

### Leia mais

Leia, na página 169, como é feita a instalação elétrica domiciliar. Em seguida, procure confirmar em sua própria residência os fatos apresentados. Lembre-se de tomar os devidos cuidados para não levar um choque elétrico.

## Exercícios resolvidos

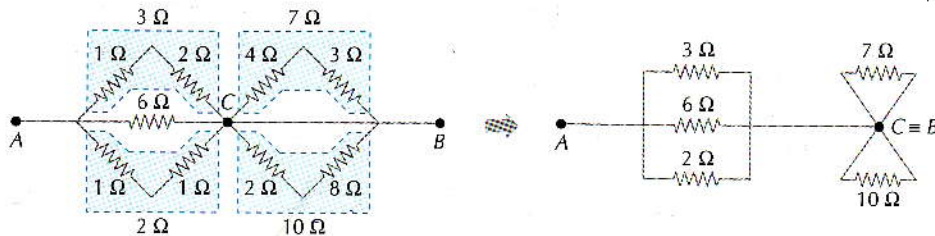
**R.66** Dada a associação na figura abaixo, calcule a resistência equivalente entre os terminais *A* e *B*.





**Solução:**

O nó  $C$  e o terminal  $B$  estão ligados por um condutor de resistência desprezível. Portanto, o trecho  $CB$  está em curto-circuito ( $V_C = V_B$ ) e os pontos  $B$  e  $C$  podem ser considerados coincidentes.

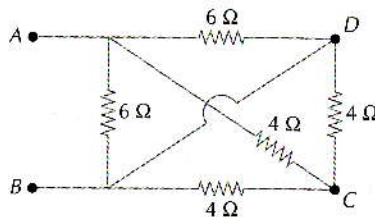


Os resistores de  $3\ \Omega$ ,  $6\ \Omega$  e  $2\ \Omega$  estão associados em paralelo e os resistores de  $7\ \Omega$  e  $10\ \Omega$  não funcionam, pois seus terminais são coincidentes ( $C \equiv B$ ). A resistência equivalente entre  $A$  e  $B$  valerá:

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{1}{R_{AB}} = \frac{2 + 1 + 3}{6} \Rightarrow \frac{1}{R_{AB}} = \frac{6}{6} \Rightarrow R_{AB} = 1\ \Omega$$

**Resposta:**  $1\ \Omega$

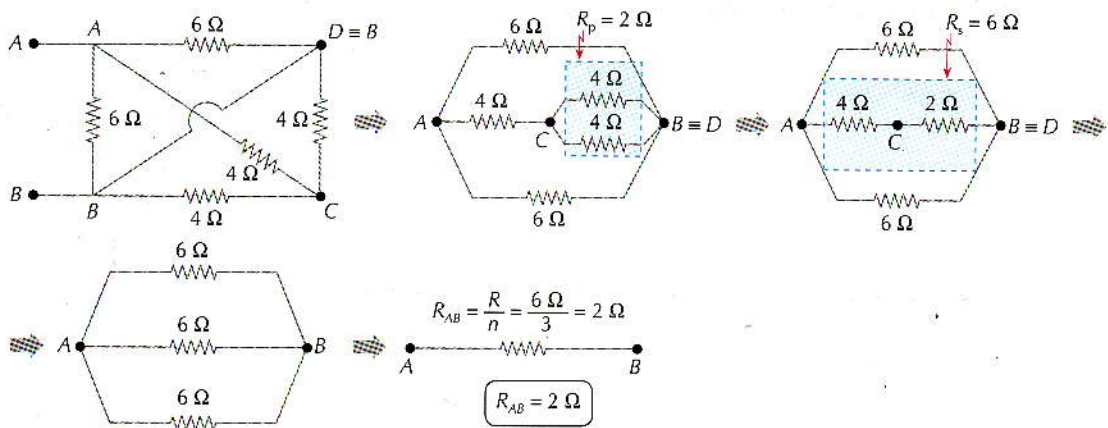
**R.67** Para a associação esquematizada, determine a resistência equivalente entre os terminais  $A$  e  $B$ .



**Solução:**

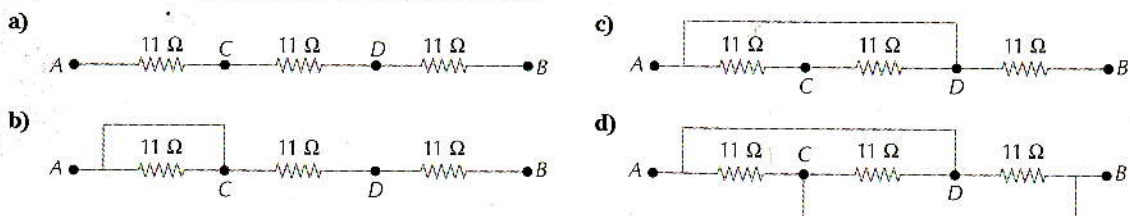
O nó  $D$  e o terminal  $B$  estão ligados por um condutor de resistência desprezível. Portanto, o trecho  $DB$  está em curto-circuito ( $V_B = V_D$ ) e os pontos  $B$  e  $D$  podem ser considerados coincidentes. Nessas condições refaz-se o esquema transportando-se os resistores.

Temos a seguinte seqüência:



**Resposta:**  $2\ \Omega$

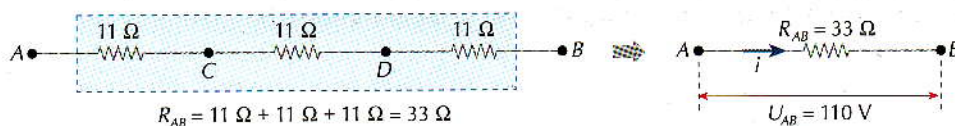
**R.68** Têm-se três resistores iguais, de resistência  $11\ \Omega$ , uma fonte que mantém entre  $A$  e  $B$  a ddp de  $110\ \text{V}$  e fios de resistência nula. Qual a intensidade de corrente elétrica em cada resistor nas situações esquematizadas abaixo, segundo as colocações dos fios de resistência nula?





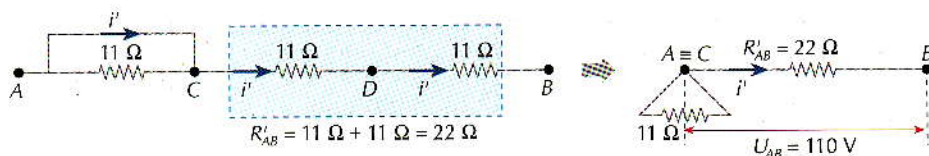
**Solução:**

a) Os três resistores estão associados em série:



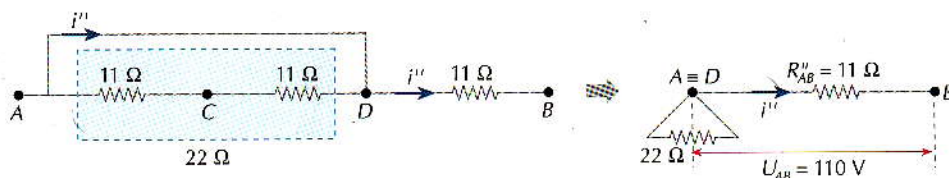
Pela lei de Ohm, temos:  $i = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} \Rightarrow i = \frac{110}{33} \Rightarrow i \approx 3,3 \text{ A}$

b) Os pontos A e C estão em curto-circuito:



