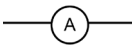
AMPERÍMETRO

É o elemento responsável pela mediação da corrente elétrica. Para que um amperímetro funcione perfeitamente deve-se respeitar duas normas:

- o amperímetro deve ser colocado em série no circuito;
- a resistência interna do amperímetro ideal deve tender a zero, pois assim o aparelho mede a corrente sem alterá-la.

Símbolo:

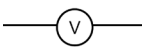


VOLTÍMETRO

São os aparelhos que medem a diferença de potencial. Um voltímetro ideal deve:

- ser colocado em paralelo com o elemento que se pretende medir a ddp;
- possuir resistência interna MUITO ALTA (infinita) em comparação com os demais elementos.

Símbolo:

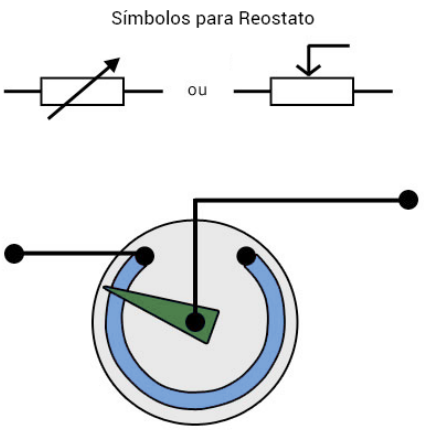


REOSTATO

- O reostato é um resistor que possui a sua resistência variável, normalmente, em função de um cursor.

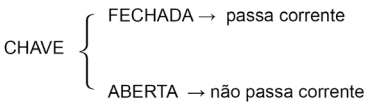


imagem de um reostato



CHAVES

Possuem a função de controlar a passagem de corrente elétrica. As chaves podem se encontrar em duas posições: aberta ou fechada.

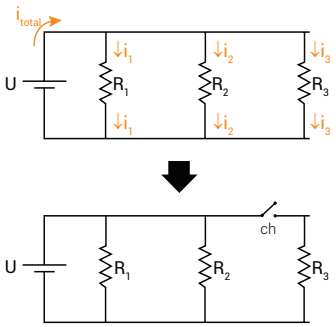


Símbolo:



EXERCÍCIO RESOLVIDO

01. No circuito abaixo é mostrado a colocação de chave

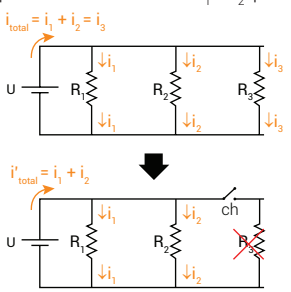


Quando chave está aberta observa-se que

a) i_1 e i_2 aumentam e a corrente total permanece constante.
b) i_1 e i_2 diminuem e a corrente total aumenta.
c) i_1 e i_2 permanecem constante e a corrente total diminui.
d) todas as correntes ficam nulas.
e) i_1 aumenta e i_2 diminui, mas a corrente total permanece constante.

Resolução: C

Quando a chave é aberta não passará corrente pelo resistor 3, entretanto os resistores 1 e 2 permanecem com mesma resistência e sob mesma diferença de potencial que antes, por isso as correntes i_1 e i_2 permanecem constantes.



Com a retirada do resistor 3 que estava em paralelo com os outros dois resistores, a resistência total do circuito aumentou e por isso a corrente elétrica total diminuiu. Outra forma de perceber que a corrente total diminui é lembrar que a corrente total no início é dada por $i_{total}=i_1 + i_2 + i_3$ e após a mudança $i_{total}=i_1 + i_2$

FUSÍVEIS OU DISJUNTORES

São os protetores do circuito. Todos os circuitos têm uma corrente limite e, no caso da corrente ultrapassar aquele valor, um aparelho pode "queimar". No circuito protegido por fusível ou disjuntor, havendo uma corrente maior que a corrente limite, o fusível "queima" (impedindo a passagem da corrente). O disjuntor "desarma" como se fosse uma chave.

LÂMPADAS

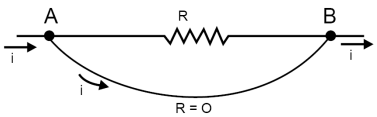
As lâmpadas são elementos que aparecem constantemente em provas e têm como característica máxima transformar energia elétrica em energia luminosa, se for do tipo fluorescente; se for do tipo incandescente, ela transforma energia elétrica em energia térmica. A luz é consequência da elevada temperatura do filamento.

Toda lâmpada possui uma inscrição de ddp e potência, que significam sua tensão ideal e a potência por ela dissipada.

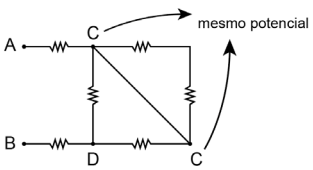
Exemplo:

120 V – 60 W – se esta lâmpada estiver a uma ddp de 120 V, ela dissipará uma potência de 60 W; se estiver a uma ddp menor, produzirá uma potência menor também e no caso de uma ddp maior, pode ser que ela queime.

CURTO-CIRCUITO

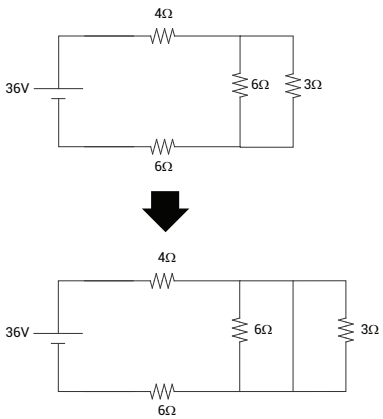


Se um elemento do circuito tiver os seus terminais ligados por um fio de resistência elétrica desprezível, ocorrerá neste aparelho um curto-circuito, pois toda corrente que o atravessava passará a percorrer o fio; e em termos práticos, é como se o elemento não estivesse associado, isto é, como se ele fosse eliminado. Quando ligamos dois pontos por um fio ideal (sem resistência), os potenciais desses dois pontos rapidamente se igualam.



