

Estudo do Gerador e Associação de Geradores

CIÊNCIAS DA NATUREZA

Competência(s):
5 e 20

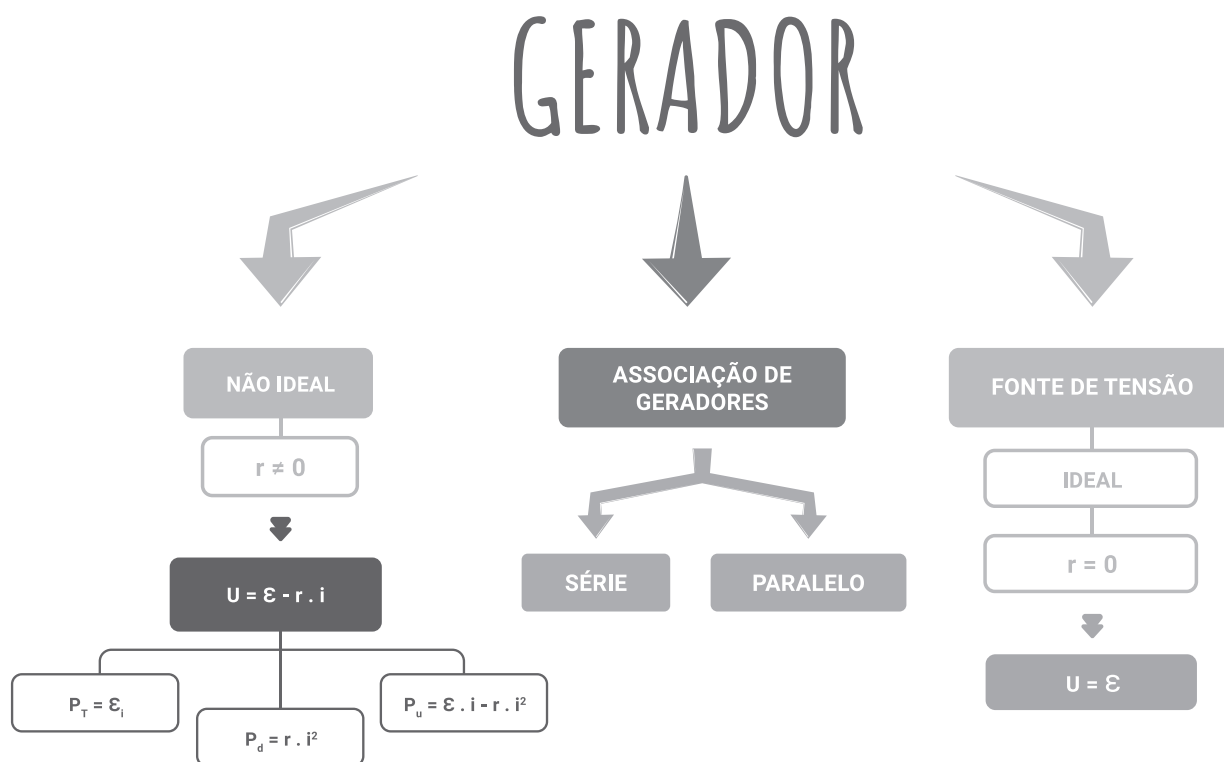
Habilidade(s):
5, 6, 7, 17 e 22

AULAS
9 E 10

VOCÊ DEVE SABER!

- Gerador ideal
- Características dos geradores
- Força eletromotriz (fem)
- Potência no gerador elétrico
- Lei de Pouillet
- Corrente de curto-circuito em um gerador
- Curva característica de um gerador
- Potência útil fornecida
- Associação em série
- Associação em paralelo

MAPEANDO O SABER

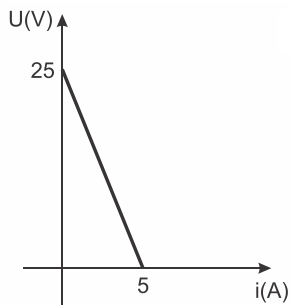


ANOTAÇÕES

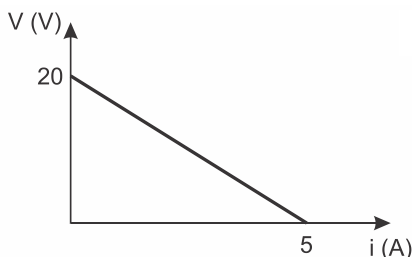


EXERCÍCIOS DE SALA

1. (UEPG 2021) Geradores são dispositivos cuja função é transformar energia de algum tipo em energia elétrica. Analisando a curva característica de um gerador, representada no gráfico, assinale o que for correto.