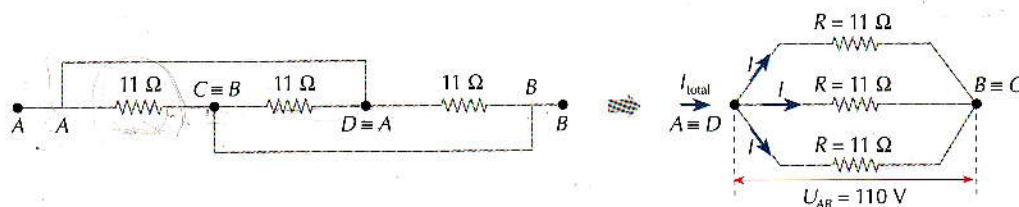
Pela lei de Ohm, temos:  $i' = \frac{U_{AB}}{R'_{AB}} \Rightarrow i' = \frac{110}{22} \Rightarrow i' = 5 \text{ A}$

c) Os pontos A e D estão em curto-circuito:



Pela lei de Ohm, temos:  $i'' = \frac{U_{AB}}{R''_{AB}} \Rightarrow i'' = \frac{110}{11} \Rightarrow i'' = 10 \text{ A}$

d) Os pontos A e D estão em curto-circuito, bem como os pontos C e B:



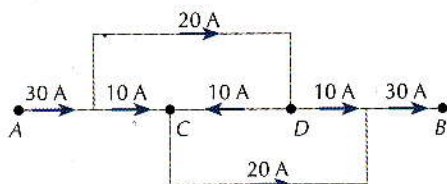
Nesse caso, em cada resistor  $R$ , a intensidade da corrente elétrica será:

$I = \frac{U_{AB}}{R} \Rightarrow I = \frac{110}{11} \Rightarrow I = 10 \text{ A}$

e a corrente total ( $I_{\text{total}}$ ):

$I_{\text{total}} = 3 \cdot 10 \Rightarrow I_{\text{total}} = 30 \text{ A}$

Em cada trecho do circuito têm-se as correntes esquematizadas:



**Resposta:** a)  $\approx 3,3 \text{ A}$ ; b)  $5 \text{ A}$ ; c)  $10 \text{ A}$ ; d)  $10 \text{ A}$

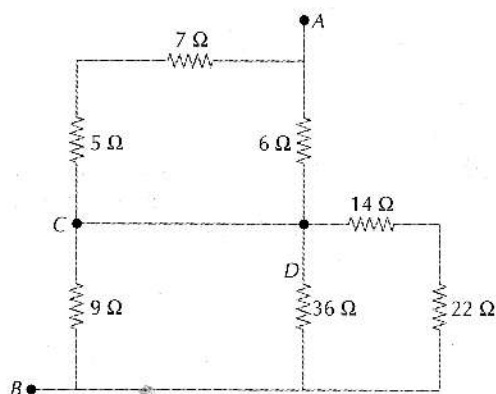




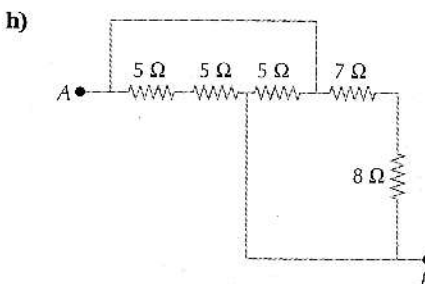
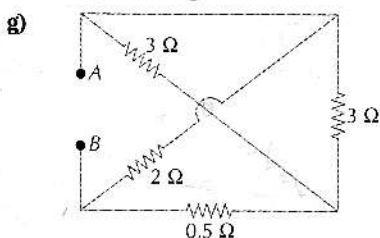
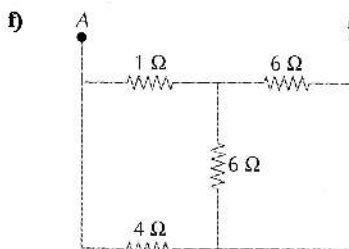
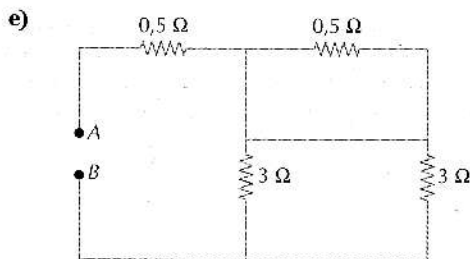
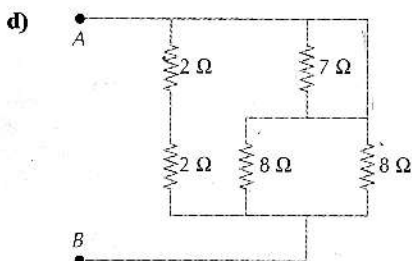
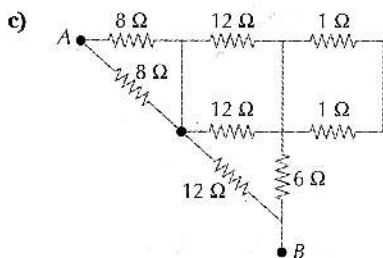
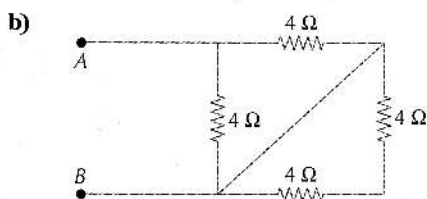
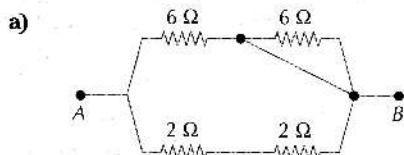
# Exercícios propostos

**P.153** Considerando a associação da figura, responda:

- Qual é a resistência equivalente entre  $A$  e  $B$ ?
- Se for retirado o fio  $CD$ , qual a nova resistência equivalente?



**P.154** Calcule a resistência equivalente das associações esquematizadas abaixo entre os terminais  $A$  e  $B$ :



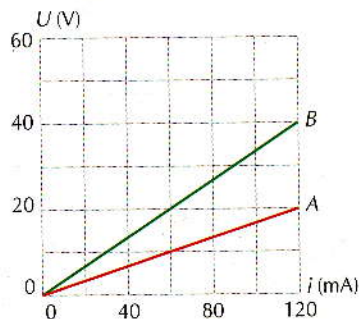
**P.155** Um resistor de resistência elétrica  $R$ , submetido à ddp  $U$ , é percorrido por uma corrente elétrica. Associando-o em série com outro resistor de resistência  $R' = 12 \Omega$  e aplicando-se a essa associação a mesma ddp  $U$ , a intensidade da corrente elétrica cai a  $\frac{1}{4}$  do valor anterior. Calcule o valor da resistência  $R$ .

**P.156** Um ferro elétrico foi projetado para ser ligado a uma ddp de 110 V e dissipar a potência de 440 W. Para que possa ser utilizado sob a ddp de 220 V, é necessário, por exemplo, ligá-lo a um resistor em série. Calcule a resistência elétrica desse resistor adicional.



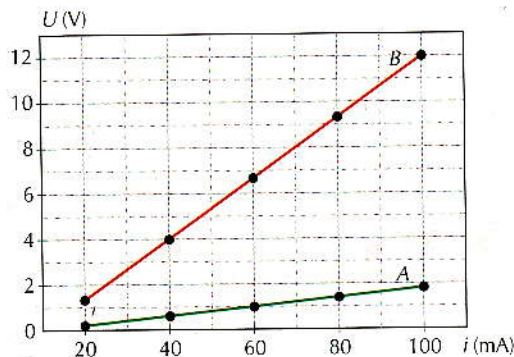
# Exercícios propostos de recapitulação

**P.157** (PUC-SP) Foram realizados ensaios elétricos com dois resistores  $A$  e  $B$ . Cada um foi submetido a uma tensão elétrica contínua  $U$ , crescente, e mediu-se a correspondente corrente  $i$ . Os resultados estão representados no gráfico.