EXERCÍCIO RESOLVIDO

01. No esquema abaixo é mostrado uma alteração no circuito, observe:

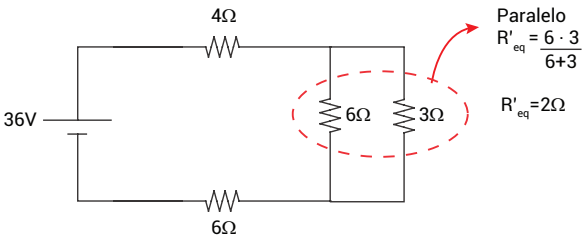


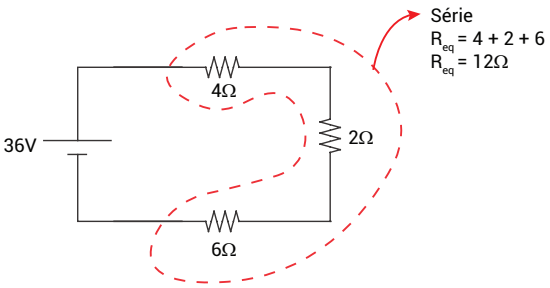
Determine a razão entre as resistências equivalentes antes e depois.

a) 3/5
b) 6/5
c) 8/5
d) 11/5
e) 15/7

Resolução: B

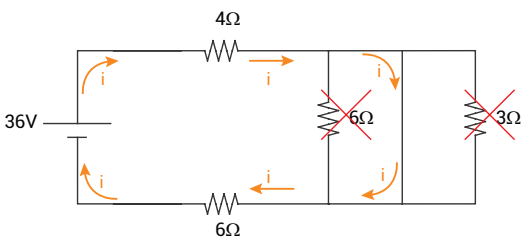
Antes:

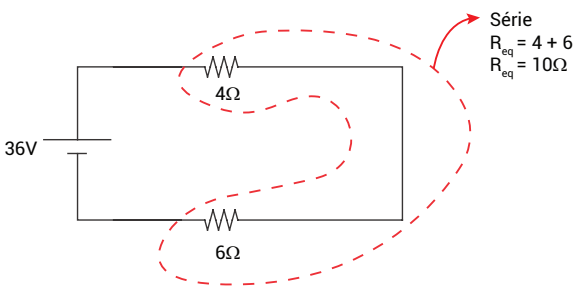




$R_{eq} = 12\Omega$ (antes)

Depois:



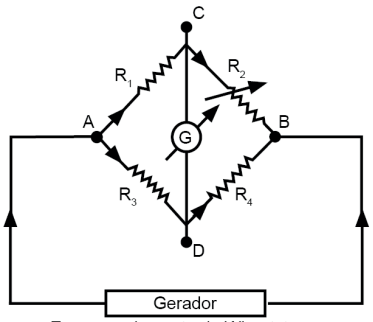


$R_{eq} = 10\Omega$ (depois)

$\rightarrow \frac{\text{antes}}{\text{depois}} = \frac{12}{10} = \boxed{\frac{6}{5}}$

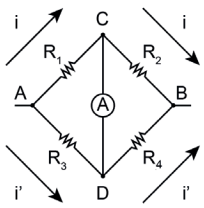
PONTE DE WHEATSTONE

Na figura abaixo, um gerador alimenta os quatro resistores e um galvanômetro (amperímetro) que constituem o sistema. O resistor R_2 é um reostato. Percebe-se que para um certo valor da resistência do reostato, o galvanômetro não registra a passagem de corrente elétrica, e o circuito constitui a chamada Ponte de Wheatstone. Isso é muito utilizado quando se pretende encontrar o valor de uma dada resistência, R_1 e R_3 são conhecidas, R_2 é variável e R_4 é desconhecida.



Esquema da ponte de Wheatstone

Ao deixar de passar corrente pelo galvanômetro, equilibrando a ponte de Wheatstone, os potenciais dos pontos C e D se igualam, com isso teremos uma corrente i passando pelos resistores R_1 e R_2 e outra corrente i` passando pelos resistores R_3 e R_4.



$$V_A - V_C = R_1 i$$
$$V_C - V_B = R_2 i$$
$$V_A - V_D = R_3 i'$$
$$V_D - V_B = R_4 i'$$

Mas $V_C = V_D$

Então

$R_1 i = R_3 i'$

$R_2 i = R_4 i'$

Dividindo uma igualdade pela outra

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

Condição para a ponte estar equilibrada

PROEXPLICA

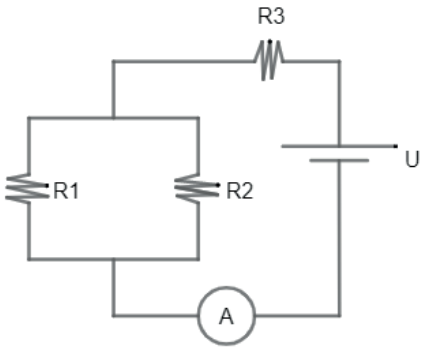
COMO INTERRUPTORES PODE CAIR NO ENEM?

Os interruptores, dispositivos tão comuns em nosso dia a dia, não passam de chaves que são inseridas em circuitos para que possamos ligar e desligar determinados aparelhos. Desta forma, alguns aparelhos podem entrar em curto com a simples troca da posição do botão do interruptor. A questão busca a identificação, dentro das opções indicadas, do circuito descrito no enunciado.

EXERCÍCIOS PROTREINO

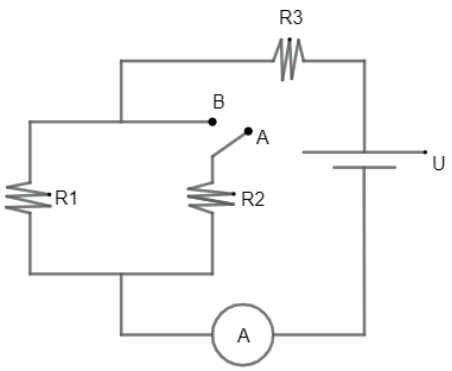
01. A imagem abaixo representa um circuito elétrico composto por três resistores R1, R2 e R3, um amperímetro e um gerador ideal.