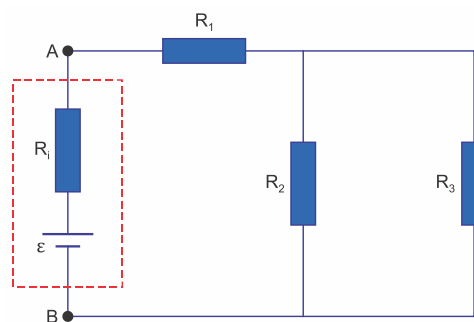
- 01) A equação do gerador será $U = 25 - 5i$
 02) A resistência interna do gerador vale 5Ω .
 04) A equação da potência útil desse gerador é $P_U = 25 - 5i^2$;
 08) Quando a corrente elétrica for igual a 4A, a potência dissipada ou passiva dentro do gerador será igual a 80W.
 16) Se esse gerador estiver alimentando um único resistor de valor $R=10 \Omega$, e os fios de ligação tiverem resistências desprezíveis, a intensidade de corrente elétrica que o atravessa será menor que 1,5 A.
2. (UFPR) Um dado gerador elétrico real fornece uma tensão V entre seus terminais quando percorrido por uma corrente i . O gráfico apresenta a curva $V \times i$ para esse gerador.



- a) Determine a resistência interna r desse gerador.
 b) Um resistor de resistência $R_0 = 6 \Omega$ é ligado aos terminais desse gerador, formando um circuito fechado em que gerador e resistor estão ligados em série. Determine o rendimento do gerador quando funcionando nessa configuração.
3. (ENEM 2017) Em algumas residências, cercas eletrificadas são utilizadas com o objetivo de afastar possíveis invasores. Uma cerca eletrificada funciona com uma diferença de potencial elétrico de aproximadamente 10.000 V. Para que não seja letal, a corrente que pode ser transmitida através de uma pessoa não deve ser maior do que 0,01 A. Já a resistência elétrica corporal entre as mãos e os pés de uma pessoa é da ordem de 1.000Ω .

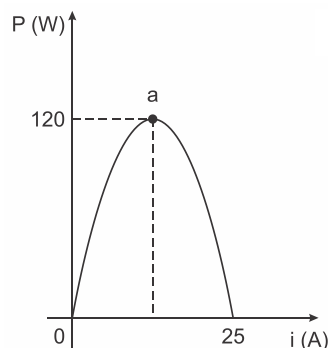
Para que a corrente não seja letal a uma pessoa que toca a cerca eletrificada, o gerador de tensão deve possuir uma resistência interna que, em relação à do corpo humano, é

- a) praticamente nula.
 b) aproximadamente igual.
 c) milhares de vezes maior.
 d) da ordem de 10 vezes maior.
 e) da ordem de 10 vezes menor.
4. (UNIFESP 2022) Um circuito elétrico é composto por uma bateria, de força eletromotriz ε e resistência interna R_1 , e por três resistores, R_1 , R_2 e R_3 , como ilustrado na figura.



A intensidade da corrente elétrica que se estabelece no resistor R_1 é igual a 0,25 A.

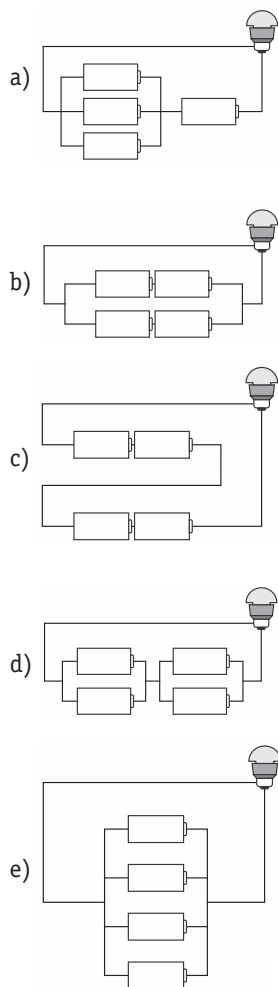
- a) Considerando a resistência elétrica dos resistores R_2 e R_3 respectivamente iguais a 200Ω e 50Ω , calcule a diferença de potencial, em volts, entre os terminais do resistor R_3 e determine a intensidade da corrente elétrica, em amperes, que nele se estabelece.
 b) Sabendo que a força eletromotriz da bateria é 12,0 V e que a diferença de potencial entre os pontos A e B, indicados na figura, é de 11,9 V, calcule o valor da resistência interna da bateria, em ohms, e determine a potência dissipada na forma de calor, em watts, pela bateria.
5. (EFOMM 2019) Beto, um advogado interessado em eletricidade, num sábado ensolarado, resolveu montar um circuito elétrico para sua guitarra. Ele associou um gerador de FEM ε e resistência interna r em série com um resistor R variável. A potência dissipada no resistor R , em função da corrente i , é dada pelo gráfico mostrado na figura abaixo, onde o ponto a é o vértice da parábola.