- Mostre que os dois resistores obedecem à lei de Ohm. Qual a resistência de cada um, em quiloohm?
- Construa os gráficos  $U \times i$  correspondentes aos resistores  $R$  e  $S$  obtidos por associação de  $A$  e  $B$  em paralelo e em série, respectivamente.

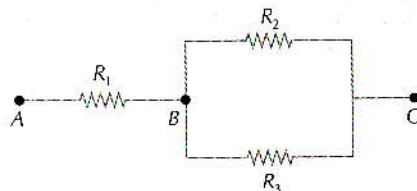
**P.158** (UFSCar-SP) Numa experiência com dois resistores,  $R_1$  e  $R_2$ , ligados em série e em paralelo, os valores obtidos para tensão e corrente estão mostrados nos gráficos.



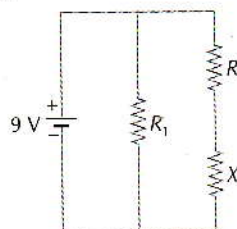
- Analisando os gráficos, qual deles corresponde à associação em série e à associação em paralelo dos resistores? Justifique sua resposta.
- O coeficiente angular dos gráficos corresponde à resistência equivalente das associações em série e em paralelo. Considerando que o coeficiente angular do gráfico  $A$  seja  $16,7$  e do gráfico  $B$  seja  $120$ , obtenha os valores das resistências de  $R_1$  e de  $R_2$ .

**P.159** (Ufal) Considere a associação de três resistores ôhmicos de resistências  $R_1 = 6,8 \Omega$ ,  $R_2 = 4,0 \Omega$  e  $R_3 = 16 \Omega$ , como representa o esquema. Sabendo que a intensidade da corrente elétrica que passa por  $R_3$  vale  $2,0 \text{ A}$ , determine:

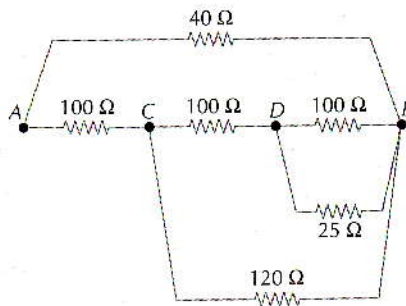
- a intensidade da corrente que passa por  $R_1$ ;
- a ddp entre os pontos  $A$  e  $C$ .



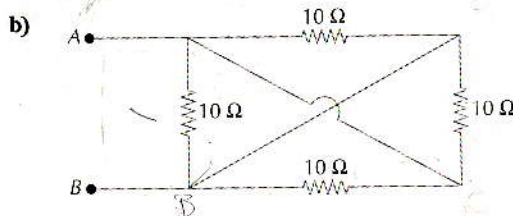
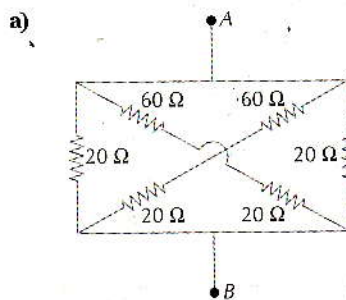
**P.160** (UFPE) No circuito esquematizado abaixo,  $R_1 = R_2 = 2 \text{ ohms}$  e a corrente fornecida pela bateria é igual a  $7,5 \text{ A}$ . Calcule o valor da resistência  $X$ , em ohms.



**P.161** Para o circuito da figura, a ddp entre  $A$  e  $B$  vale  $320 \text{ V}$ . Calcule a ddp entre os pontos  $D$  e  $B$ .



**P.162** Nas associações seguintes aplica-se entre  $A$  e  $B$  a ddp de  $100 \text{ V}$ . Calcule a potência dissipada em cada associação.

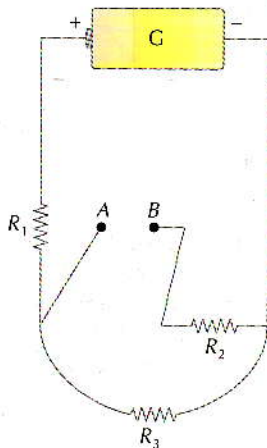




**P.163** (Vunesp) Um estudante tem que usar três resistores de mesma resistência  $R$  e uma lâmpada para montar um circuito e ligá-lo aos terminais de uma fonte de tensão contínua de 20 V. Sabe-se que a lâmpada tem resistência de  $5,0 \Omega$  e potência de  $5,0 \text{ W}$ . Para  $R = 10 \Omega$ , pede-se:

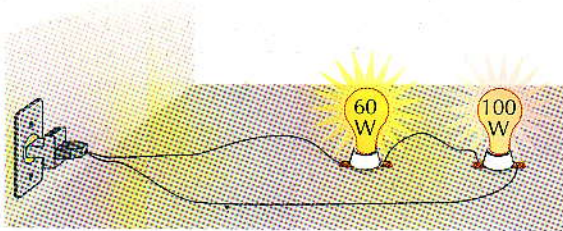
- as possíveis diferentes associações dos três resistores que o estudante pode escolher e as resistências equivalentes  $R_{\text{eq}}$  para cada caso;
- a associação de resistores mais adequada para que, quando ligada em série com a lâmpada, esta não queime e se mantenha acesa com o brilho mais intenso. Justifique.

**P.164** (UFBA) No circuito representado abaixo, os fios de ligação são ideais, a diferença de potencial fornecida pelo gerador  $G$  é igual a 20 V, e as resistências elétricas dos resistores ôhmicos  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  são, respectivamente,  $2 \Omega$ ,  $1 \Omega$  e  $14 \Omega$ .



Determine o número de resistores de  $2 \Omega$  que devem ser associados em série, entre os pontos A e B, para que o resistor  $R_1$  dissipe uma potência igual a  $18 \text{ W}$ .

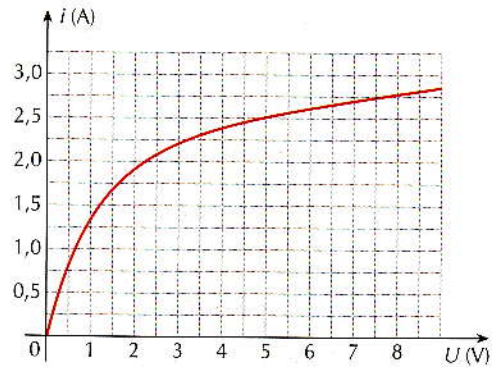
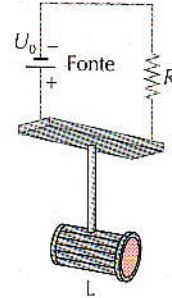
**P.165** (PUC-RJ) A tomada de sua casa produz uma ddp de 120 V. Você vai ao supermercado e compra duas lâmpadas, uma de  $60 \text{ W}$  e outra de  $100 \text{ W}$ . Essas especificações correspondem à situação em que a lâmpada é conectada isoladamente à ddp considerada.



Você conecta as duas lâmpadas em série como mostrado na figura. Qual a que brilhará mais?

**P.166** (Fuvest-SP) Dispõe-se de uma lâmpada decorativa especial L, cuja curva característica, fornecida pelo manual do fabricante, é apresentada a

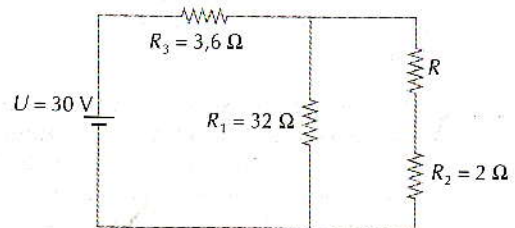
seguir. Deseja-se ligar essa lâmpada em série com uma resistência  $R = 2,0 \Omega$ , a uma fonte de tensão  $U_0$ , como no circuito abaixo. Por precaução, a potência dissipada na lâmpada deve ser igual à potência dissipada no resistor.