Considerando U = 190 V, R1 = 12 Ω, R2 = 4 Ω e R3 = 7 Ω determine a marcação no amperímetro.

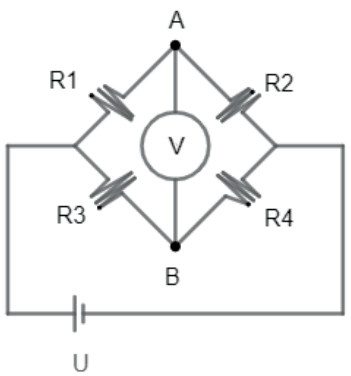


02. A imagem abaixo representa um circuito elétrico composto por três resistores R1, R2 e R3, um amperímetro e um gerador ideal.

Considerando U = 190 V, R1 = 12 Ω, R2 = 4 Ω e R3 = 7 Ω determine a marcação no amperímetro quando a chave está na posição A.

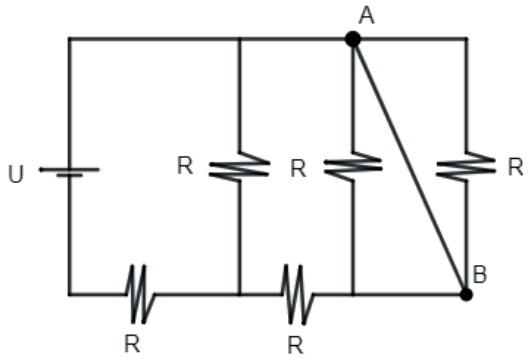


03. No circuito abaixo um eletricista conhece os valores de R2 = 30 Ω, R3 = 45 Ω e R4 = 90 Ω. Deseja descobrir o valor resistência R1, para isso, com um voltímetro e um gerador ideais, monta o circuito representado abaixo:



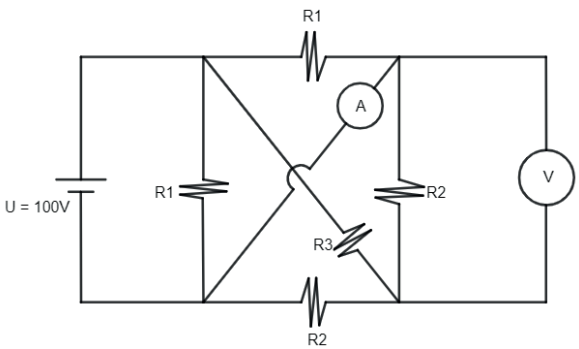
O eletricista fica surpreso ao perceber que a marcação no voltímetro é zero volt. Com essas informações determine o valor estimado, corretamente, pelo profissional.

04. Um circuito é composto por cinco resistores idênticos de R = 10 Ω, como representado na imagem abaixo:



Calcule a resistência equivalente do circuito acima, considerando os fios ideais.

05. O circuito é composto por resistores do tipo R_1, R_2 e R_3, todos ôhmicos de 4 Ω, 2 Ω e 1 Ω, respectivamente, também compõe o circuito fios, um amperímetro, um voltímetro e um gerador, todos ideais.

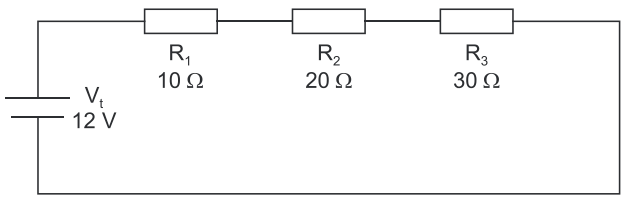


Determine:

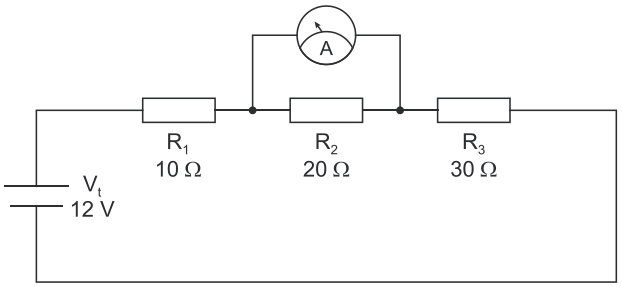
a) a resistência equivalente do circuito;
b) as marcações nos aparelhos de medição;
c) o sentido da corrente em cada fio.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (EEAR) Em uma aula de laboratório o professor montou um circuito com 3 resistores ôhmicos R_1, R_2 e R_3 associados a uma fonte de alimentação ideal (Vt) conforme o circuito abaixo. E solicitou ao aluno que, usando um amperímetro ideal, medisse o valor da intensidade de corrente elétrica que flui através de R_2.

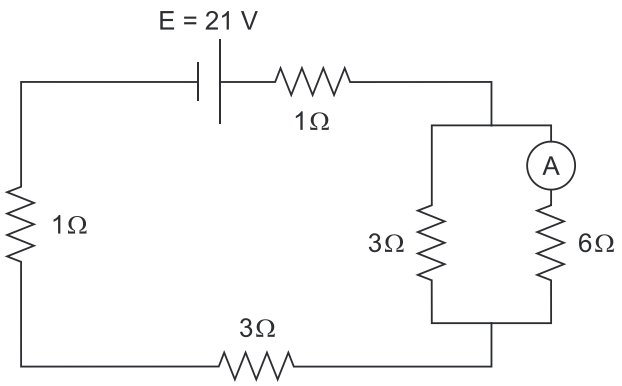


O aluno, porém fez a ligação do amperímetro (A) da maneira indicada na figura a seguir. Com base nisso, assinale a alternativa que representa o valor indicado, em ampères, no amperímetro.



a) 0,0
b) 0,2
c) 0,3
d) 0,4

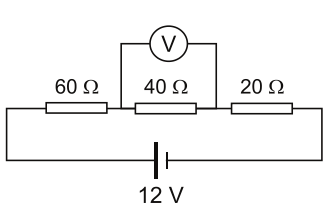
02. (IFPE) O circuito elétrico representado no diagrama abaixo contém um gerador ideal de 21 Volts com resistência interna desprezível alimentando cinco resistores.