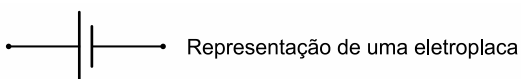
Os valores da resistência interna r e da força eletromotriz (FEM) do gerador são, respectivamente

- $4,40 \cdot 10^{-1} \Omega$, $0,85 \cdot 10^{-1} \text{ V}$.
- $7,68 \cdot 10^{-1} \Omega$, $2,46 \cdot 10^1 \text{ V}$
- $3,98 \cdot 10^{-1} \Omega$, $2,46 \cdot 10^1 \text{ V}$
- $8,80 \cdot 10^{-2} \Omega$, $2,20 \cdot 10^0 \text{ V}$
- $4,84 \cdot 10^{-2} \Omega$, $3,42 \cdot 10^2 \text{ V}$

6. (ENEM PPL) Em um laboratório, são apresentados aos alunos uma lâmpada, com especificações técnicas de 6V e 12W e um conjunto de 4 pilhas de 15V cada. Qual associação de geradores faz com que a lâmpada produza maior brilho?



7. (UNESP 2020) Na maioria dos peixes elétricos as descargas são produzidas por órgãos elétricos constituídos por células, chamadas eletroplacas, empilhadas em colunas. Suponha que cada eletroplaca se comporte como um gerador ideal.

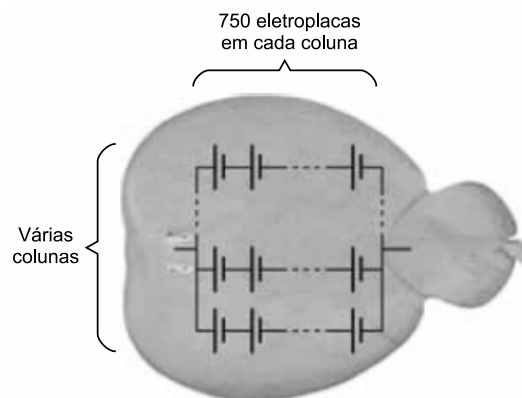


Suponha que o sistema elétrico de um poraquê, peixe elétrico de água doce, seja constituído de uma coluna com 5.000 eletroplacas associadas em série, produzindo uma força eletromotriz total de 600 V.



(<https://hypescience.com>. Adaptado.)

Considere que uma raia-torpedo, que vive na água do mar, possua um sistema elétrico formado por uma associação em paralelo de várias colunas, cada uma com 750 eletroplacas iguais às do poraquê, ligadas em série, constituindo mais da metade da massa corporal desse peixe.



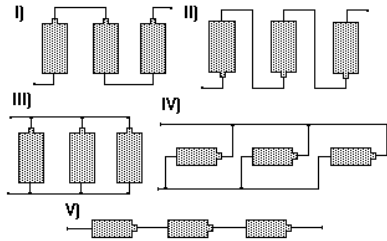
(www.megatimes.com.br. Adaptado.)

Desconsiderando perdas internas, se em uma descarga a raia-torpedo conseguir produzir uma corrente elétrica total de 50A durante um curto intervalo de tempo, a potência elétrica gerada por ela, nesse intervalo de tempo, será de

- 3.500W.
- 3.000W.
- 2.500W.
- 4.500W.
- 4.000 W.

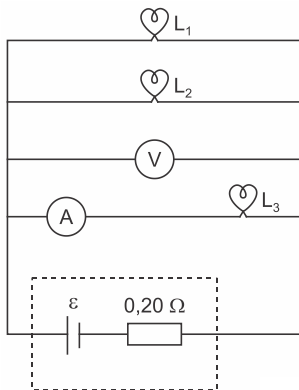
ESTUDO INDIVIDUALIZADO (E.I.)