Para as condições acima:

- Represente a curva característica  $i$  versus  $U$  do resistor na própria reprodução do gráfico fornecido pelo fabricante, identificando-a com a letra R.
- Determine, utilizando o gráfico, a corrente  $i$ , em ampères, para que a potência dissipada na lâmpada e no resistor sejam iguais.
- Determine a tensão  $U_0$ , em volts, que a fonte deve fornecer.
- Determine a potência  $P_{\text{ot}}$ , em watts, que a lâmpada dissipará nessas condições.

**P.167** (Fuvest-SP) O circuito abaixo é formado por quatro resistores e um gerador que fornece uma tensão constante  $U = 30 \text{ V}$ . O valor da resistência do resistor  $R$  é desconhecido. Na figura estão indicados os valores das resistências dos outros resistores.

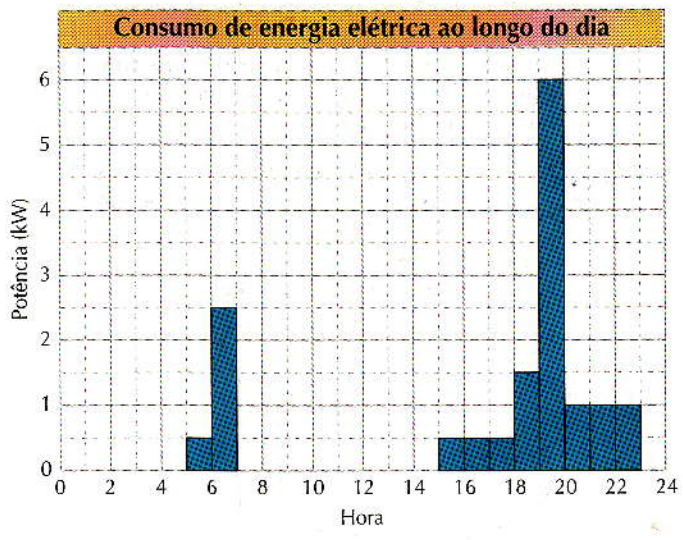


- Determine o valor, em ohms, da resistência  $R$  para que as potências dissipadas em  $R_1$  e  $R_2$  sejam iguais.
- Determine o valor, em watts, da potência  $P_{\text{ot}}$  dissipada no resistor  $R_1$ , nas condições do item anterior.



- P.168** (Unicamp-SP) Um fusível é um interruptor elétrico de proteção que queima, desligando o circuito, quando a corrente ultrapassa certo valor. A rede elétrica de 110 V de uma casa é protegida por um fusível de 15 A. Dispõe-se dos seguintes equipamentos: um aquecedor de água de 2.200 W, um ferro de passar de 770 W e lâmpadas de 100 W.
- Quais desses equipamentos podem ser ligados na rede elétrica, **um de cada vez**, sem queimar o fusível?
  - Se apenas lâmpadas de 100 W são ligadas na rede elétrica, qual o número máximo dessas lâmpadas que podem ser ligadas simultaneamente sem queimar o fusível de 15 A?

- P.169** (Unicamp-SP) O gráfico ao lado mostra a potência elétrica (em kW) consumida em uma certa residência ao longo do dia. A residência é alimentada com a voltagem de 120 V. Essa residência tem um fusível que queima se a corrente ultrapassar um certo valor, para evitar danos na instalação elétrica. Por outro lado, esse fusível deve suportar a corrente utilizada na operação normal dos aparelhos da residência.
- Qual o valor mínimo da corrente que o fusível deve suportar?
  - Qual é a energia em kWh consumida em um dia nessa residência?
  - Qual será o preço a pagar por 30 dias de consumo se o kWh custa R\$ 0,12?



- P.170** (UFC-CE) Um fogareiro elétrico é constituído de três resistores elétricos, todos de mesma resistência  $R$ , que podem ser convenientemente associados, em paralelo ou em série. Em ambos os casos, a energia elétrica do fogareiro é fornecida por uma bateria que mantém entre seus terminais uma tensão constante. Se os resistores, associados em paralelo, são capazes de fazer ferver uma dada quantidade de água, em 7 minutos, determine o tempo necessário para fazer ferver essa mesma quantidade de água, caso os resistores sejam associados em série.

## Testes propostos

- T.146** (Vunesp) Um circuito elétrico é composto por lâmpadas de 5 V ligadas em série a uma fonte de 220 V. Para que não se queimem, o número mínimo de lâmpadas nesse circuito deve ser:
- 24
  - 44
  - 54
  - 64
  - 74
- T.147** (Mackenzie-SP) Observa-se que um resistor de resistência  $R$ , quando submetido à ddp  $U$ , é percorrido pela corrente elétrica de intensidade  $i$ . Associando-se em série, a esse resistor, outro de resistência  $12 \Omega$  e submetendo-se a associação à mesma ddp  $U$ , a corrente elétrica que a atravessa tem intensidade  $\frac{i}{4}$ . O valor da resistência  $R$  é:
- $2 \Omega$
  - $4 \Omega$
  - $6 \Omega$
  - $10 \Omega$
  - $12 \Omega$

- T.148** (Unifesp) Por falta de tomadas extras em seu quarto, um jovem utiliza um benjamim (multiplicador de tomadas) com o qual, em vez de um aparelho, ele poderá conectar à rede elétrica três aparelhos simultaneamente. Ao se conectar o primeiro aparelho, com resistência elétrica  $R$ , sabe-se que a corrente na rede é  $I$ . Ao se conectarem os outros dois aparelhos, que possuem resistências  $\frac{R}{2}$  e  $\frac{R}{4}$ , respectivamente, e considerando constante a tensão da rede elétrica, a corrente total passará a ser:
- $\frac{17 \cdot I}{12}$
  - $3 \cdot I$
  - $7 \cdot I$
  - $9 \cdot I$
  - $11 \cdot I$

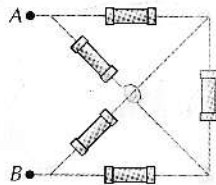
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



**T.149** (UFTM-MG) É comum, em circuitos elétricos, que um fio passe sobre o outro sem que haja contato elétrico, sendo a indicação dessa situação, no esquema elétrico do circuito, dada por um pequeno arco no ponto em que haverá sobreposição. Utilizando resistores de  $100\ \Omega$ , o professor desejava que seus alunos montassem o circuito indicado a seguir e posteriormente medissem, com seus ohmímetros, o valor da resistência equivalente entre os pontos *A* e *B*. Um aluno desatento, interpretando erradamente o salto de um fio sobre o outro, montou seu circuito unindo os dois fios em um ponto comum. Como consequência, a resistência equivalente de seu circuito, em  $\Omega$ , resultou:

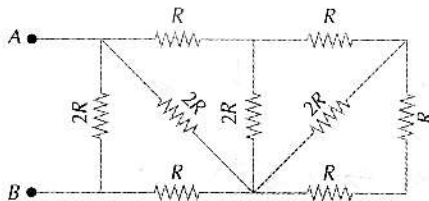
- a) 25                      c) 100                      e) 5000  
b) 50                      d) 200

Circuito proposto aos alunos

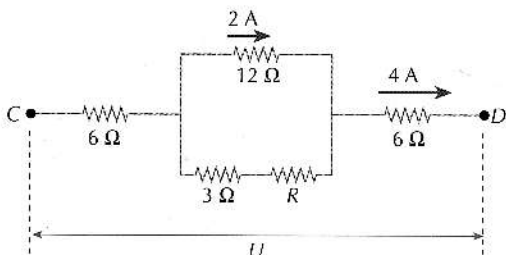


**T.150** (Mackenzie-SP) A resistência elétrica do resistor equivalente da associação da figura, entre os pontos *A* e *B*, é:

- a)  $2R$                       c)  $\frac{R}{2}$                       e)  $\frac{R}{4}$   
b)  $R$                       d)  $\frac{R}{3}$



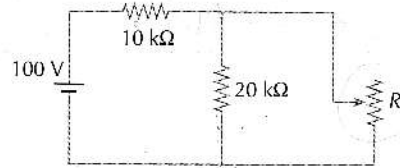
**T.151** (Fatec-SP) No circuito elétrico representado no esquema a seguir, a corrente no resistor de  $6\ \Omega$  é de  $4\ \text{A}$  e a de  $12\ \Omega$  é de  $2\ \text{A}$ .