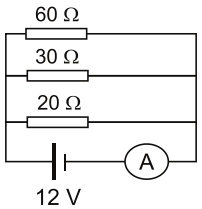
Qual o valor da medida da intensidade da corrente elétrica, expressa em amperes, que percorre o amperímetro A conectado ao circuito elétrico representado?

a) 0,5 A
b) 1,0 A
c) 1,5 A
d) 2,0 A
e) 2,5 A

03. (CN) Considere que um determinado estudante, utilizando resistores disponíveis no laboratório de sua escola, montou os circuitos apresentados abaixo:



Situação 1

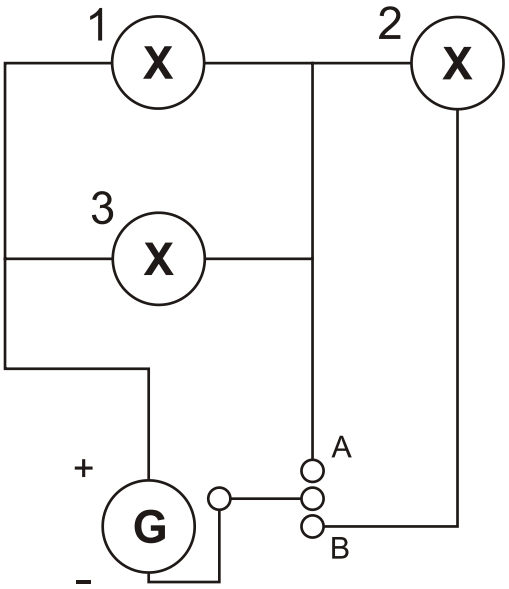


Situação 2

Querendo fazer algumas medidas elétricas, usou um voltímetro (V) para medir a tensão e um amperímetro (A) para medir a intensidade da corrente elétrica. Considerando todos os elementos envolvidos como sendo ideais, os valores medidos pelo voltímetro (situação 1) e pelo amperímetro (situação 2) foram, respectivamente:

a) 2 V e 1,2 A
b) 4 V e 1,2 A
c) 2 V e 2,4 A
d) 4 V e 2,4 A
e) 6 V e 1,2 A

04. (ENEM) Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição

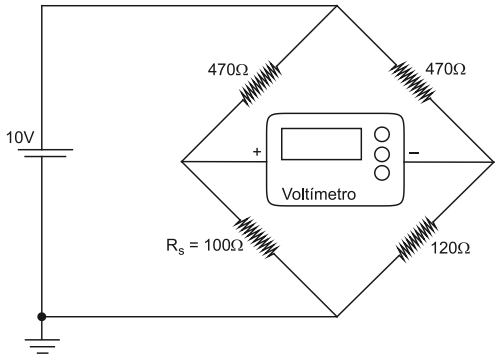
a) B, pois a corrente será maior nesse caso.
b) B, pois a potência total será maior nesse caso.
c) A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
d) B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
e) A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

05. (ENEM) Um circuito em série é formado por uma pilha, uma lâmpada incandescente e uma chave interruptora. Ao se ligar a chave, a lâmpada acende quase instantaneamente, irradiando calor e luz. Popularmente, associa-se o fenômeno da irradiação de energia a um desgaste da corrente elétrica, ao atravessar o filamento da lâmpada, e à rapidez com que a lâmpada começa a brilhar. Essa explicação está em desacordo com o modelo clássico de corrente.

De acordo com o modelo mencionado, o fato de a lâmpada acender quase instantaneamente está relacionado à rapidez com que

a) o fluido elétrico se desloca no circuito.
b) as cargas negativas móveis atravessam o circuito.
c) a bateria libera cargas móveis para o filamento da lâmpada.
d) o campo elétrico se estabelece em todos os pontos do circuito.
e) as cargas positivas e negativas se chocam no filamento da lâmpada.

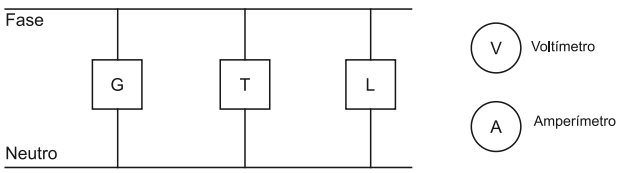
06. (ENEM) Medir temperatura é fundamental em muitas aplicações, e apresentar a leitura em mostradores digitais é bastante prático. O seu funcionamento é baseado na correspondência entre valores de temperatura e de diferença de potencial elétrico. Por exemplo, podemos usar o circuito elétrico apresentado, no qual o elemento sensor de temperatura ocupa um dos braços do circuito (R_S) e a dependência da resistência com a temperatura é conhecida.



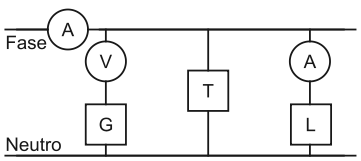
Para um valor de temperatura em que R_S = 100 Ω, a leitura apresentada pelo voltímetro será de

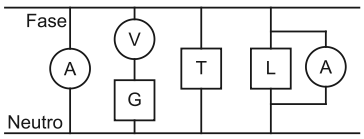
a) +6,2 V.
b) +1,7 V.
c) +0,3 V.
d) –0,3 V.
e) –6,2 V.

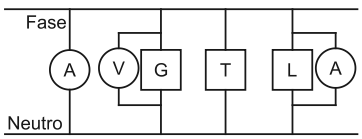
07. (ENEM) Um eletricista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O eletricista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).