1. (Cesgranrio 1990) Pilhas de lanterna estão associadas por fios metálicos, segundo os arranjos:



Ligando-se resistores entre os pontos terminais livres, pode-se afirmar que as pilhas estão eletricamente em:

- a) paralelo em I, II, e III;
 b) paralelo em III e IV;
 c) série em I, II, e III;
 d) série em IV e V;
 e) série em III e V.
2. (Mackenzie 2009) Quando as lâmpadas L_1 , L_2 e L_3 estão ligadas ao gerador de f.e.m. ε , conforme mostra a figura ao lado, dissipam, respectivamente, as potências 1,00 W, 2,00 W e 2,00 W, por efeito Joule. Nessas condições, se o amperímetro A, considerado ideal, indica a medida 500 mA, a força eletromotriz do gerador é de:



- a) 2,25 V
 b) 3,50 V
 c) 3,75 V
 d) 4,00 V
 e) 4,25 V
3. (G1 - cftmg 2007) A figura representa o modo como um estudante colocou quatro pilhas novas em sua lanterna.



Nessa situação, é correto afirmar que

- a) a lâmpada irá queimar.
 b) a lanterna não irá acender.
 c) as pilhas durarão pouco tempo.
 d) a luz emitida terá um brilho forte.
4. (Ufu 2006) O circuito elétrico (fig. 1) é utilizado para a determinação da resistência interna r e da força eletromotriz ε do gerador. Um resistor variável R (também conhecido como reostato) pode assumir diferentes valores, fazendo com que a corrente elétrica no circuito também assuma valores diferentes para cada valor escolhido de R . Ao variar os valores de R , foram obtidas leituras no voltímetro V e no amperímetro A , ambos ideais, resultando no gráfico (fig. 2).

Figura 1

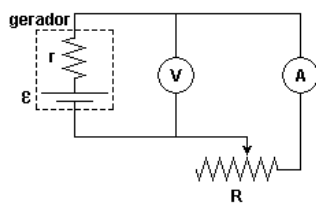
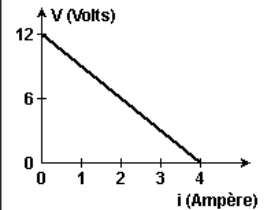
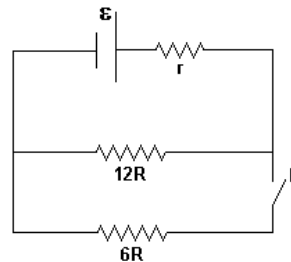


Figura 2



Com base nessas informações, assinale a alternativa que corresponde aos valores corretos, respectivamente, da resistência interna e da força eletromotriz do gerador.

- a) 2Ω e 7 V.
 b) 1Ω e 4 V.
 c) 3Ω e 12 V.
 d) 4Ω e 8 V.
5. (Ufms 2005) O circuito a seguir apresenta um gerador de força eletromotriz ε e resistência interna r , associado a dois resistores de resistências $12R$ e $6R$, controlados por uma chave K . É correto afirmar que



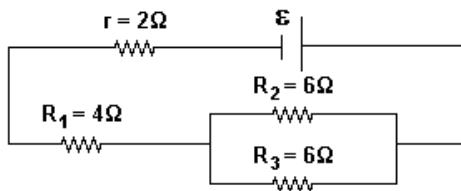
- a) a resistência elétrica do circuito será igual a $6R + r$, com a chave K aberta.
 b) a resistência elétrica do circuito será igual a $2R + r$, com a chave K fechada.
 c) a máxima intensidade de corrente no circuito será igual $a\varepsilon/6r$.
 d) a intensidade de corrente na chave K fechada será igual $a\varepsilon/(4R + r)$.
 e) a potência dissipada na associação das resistências $12R$ e $6R$ será máxima se $R = r/4$, com a chave K fechada.