Nessas condições, a resistência do resistor *R* e a tensão *U* aplicada entre os pontos *C* e *D* valem, respectivamente:

- a)  $6\ \Omega$  e  $42\ \text{V}$   
b)  $2\ \Omega$  e  $36\ \text{V}$   
c)  $12\ \Omega$  e  $18\ \text{V}$   
d)  $8\ \Omega$  e  $5\ \text{V}$   
e)  $9\ \Omega$  e  $72\ \text{V}$

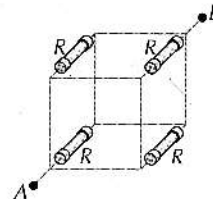
**T.152** (PUC-RS) Responda à questão a partir da análise do circuito abaixo, em que *R* representa a resistência elétrica de um reostato que pode ser regulada para assumir valores entre 0 e um valor máximo de  $20\ \text{k}\Omega$ .



Considerando uma variação da resistência *R* entre os seus limites, as intensidades máxima e mínima da corrente elétrica que passa no resistor de  $10\ \text{k}\Omega$  são, respectivamente:

- a)  $0,8\ \text{mA}$  e  $2,0\ \text{mA}$                       d)  $10\ \text{mA}$  e  $2,5\ \text{mA}$   
b)  $8,0\ \text{mA}$  e  $4,0\ \text{mA}$                       e)  $10\ \text{mA}$  e  $5,0\ \text{mA}$   
c)  $8,0\ \text{mA}$  e  $5,0\ \text{mA}$

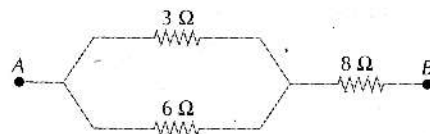
**T.153** (Fuvest-SP) Considere um circuito formado por 4 resistores iguais, interligados por fios perfeitamente condutores. Cada resistor tem resistência *R* e ocupa uma das arestas de um cubo, como mostra a figura.



Aplicando entre os pontos *A* e *B* uma diferença de potencial *V*, a corrente que circulará entre *A* e *B* vale:

- a)  $\frac{4V}{R}$                       c)  $\frac{V}{R}$                       e)  $\frac{V}{4R}$   
b)  $\frac{2V}{R}$                       d)  $\frac{V}{2R}$

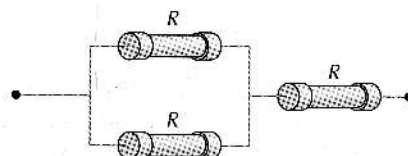
**T.154** (Mackenzie-SP) No trecho de circuito visto na figura, a resistência de  $3\ \Omega$  dissipa  $27\ \text{W}$ .



A ddp entre os pontos *A* e *B* vale:

- a)  $9\ \text{V}$                       c)  $25,5\ \text{V}$                       e)  $45\ \text{V}$   
b)  $13,5\ \text{V}$                       d)  $30\ \text{V}$

**T.155** (UFC-CE) No circuito abaixo, os três resistores são idênticos e cada um pode dissipar uma potência máxima de  $32\ \text{W}$ , sem haver superaquecimento.

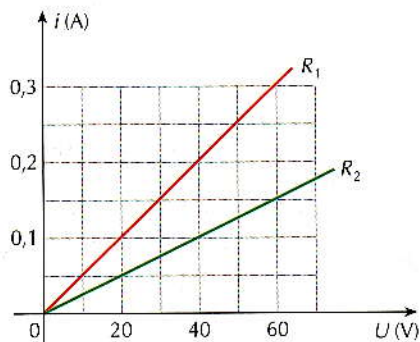




Nessa condição, qual a potência máxima, em watts, que o circuito poderá dissipar?

- a) 32                      c) 40                      e) 48  
b) 36                      d) 44

**T.156** (UFRGS-RS) O gráfico representa a corrente elétrica  $i$  em função da diferença de potencial  $U$  aplicada aos extremos de dois resistores  $R_1$  e  $R_2$ .

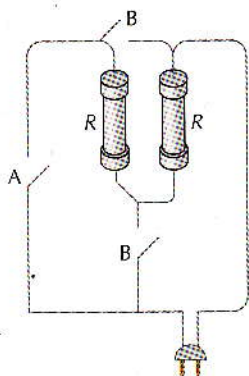


Quando  $R_1$  e  $R_2$  forem ligados em paralelo a uma diferença de potencial de 40 V, qual a potência dissipada nessa associação?

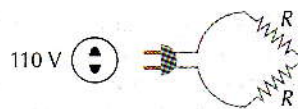
- a) 2,7 W                      c) 12 W                      e) 24.000 W  
b) 4,0 W                      d) 53 W

**T.157** (Fuvest-SP) Um aquecedor elétrico é formado por duas resistências elétricas  $R$  iguais. Nesse aparelho, é possível escolher entre operar em redes de 110 V (chaves B fechadas e chave A aberta) ou redes de 220 V (chave A fechada e chaves B abertas). Chamando as potências dissipadas por esse aquecedor de  $P_{(220)}$  e  $P_{(110)}$ , quando operando, respectivamente, em 220 V e 110 V, verifica-se que as potências dissipadas são tais que:

- a)  $P_{(220)} = \frac{1}{2} \cdot P_{(110)}$   
b)  $P_{(220)} = P_{(110)}$   
c)  $P_{(220)} = \frac{3}{2} \cdot P_{(110)}$   
d)  $P_{(220)} = 2 \cdot P_{(110)}$   
e)  $P_{(220)} = 4 \cdot P_{(110)}$



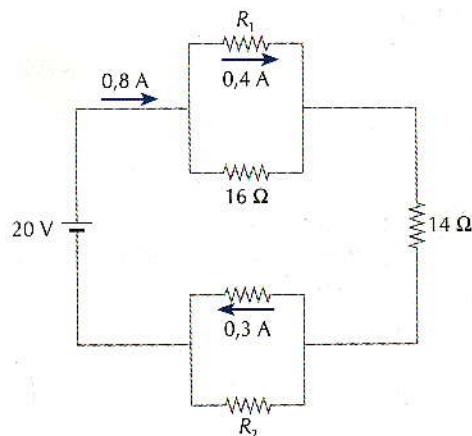
**T.158** (Vunesp) Dois resistores iguais estão ligados em série a uma tomada de 110 V e dissipam ao todo 550 W. Observe as figuras a seguir.



A potência total dissipada por esses mesmos resistores, se são ligados em paralelo a uma tomada de 220 V, é igual a:

- a) 550 W                      c) 1.100 W                      e) 8.800 W  
b) 4.400 W                      d) 2.200 W

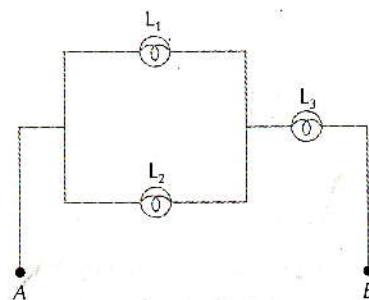
**T.159** (Olimpíada Brasileira de Física) Seja o circuito representado na figura abaixo.