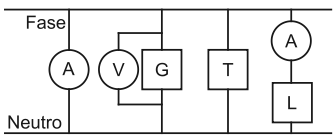


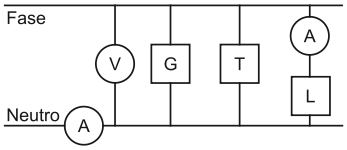
Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:

a)


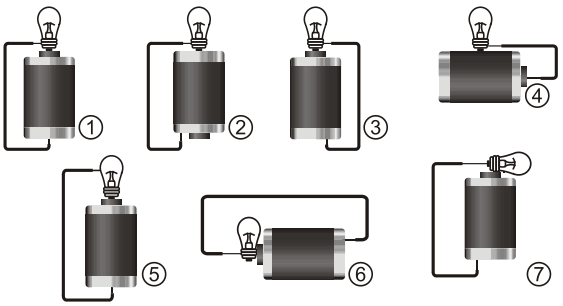
b)


c)


d)


e)


08. (ENEM) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



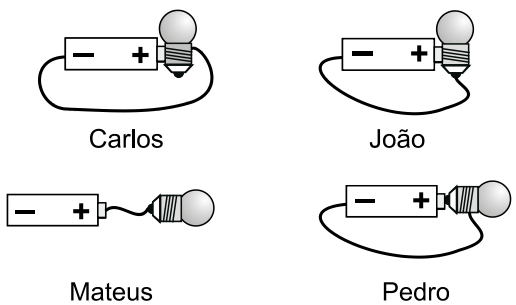
GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. **Instalação Elétrica**: investigando e aprendendo. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

a) (1), (3), (6)
b) (3), (4), (5)
c) (1), (3), (5)
d) (1), (3), (7)
e) (1), (2), (5)

09. (UFMG) Um professor pediu a seus alunos que ligassem uma lâmpada a uma pilha com um pedaço de fio de cobre.

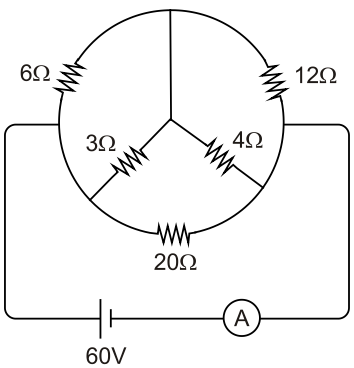
Nestas figuras, estão representadas as montagens feitas por quatro estudantes:



Considerando-se essas quatro ligações, é CORRETO afirmar que a lâmpada vai acender apenas

a) na montagem de Mateus.
b) na montagem de Pedro.
c) nas montagens de João e Pedro.
d) nas montagens de Carlos, João e Pedro.

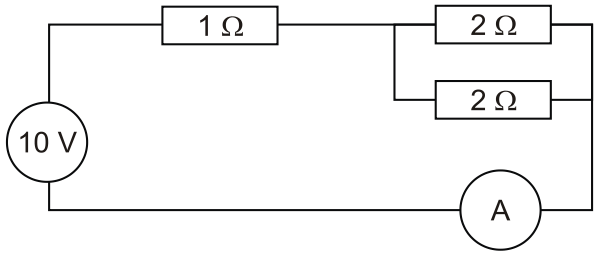
10. (UFTM) No circuito mostrado no diagrama, todos os resistores são ôhmicos, o gerador e o amperímetro são ideais e os fios de ligação têm resistência elétrica desprezível.



A intensidade da corrente elétrica indicada pelo amperímetro, em A, é de

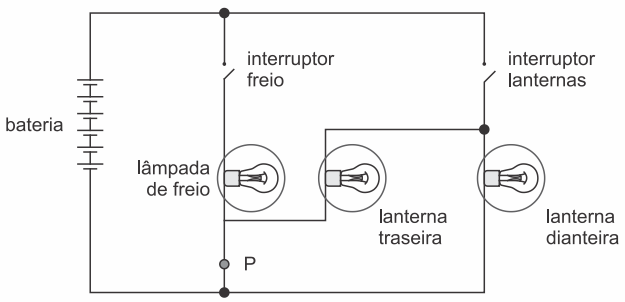
a) 3.
b) 4.
c) 8.
d) 12.
e) 15.

11. (PUCRJ) Calcule a corrente em ampères medida no amperímetro (A) do circuito apresentado na figura.



a) 1,6
b) 3,3
c) 5,0
d) 8,3
e) 20,0

12. (UNESP) A figura mostra o circuito elétrico que acende a lâmpada de freio e as lanternas traseira e dianteira de um dos lados de um automóvel.

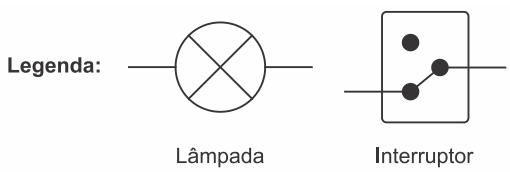


(www.autoentusiastasclassic.com.br. Adaptado.)

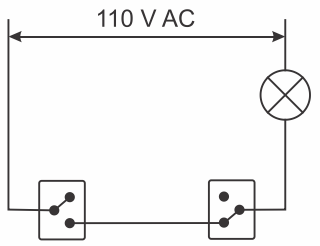
Considerando que as três lâmpadas sejam idênticas, se o circuito for interrompido no ponto P, estando o automóvel com as lanternas apagadas, quando o motorista acionar os freios,

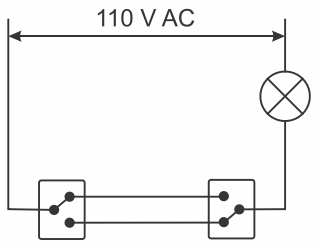
a) apenas a lanterna dianteira se acenderá.
b) nenhuma das lâmpadas se acenderá.
c) todas as lâmpadas se acenderão, mas com brilho menor que seu brilho normal.
d) apenas a lanterna traseira se acenderá.
e) todas as lâmpadas se acenderão com o brilho normal.