6. (Ufscar 2005) Com respeito aos geradores de corrente contínua e suas curvas características $U \times i$, analise as afirmações seguintes:

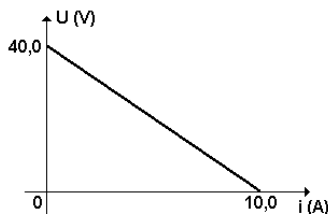
- I. Matematicamente, a curva característica de um gerador é decrescente e limitada à região contida no primeiro quadrante do gráfico.
- II. Quando o gerador é uma pilha em que a resistência interna varia com o uso, a partir do momento em que o produto dessa resistência pela corrente elétrica se iguala à força eletromotriz, a pilha deixa de alimentar o circuito.
- III. Em um gerador real conectado a um circuito elétrico, a diferença de potencial entre seus terminais é menor que a força eletromotriz.

Está correto o contido em

- a) I, apenas.
 - b) II, apenas.
 - c) I e II, apenas.
 - d) II e III, apenas.
 - e) I, II e III.
7. (Ufsm 2003) No circuito da figura, a corrente no resistor R_2 é de 2A. O valor da força eletromotriz da fonte (ε) é, em V,



- a) 6
 - b) 12
 - c) 24
 - d) 36
 - e) 48
8. (Uel 1998) O gráfico a seguir representa a curva característica de um gerador, isto é, a ddp nos seus terminais em função da corrente elétrica que o percorre.



A potência máxima que esse gerador pode fornecer ao circuito externo, em watts, vale

- a) 400
 - b) 300
 - c) 200
 - d) 100
 - e) 40,0
9. (Fgv 2021) Uma bateria de força eletromotriz ε e resistência interna r é ligada a um resistor ôhmico de resistência R , que, nessa situação, é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade I . Se essa

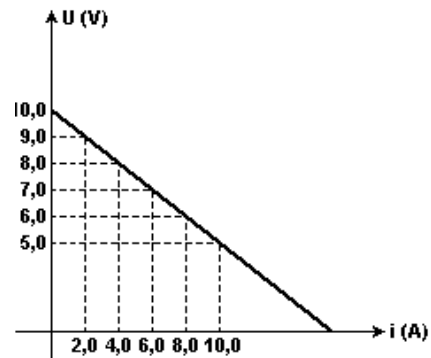
bateria for associada em paralelo com outra bateria idêntica e o conjunto, assim formado, for ligado ao mesmo resistor R , a intensidade da corrente elétrica I' que o percorrerá será tal que

- a) $I' = \frac{1}{2}I$
- b) $\frac{1}{2}I < I' < I$
- c) $I' = I$
- d) $I < I' < 2I$
- e) $I' = 2I$

10. (Mackenzie 2019) Em um circuito elétrico simples há duas baterias ε_1 e ε_2 , acopladas em série a um resistor de resistência R e a um amperímetro ideal, que acusa 6,0 A quando as baterias funcionam como geradores em série. Ao se inverter a polaridade da bateria ε_1 , o amperímetro passa a indicar a corrente elétrica de intensidade 2,0 A, com o mesmo sentido de antes da inversão. Conhecendo-se $\varepsilon_2 = 24$ V, no cálculo de ε_1 , em volt, encontra-se

- a) 12
- b) 14
- c) 16
- d) 18
- e) 24

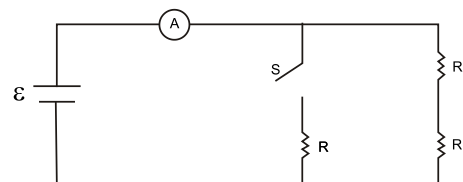
11. (G1 - cftmg 2005) Observe o gráfico característico de um gerador.



Se uma lâmpada de resistência $3,5 \Omega$ for ligada em série com esse gerador, a corrente elétrica na lâmpada, em amperes, será

- a) 2,5.
- b) 3,0.
- c) 7,5.
- d) 10.

12. (Ufmg 2009) Observe este circuito, constituído de três resistores de mesma resistência R ; um amperímetro A ; uma bateria ε ; e um interruptor S :

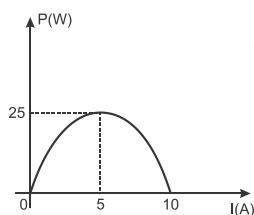


Considere que a resistência interna da bateria e a do amperímetro são desprezíveis e que os resistores são ôhmicos.

Com o interruptor S inicialmente desligado, observa-se que o amperímetro indica uma corrente elétrica I . Com base nessas informações, é correto afirmar que, quando o interruptor S é ligado, o amperímetro passa a indicar uma corrente elétrica:

- a) $\frac{2I}{3}$. b) $\frac{I}{2}$.
c) $2I$. d) $3I$.