A potência dissipada pelo resistor  $R_2$  é de:

- a) 4,8 watts                      d) 0,72 watts  
b) 2,4 watts                      e) 1,2 watts  
c) 1,92 watts

**T.160** (Mackenzie-SP) Três lâmpadas,  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ , identificadas, respectivamente, pelas inscrições (2 W — 12 V), (4 W — 12 V) e (6 W — 12 V), foram associadas conforme mostra o trecho de circuito abaixo. Entre os terminais A e B aplica-se a ddp de 12 V.



A intensidade de corrente elétrica que passa pela lâmpada  $L_3$  é:

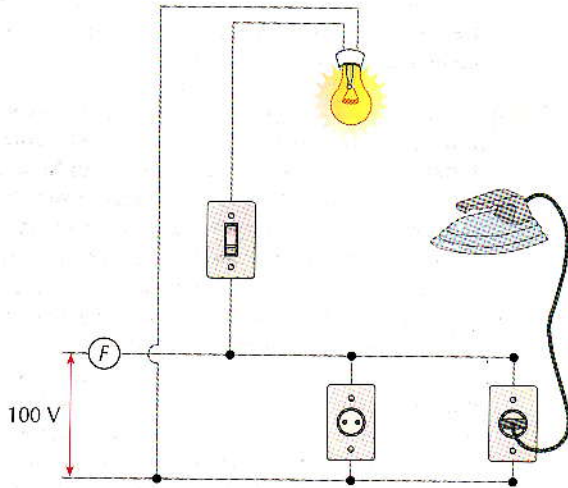
- a)  $2,5 \cdot 10^{-1}$  A                      d) 1,6 A  
b)  $3,3 \cdot 10^{-1}$  A                      e) 2,0 A  
c) 1,0 A



**T.161** (Ufes) Duas lâmpadas de mesma resistência são ligadas em série e o conjunto é submetido a uma tensão  $U$ . Nessa configuração, o conjunto dissipa uma potência total  $P_s = 200$  W. Se essas mesmas lâmpadas forem ligadas em paralelo e o conjunto submetido à mesma tensão  $U$ , a potência total  $P_p$  dissipada pelo conjunto será de:

- a) 100 W      c) 400 W      e) 800 W  
b) 200 W      d) 600 W

**T.162** (Fuvest-SP) Um circuito doméstico simples, ligado à rede de 110 V e protegido por um fusível  $F$  de 15 A, está esquematizado abaixo.



A potência máxima de um ferro de passar roupa, que pode ser ligado, simultaneamente, a uma lâmpada de 150 W, sem que o fusível interrompa o circuito, é aproximadamente de:

- a) 1.100 W      c) 1.650 W      e) 2.500 W  
b) 1.500 W      d) 2.250 W

**T.163** (UEL-PR) Num chuveiro elétrico há, de modo geral, dois resistores internos iguais que podem ser usados isoladamente, em série ou em paralelo, resultando em diferentes níveis de aquecimento. Além disso, a potência dissipada num resistor é diretamente proporcional ao quadrado da tensão elétrica aplicada e inversamente proporcional à sua resistência. Considerando que a tensão elétrica a que está submetido o chuveiro não pode ser variada, é correto afirmar:

- a) O menor aquecimento corresponde à situação na qual a corrente elétrica passa por apenas um resistor.  
b) O aquecimento intermediário corresponde à situação na qual a corrente elétrica passa por uma associação em série dos dois resistores.  
c) O maior aquecimento corresponde à situação na qual a corrente elétrica passa por uma associação em paralelo dos dois resistores.  
d) O aquecimento intermediário corresponde à situação na qual a corrente elétrica passa por uma associação em paralelo dos dois resistores.  
e) O maior aquecimento corresponde à situação na qual a corrente elétrica passa por uma associação em série dos dois resistores.

**T.164** (Mackenzie-SP) Um chuveiro elétrico apresenta a inscrição:

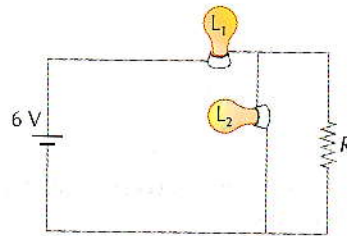
2.200 W (Verão)/4.400 W (Inverno) — 220 V

e, ligado corretamente, está protegido, na rede que o alimenta, por um fusível com tolerância de até 30 A. Se ligarmos, em paralelo ao chuveiro, sob a mesma ddp de 220 V, uma torneira elétrica com a inscrição 2.000 W — 220 V, poderemos

afirmar que:

- a) o fusível queimará somente se o chuveiro estiver ligado no “Verão”.  
b) o fusível queimará somente se o chuveiro estiver ligado no “Inverno”.  
c) o fusível queimará de qualquer forma, ou seja, tanto se o chuveiro estiver ligado no “Verão” como no “Inverno”.  
d) o fusível não queimará de maneira alguma.  
e) o fusível queimará mesmo sem ser ligada a torneira.

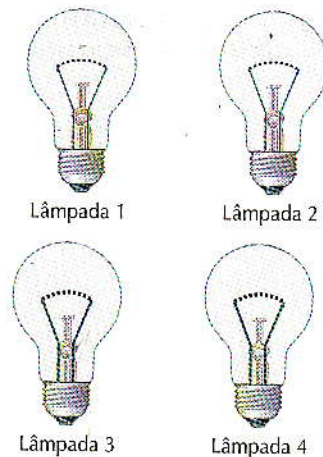
**T.165** (Fuvest-SP) Um circuito é formado de duas lâmpadas  $L_1$  e  $L_2$ , uma fonte de 6 V e uma resistência  $R$ , conforme desenhado na figura.



As lâmpadas estão acesas e funcionando em seus valores nominais ( $L_1$ : 0,6 W e 3 V e  $L_2$ : 0,3 W e 3 V). O valor da resistência  $R$  é:

- a) 15  $\Omega$       c) 25  $\Omega$       e) 45  $\Omega$   
b) 20  $\Omega$       d) 30  $\Omega$

**T.166** (FGV-SP) Uma fábrica de lâmpadas utiliza a mesma liga de tungstênio para produzir o filamento de quatro modelos de lâmpadas para tensão de 127 V.



Os modelos diferenciam-se entre si pelo comprimento e área da seção transversal do filamento, conforme indicado na tabela a seguir.

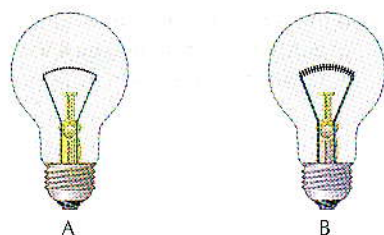


Modelo	Comprimento	Área de seção transversal
lâmpada 1	$L$	$S$
lâmpada 2	$L$	$2S$
lâmpada 3	$2L$	$S$
lâmpada 4	$2L$	$2S$

Quando ligadas em paralelo a uma mesma fonte de tensão de 127 V, as potências  $P_1, P_2, P_3$  e  $P_4$  das respectivas lâmpadas guardam a relação

- a)  $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$
- b)  $P_1 > P_3 > P_2 > P_4$
- c)  $P_1 = P_2 > P_3 > P_4$
- d)  $P_3 > P_4 > P_1 > P_2$
- e)  $P_2 > P_1 = P_4 > P_3$

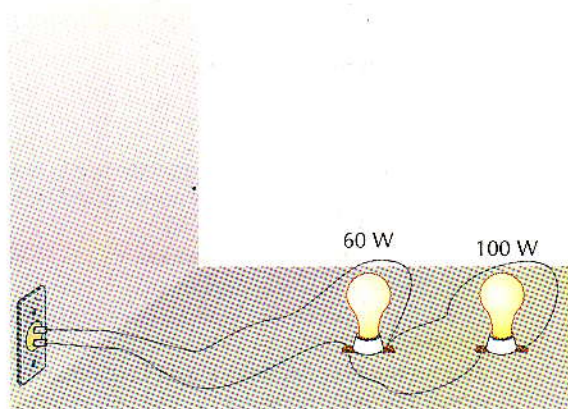
**T.167** (PUC-RJ) Considere duas lâmpadas, A e B, idênticas a não ser pelo fato de que o filamento de B é mais grosso que o filamento de A.