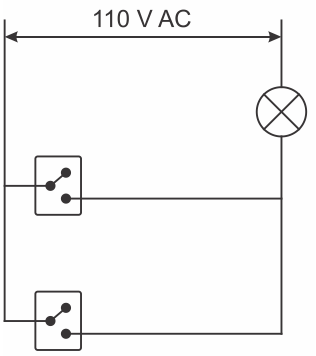
13. (ENEM (LIBRAS)) Durante a reforma de sua residência, um casal decidiu que seria prático poder acender a luz do quarto acionando um interruptor ao lado da porta e apagá-la com outro interruptor próximo à cama. Um eletrotécnico explicou que esse sistema usado para controlar uma lâmpada a partir de dois pontos é conhecido como circuito de interruptores paralelos.

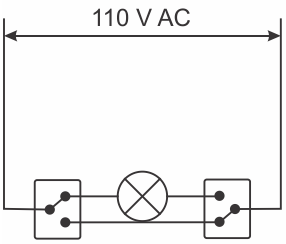


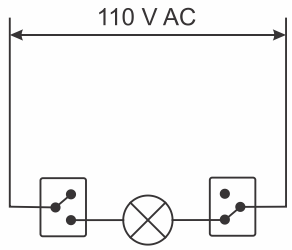
Como deve ser feita a montagem do circuito da lâmpada no quarto desse casal?

a)


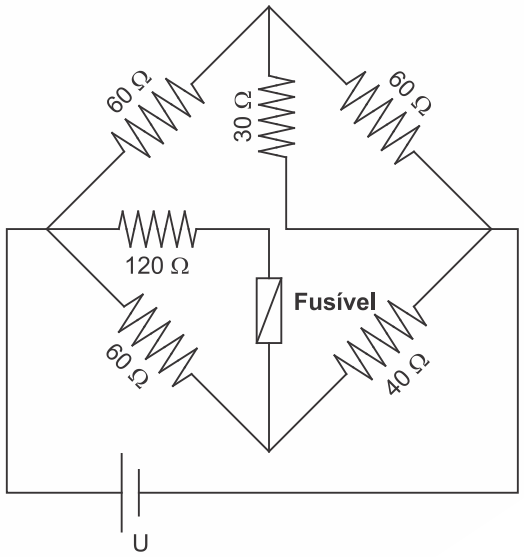
b)


c)


d)


e)


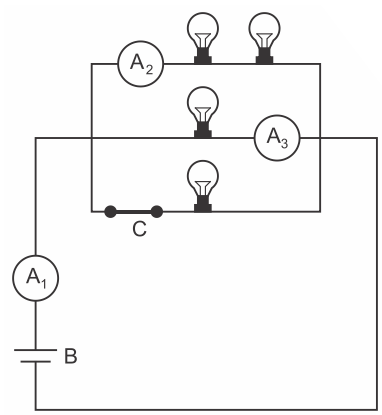
14. (ENEM) Fusível é um dispositivo de proteção contra sobrecorrente em circuitos. Quando a corrente que passa por esse componente elétrico é maior que sua máxima corrente nominal, o fusível queima. Dessa forma, evita que a corrente elevada danifique os aparelhos do circuito. Suponha que o circuito elétrico mostrado seja alimentado por uma fonte de tensão U e que o fusível suporte uma corrente nominal de 500 mA.



Qual é o máximo valor da tensão U para que o fusível não queime?

a) 20 V
b) 40 V
c) 60 V
d) 120 V
e) 185 V

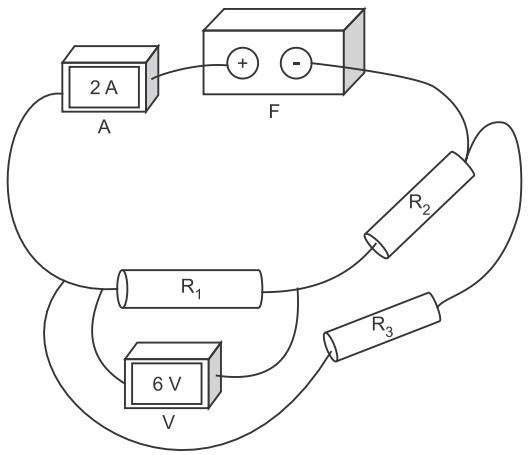
15. (PUCRS) Na figura abaixo, estão representadas quatro lâmpadas idênticas associadas por fios condutores ideais a uma bateria ideal B. Uma chave interruptora C e três amperímetros ideais também fazem parte do circuito. Na figura, a chave interruptora está inicialmente fechada, e os amperímetros A_1, A_2 e A_3 medem intensidades de correntes elétricas, respectivamente, iguais a i_1, i_2 e i_3. Considere o campo gravitacional uniforme.



Quando a chave interruptora C é aberta, as leituras indicadas por A_1, A_2 e A_3 passam a ser, respectivamente,

a) menor que i_1, menor que i_2 e igual a i_3.
b) menor que i_1, igual a i_2 e igual a i_3.
c) igual a i_1, maior que i_2 e maior que i_3.
d) igual a i_1, igual a i_2 e menor que i_3.
e) maior que i_1, maior que i_2 e maior que i_3.

16. (FUVEST) O arranjo experimental representado na figura é formado por uma fonte de tensão F, um amperímetro A, um voltímetro V, três resistores, R_1, R_2 e R_3, de resistências iguais, e fios de ligação.



Quando o amperímetro mede uma corrente de 2 A, e o voltímetro, uma tensão de 6 V, a potência dissipada em R_2 é igual a

Note e adote:

- A resistência interna do voltímetro é muito maior que a dos resistores (voltímetro ideal).

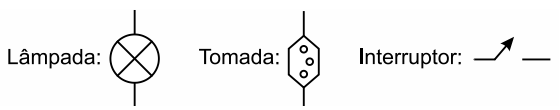
- As resistências dos fios de ligação devem ser ignoradas.

a) 4 W
b) 6 W
c) 12 W
d) 18 W
e) 24 W

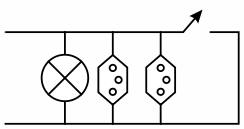
17. (ENEM) Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em seu quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. Decidiu esboçar com antecedência o esquema elétrico.