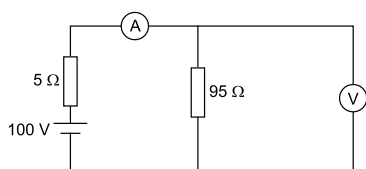
13. (Unirio 1998)



O diagrama anterior representa a curva de potência útil de um gerador cuja força eletromotriz vale ϵ , e a resistência elétrica vale r . Os valores de ϵ e r são, respectivamente:

- a) 1,0 V e 10 Ω
b) 5,0 V e 1,0 Ω
c) 10 V e 1,0 Ω
d) 25 V e 5,0 Ω
e) 25 V e 10 Ω

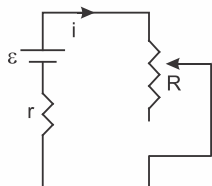
14. (Unichristus - Medicina 2021) Na figura a seguir, tem-se um gerador com força eletromotriz de 100 volts e resistência interna de 5 ohms. Além do gerador, tem-se um resistor de resistência $R = 95$ ohms. Existem também um amperímetro e um voltímetro, ambos ideais.



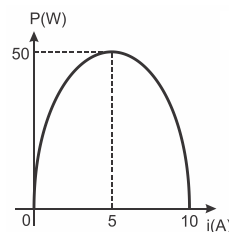
Dessa forma, pode-se afirmar que a leitura do voltímetro é de

- a) zero. b) 5 volts.
c) 40 volts. d) 70 volts.
e) 95 volts.

15. (Mackenzie 1996) Um circuito elétrico é constituído de um gerador de força eletromotriz ϵ e resistência interna r , e de um resistor de resistência R variável.



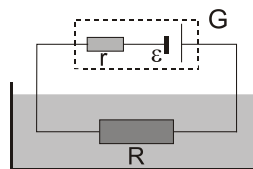
A potência dissipada no resistor em função da corrente i é dada pelo gráfico a seguir.



Os valores da força eletromotriz ϵ e da resistência interna r do gerador são, respectivamente:

- a) 50 V e 4 Ω . b) 20 V e 2 Ω .
c) 20 V e 1 Ω . d) 25 V e 0,5 Ω .
e) 15 V e 0,5 Ω .

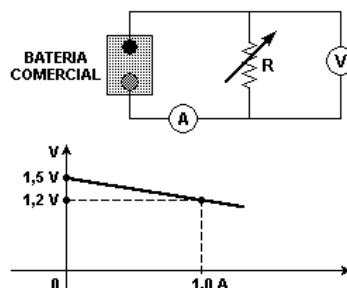
16. (Ita 2013) O experimento mostrado na figura foi montado para elevar a temperatura de certo líquido no menor tempo possível, despendendo uma quantidade de calor Q . Na figura, G é um gerador de força eletromotriz ϵ , com resistência elétrica interna r , e R é a resistência externa submersa no líquido.



Desconsiderando trocas de calor entre o líquido e o meio externo,

- a) Determine o valor de R e da corrente i em função de ϵ e da potência elétrica P fornecida pelo gerador nas condições impostas.
b) Represente graficamente a equação característica do gerador, ou seja, a diferença de potencial U em função da intensidade da corrente elétrica i .
c) Determine o intervalo de tempo transcorrido durante o aquecimento em função de Q , i e ϵ .

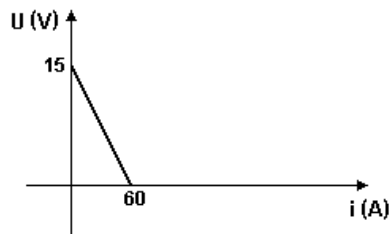
17. (Ufrj 2006) Uma bateria comercial de 1,5V é utilizada no circuito esquematizado a seguir, no qual o amperímetro e o voltímetro são considerados ideais. Varia-se a resistência R , e as correspondentes indicações do amperímetro e do voltímetro são usadas para construir o seguinte gráfico de voltagem (V) versus intensidade de corrente (I).



Usando as informações do gráfico, calcule:

- o valor da resistência interna da bateria;
- a indicação do amperímetro quando a resistência R tem o valor $1,7\Omega$.