Se cada uma estiver sujeita a uma ddp de 110 volts:

- a) A será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
- b) B será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
- c) A será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.
- d) B será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.
- e) ambas terão o mesmo brilho.

**T.168** (UFT-TO) Duas lâmpadas — uma de 60 W e a outra de 100 W, ambas especificadas para 220 V — estão ligadas a uma tomada, como mostrado na figura.



Com base nessas informações, julgue os itens seguintes.

- (01) A resistência elétrica da lâmpada de 60 W é maior que a da lâmpada de 100 W.
  - (02) A corrente elétrica na lâmpada de 60 W é maior que na lâmpada de 100 W.
  - (04) Se a lâmpada de 60 W se queimar, a corrente na lâmpada de 100 W aumentará.
  - (08) Se a lâmpada de 60 W se queimar, a corrente nos fios da tomada permanecerá a mesma.
  - (16) Uma lâmpada de 100 W, especificada para 120 V, consome mais energia elétrica que uma de 100 W, especificada para 220 V, ligadas durante o mesmo intervalo de tempo.
- Dê como resposta a soma dos números que precedem as afirmações corretas.

**T.169** (Enem-MEC) Lâmpadas incandescentes são normalmente projetadas para trabalhar com a tensão da rede elétrica em que serão ligadas. Em 1997, contudo, lâmpadas projetadas para funcionar com 127 V foram retiradas do mercado e, em seu lugar, colocaram-se lâmpadas concebidas para uma tensão de 120 V. Segundo dados recentes, essa substituição representou uma mudança significativa no consumo de energia elétrica para cerca de 80 milhões de brasileiros que residem nas regiões em que a tensão da rede é de 127 V. A tabela abaixo apresenta algumas características de duas lâmpadas de 60 W, projetadas respectivamente para 127 V (antiga) e 120 V (nova), quando ambas encontram-se ligadas numa rede de 127 V.

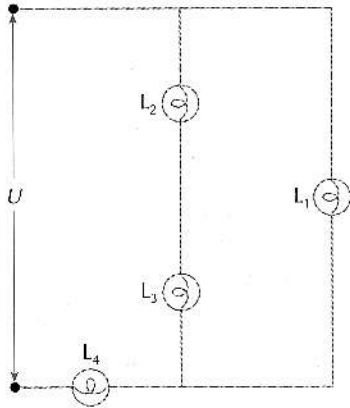
Lâmpada (projeto original)	60 W — 127 V	60 W — 120 V
Tensão da rede elétrica (V)	127	127
Potência medida (W)	60	65
Luminosidade medida (lumens)	750	920
Vida útil média (horas)	1.000	452

Acender uma lâmpada de 60 W e 120 V em um local onde a tensão na tomada é de 127 V, comparativamente a uma lâmpada de 60 W e 127 V no mesmo local tem como resultado:

- a) mesma potência, maior intensidade de luz e maior durabilidade.
- b) mesma potência, maior intensidade de luz e menor durabilidade.
- c) maior potência, maior intensidade de luz e maior durabilidade.
- d) maior potência, maior intensidade de luz e menor durabilidade.
- e) menor potência, menor intensidade de luz e menor durabilidade.



**T.170** (UFMA) Na associação de lâmpadas abaixo, todas elas são iguais.



Podemos afirmar, corretamente, que:

- a) nenhuma das lâmpadas tem brilho igual.
- b) a lâmpada  $L_1$  brilha mais que todas as outras.
- c) todas as lâmpadas têm o mesmo brilho.
- d) as lâmpadas  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  têm o mesmo brilho.
- e) a lâmpada  $L_1$  brilha mais que a  $L_2$ .

**T.171** (F. M. Vassouras-RJ) Três lâmpadas:

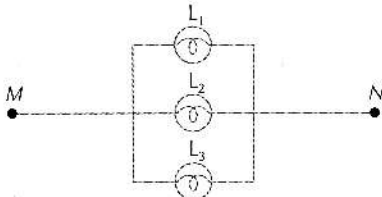
$L_1$  de 20 W — 110 V

$L_2$  de 100 W — 110 V

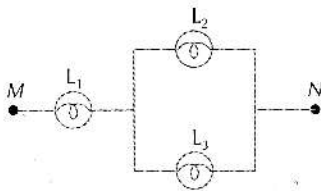
$L_3$  de 500 W — 110 V

são conectadas de três formas diferentes, conforme é mostrado nos esquemas I, II e III.

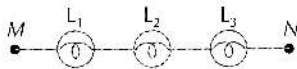
(I)



(II)



(III)



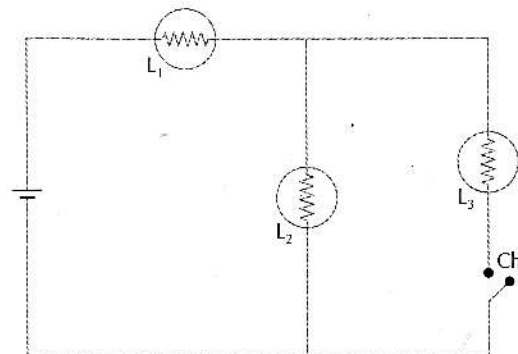
Em cada caso, o circuito assim formado é ligado à rede (110 V) por seus terminais livres ( $M$  e  $N$ ). Qual das opções abaixo indica corretamente a lâmpada de maior brilho em cada uma dessas três ligações?

- | (I)      | (II)  | (III) |
|----------|-------|-------|
| a) $L_1$ | $L_1$ | $L_3$ |
| b) $L_1$ | $L_2$ | $L_3$ |
| c) $L_3$ | $L_1$ | $L_1$ |
| d) $L_3$ | $L_2$ | $L_1$ |
| e) $L_3$ | $L_3$ | $L_3$ |

**T.172** (UFV-MG) Em alguns circuitos de iluminação de árvores de Natal, possuindo lâmpadas de mesmas resistências, observa-se que, quando uma lâmpada "queima", um segmento apaga, enquanto outros segmentos continuam normalmente acesos. Além disso, mesmo com alguma lâmpada "queimada", as lâmpadas acesas devem estar submetidas a uma mesma diferença de potencial, a fim de apresentarem a mesma luminosidade. Pode-se então afirmar que, dos diagramas abaixo ilustrados, o que melhor representa esse tipo de circuito de iluminação é:

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

**T.173** (UCSal-BA) O circuito esquematizado abaixo compreende um gerador, três lâmpadas iguais  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  e uma chave interruptora Ch.



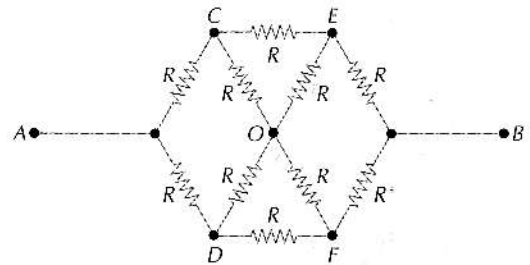
Com a chave Ch aberta, as lâmpadas  $L_1$  e  $L_2$  ficam acesas apresentando brilhos normais. Ao fechar a chave, observa-se que:

- a) os brilhos de  $L_1$  e  $L_2$  aumentam.
- b) os brilhos de  $L_1$  e  $L_2$  diminuem.
- c) os brilhos de  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  apresentam-se normais.
- d) o brilho de  $L_1$  aumenta e o de  $L_2$  diminui.
- e) o brilho de  $L_2$  aumenta e o de  $L_1$  diminui.