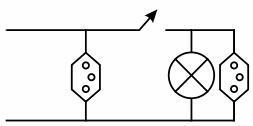
"O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos" — pensou.

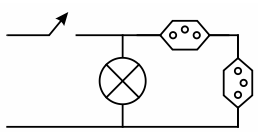
Símbolos adotados:

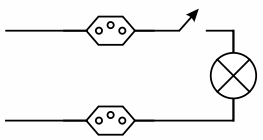


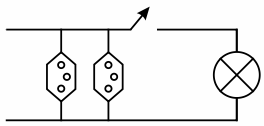
Qual dos circuitos esboçados atende às exigências?

a)


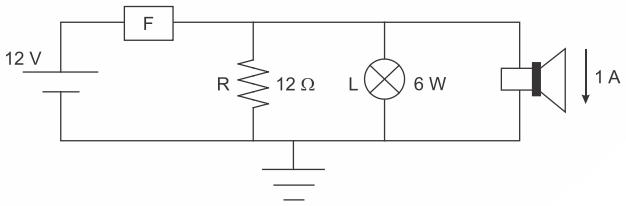
b)


c)


d)


e)


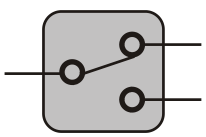
18. (ENEM PPL) Fusíveis são dispositivos de proteção de um circuito elétrico, sensíveis ao excesso de corrente elétrica. Os modelos mais simples consistem de um filamento metálico de baixo ponto de fusão, que se funde quando a corrente ultrapassa determinado valor, evitando que as demais partes do circuito sejam danificadas. A figura mostra um diagrama de um circuito em que o fusível F protege um resistor R de 12 Ω, uma lâmpada L de 6 W e um alto-falante que conduz 1 A.

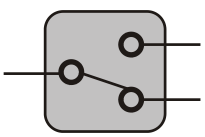


Sabendo que esse fusível foi projetado para trabalhar com uma corrente até 20% maior que a corrente nominal que atravessa esse circuito, qual é o valor, em ampères, da corrente máxima que o fusível F permite passar?

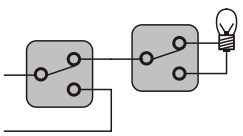
a) 1,0
b) 1,5
c) 2,0
d) 2,5
e) 3,0

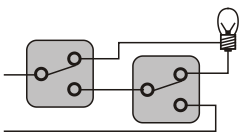
19. (ENEM) Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectam-se os interruptores para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esta ligação é conhecida como interruptores paralelos. Este interruptor é uma chave de duas posições constituída por um polo e dois terminais, conforme mostrado nas figuras de um mesmo interruptor. Na Posição I a chave conecta o polo ao terminal superior, e na Posição II a chave o conecta ao terminal inferior.

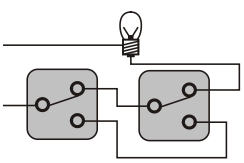

Posição I

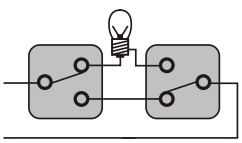

Posição II

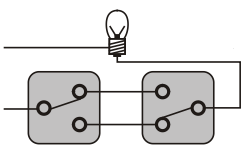
O circuito que cumpre a finalidade de funcionamento descrita no texto é:

a)


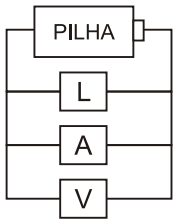
b)


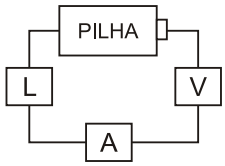
c)


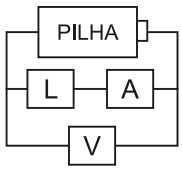
d)


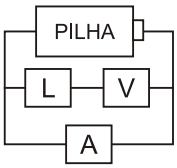
e)


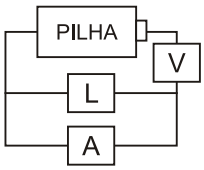
20. (ENEM PPL) Um eletricista precisa medir a resistência elétrica de uma lâmpada. Ele dispõe de uma pilha, de uma lâmpada (L), de alguns fios e de dois aparelhos: um voltímetro (V), para medir a diferença de potencial entre dois pontos, e um amperímetro (A), para medir a corrente elétrica. O circuito elétrico montado pelo eletricista para medir essa resistência é

a)


b)


c)


d)


e)


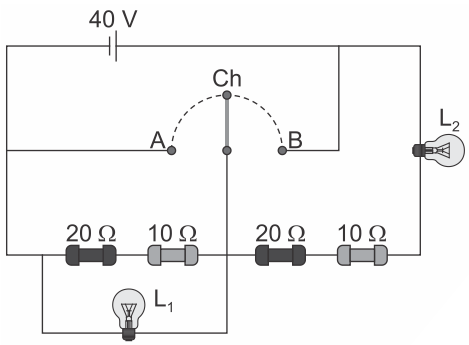
EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

01. (PUCRJ) Uma estudante tem uma pequena lâmpada LED vermelha em cujas especificações lê-se o seguinte: "Queda de tensão 1,8 V corrente máxima 0,02 A". Ela quer ligar essa lâmpada a duas pilhas AA em série, cada uma delas com voltagem de 1,5 V. Mas percebe que, para isso, deve acrescentar algum resistor ao circuito.

a) Qual deve ser a resistência mínima do resistor para que a lâmpada LED não queime?