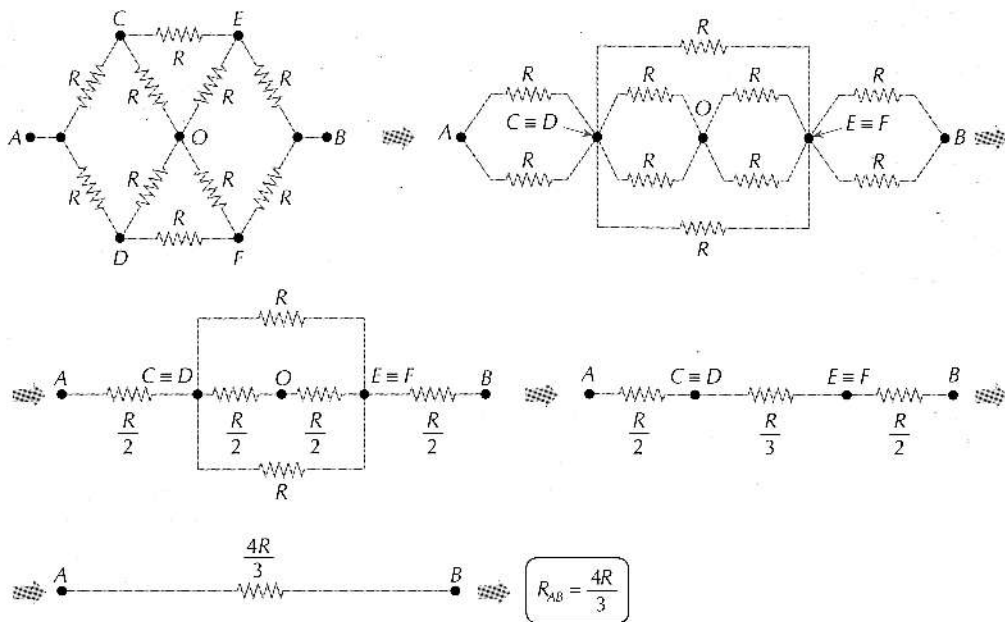
## Exercícios resolvidos

**R.69** Determine a resistência equivalente, entre os terminais  $A$  e  $B$ , do circuito da figura. Todos os resistores têm resistências iguais a  $R$ .



**Solução:**

Observando a **simetria** do circuito, concluímos que os pontos  $C$  e  $D$  possuem mesmo potencial elétrico e podem ser considerados coincidentes. O mesmo ocorre entre os pontos  $E$  e  $F$ . Assim, temos:

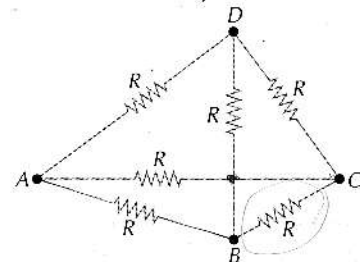
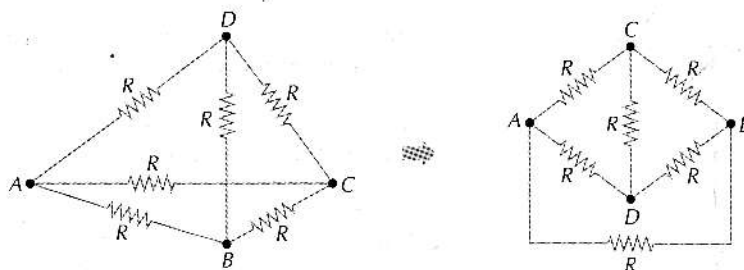


**Resposta:**  $\frac{4R}{3}$

**R.70** Determine a resistência equivalente, entre os terminais  $A$  and  $B$ , do tetraedro  $ABCD$ . Os lados do tetraedro são constituídos por resistores de mesma resistência  $R$ .

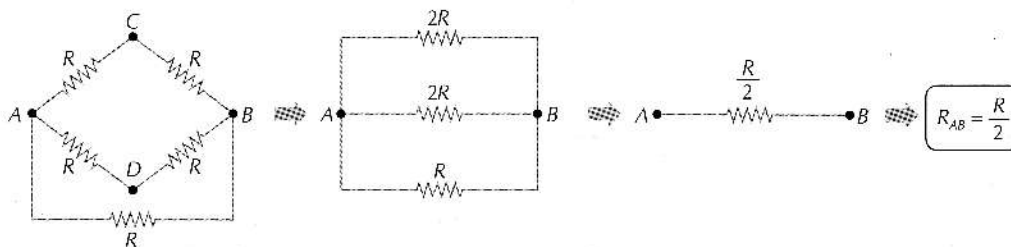
**Solução:**

Vamos, inicialmente, colocar todos os resistores num mesmo plano:





Por simetria, concluímos que os pontos  $C$  e  $D$  possuem o mesmo potencial. Desse modo, o resistor que está entre os pontos  $C$  e  $D$  não é percorrido por corrente elétrica, podendo ser retirado do circuito. Assim, temos:



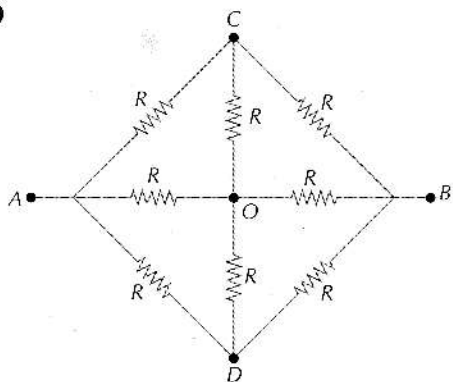
Resposta:  $\frac{R}{2}$



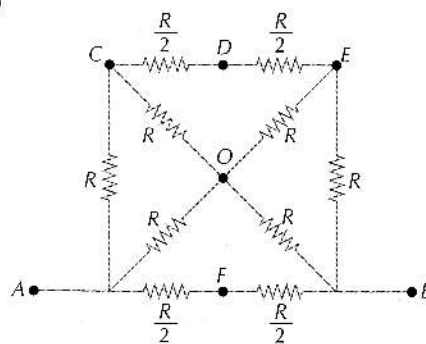
## Exercícios propostos

**P.171** Determine a resistência equivalente, entre os terminais  $A$  e  $B$ , dos circuitos abaixo:

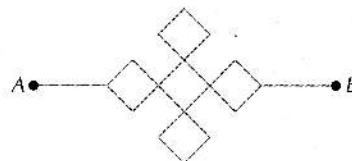
a)



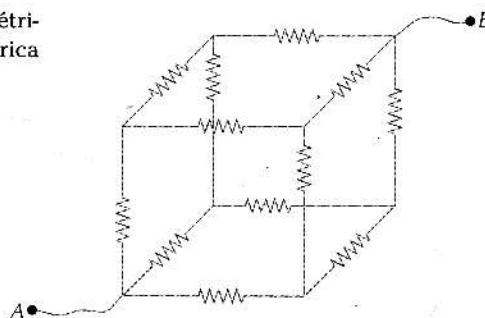
b)



**P.172** (Mackenzie-SP) A figura mostra cinco quadrados, com lados de 10 cm cada um, construídos com fio de resistividade  $1 \mu\Omega \cdot m$  e seção transversal de  $0,2 \text{ mm}^2$ . Determine a resistência equivalente entre os pontos  $A$  e  $B$ .



**P.173** Os doze resistores da figura possuem a mesma resistência elétrica  $R$  e ocupam as arestas de um cubo. Qual a resistência elétrica equivalente entre os terminais  $A$  e  $B$ ?



**P.174** A associação esquematizada é constituída de um número infinito de resistores idênticos, cada um de resistência elétrica  $R$ . Determine, em função de  $R$ , a resistência equivalente entre os terminais  $A$  e  $B$ .