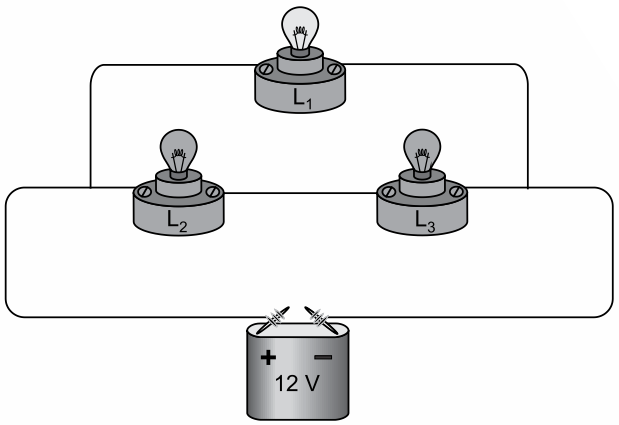
b) A estudante tem à sua disposição até quatro resistores de 120 Ω. Quantos resistores ela deve usar para que a lâmpada opere, seguramente, em sua corrente máxima? Justifique e faça um esquema do circuito.

02. (UNESP) O circuito representado é constituído por quatro resistores ôhmicos, um gerador ideal, uma chave Ch de resistência elétrica desprezível e duas lâmpadas idênticas, L_1 e L_2, que apresentam valores nominais de tensão e potência iguais a 40 V e 80 W cada. A chave pode ser ligada no ponto A ou no ponto B, fazendo funcionar apenas uma parte do circuito de cada vez.



Considerando desprezíveis as resistências elétricas dos fios de ligação e de todas as conexões utilizadas, calcule as potências dissipadas pelas lâmpadas L_1 e L_2, quando a chave é ligada no ponto A. Em seguida, calcule as potências dissipadas pelas lâmpadas L_1 e L_2, quando a chave é ligada no ponto B.

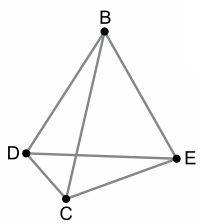
03. (UNESP) Três lâmpadas idênticas (L_1, L_2 e L_3), de resistências elétricas constantes e valores nominais de tensão e potência iguais a 12 V e 6 W, compõem um circuito conectado a uma bateria de 12 V. Devido à forma como foram ligadas, as lâmpadas L_2 e L_3 não brilham com a potência para a qual foram projetadas.



Considerando desprezíveis as resistências elétricas das conexões e dos fios de ligação utilizados nessa montagem, calcule a resistência equivalente, em ohms, do circuito formado pelas três lâmpadas e a potência dissipada, em watts, pela lâmpada L_2.

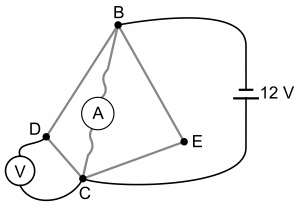
04. (UNESP) Um estudante pretendia construir o tetraedro regular BCDE, representado na figura 1, com seis fios idênticos, cada um com resistência elétrica constante de 80 Ω no intuito de verificar experimentalmente as leis de Ohm em circuitos de corrente contínua.

Figura 1



Acidentalmente, o fio DE rompeu-se; com os cinco fios restantes e um gerador de 12 V um amperímetro e um voltímetro, todos ideais, o estudante montou o circuito representado na figura 2, de modo que o fio BC permaneceu com o mesmo comprimento que tinha na figura 1.

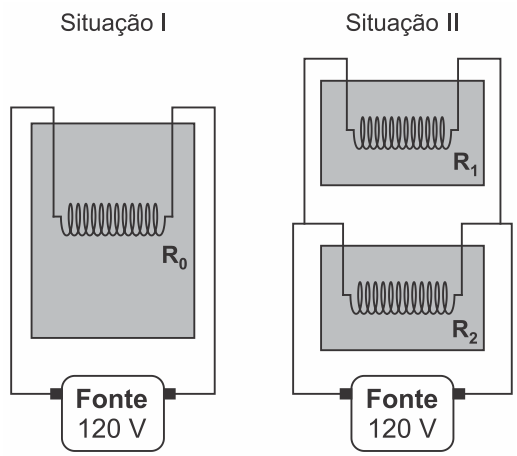
Figura 2



Desprezando a resistência dos fios de ligação dos instrumentos ao circuito e das conexões utilizadas, calcule as indicações do amperímetro, em A, e do voltímetro, em V, na situação representada na figura 2.

05. (FUVEST) Uma jovem, para aquecer uma certa quantidade de massa M de água, utiliza, inicialmente, um filamento enrolado, cuja resistência elétrica R0 é igual a 12 Ω, ligado a uma fonte de 120 V (situação I).

Desejando aquecer a água em dois recipientes, coloca, em cada um, metade da massa total de água (M/2), para que sejam aquecidos por resistências R_1 e R_2, ligadas à mesma fonte (situação II). A jovem obtém essas duas resistências, cortando o filamento inicial em partes não iguais, pois deseja que R_1 aqueça a água com duas vezes mais potência que R_2. Para analisar essas situações:



a) Estime a potência P_0, em watts, que é fornecida à massa total de água, na situação I.

b) Determine os valores de R_1 e R_2, em ohms, para que no recipiente onde está R_1 a água receba duas vezes mais potência do que no recipiente onde está R_2, na situação II.

c) Estime a razão P/P_0, que expressa quantas vezes mais potência é fornecida na situação II (P), ao conjunto dos dois recipientes, em relação à situação I (P_0).

NOTE E ADOTE: V = RI; P = VI

GABARITO

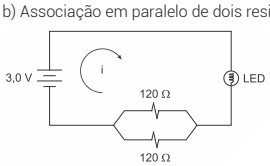
EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. C	05. D	09. C	13. B	17. E
02. B	06. D	10. E	14. D	18. E
03. B	07. E	11. C	15. B	19. E
04. C	08. D	12. C	16. A	20. C

EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

01. a) 60 Ω

b) Associação em paralelo de dois resistores.



02. P_{1A} = 0; P_{2A} = 12,8 W; P_{2B} = 0; P_{1B} = 80 W

03. R = 16 Ω; P_2 = 1,5 W.

04. i_A = 0,15 A; U_V = 6 V.

05. a) 1.200 W

b) R_1 = 4 Ω; R_2 = 8 Ω

c) 4,5

ANOTAÇÕES