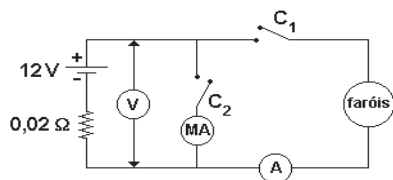
18. (Ufrj 2000) O gráfico a seguir representa a curva de uma bateria de certa marca de automóvel.



Quando o motorista liga o carro tem-se a corrente máxima ou corrente de curto circuito. Neste caso:

- qual a resistência interna da bateria?
- qual a máxima potência útil desta bateria?

19. (Unb 1996) O diagrama a seguir mostra parte do circuito elétrico de um automóvel nacional. Nele, encontram-se representados a bateria de 12 V , os faróis, o motor de arranque (MA) e duas chaves de acionamento elétrico. C_1 representa o interruptor que liga e desliga os faróis e C_2 representa a chave de ignição (ou de partida) do automóvel. Quando apenas os faróis estão ligados, a corrente elétrica, de aproximadamente 12 A , que circula pelo circuito, faz com que eles brilhem normalmente. Todavia, quando a chave C_2 é fechada, o motor de arranque, para girar o eixo do motor, que está parado, solicita da bateria uma corrente bem elevada, de $212,4\text{ A}$. Nesse momento, a diferença de potencial (ddp) medida pelo voltímetro sofre uma redução, o amperímetro passa a indicar $7,6\text{ A}$ e a luminosidade dos faróis perde intensidade. Sabendo que a resistência interna da bateria é igual a $0,02\ \Omega$ e considerando que os instrumentos de medição não interferem nas grandezas elétricas do circuito, determine, em volts, a ddp indicada pelo voltímetro. Multiplique o seu resultado por 10 e, depois, despreze a parte fracionária, caso exista.



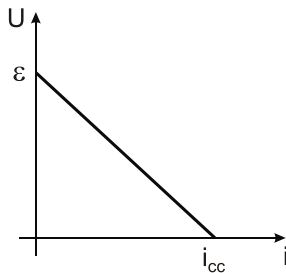
20. (Ita 2003) Em sua aventura pela Amazônia, João porta um rádio para comunicar-se. Em caso de necessidade, pretende utilizar células solares de silício, capazes de converter a energia solar em energia elétrica, com eficiência de 10%. Considere que cada célula tenha 10 cm^2 de área coletora, sendo capaz de gerar uma tensão de $0,70\text{ V}$, e que o fluxo de energia solar médio incidente é da ordem de $1,0 \times 10^3\text{ W/m}^2$. Projete um circuito que deverá ser montado com as células solares para obter uma tensão de $2,8\text{ V}$ e corrente mínima de $0,35\text{ A}$, necessárias para operar o rádio.

GABARITO

1. B 2. A 3. D 4. D 5. A
 6. C 7. D 8. D 9. B 10. C
 11. D 12. C 13. C 14. B 15. B

16.

a) De acordo com o enunciado, observamos um gerador real, ou seja, com resistência interna. O gráfico característico de um gerador real é dado por:



Com função: $U = \varepsilon - r \cdot i$

Como $P = U \cdot i$, podemos concluir que a área do gráfico $U \cdot i$ é numericamente igual a potência do gerador, ou seja:

$$\text{Área} = \frac{\varepsilon \cdot i_{cc}}{2} \rightarrow P = \frac{\varepsilon \cdot i_{cc}}{2}$$

Como o enunciado nos informa que o líquido deve ser aquecido no menor tempo possível, podemos concluir que o gerador deve trabalhar com sua maior potência, ou seja: $i_{cc} \rightarrow i$

$$P = \frac{\varepsilon \cdot i_{cc}}{2}$$

$$i_{cc} \rightarrow i$$

$$P = \frac{\varepsilon \cdot i_{cc}}{2} \rightarrow P = \frac{\varepsilon \cdot i}{2} \rightarrow i = \frac{2P}{\varepsilon}$$

Lembrando-se que $P = U \cdot i$ e que $R = \frac{U}{i}$ para o resistor de resistência R:

$$P = U \cdot i \rightarrow U = \frac{P}{i}$$

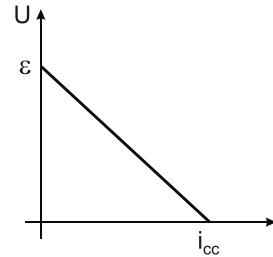
$$R = \frac{U}{i} \rightarrow U = R \cdot i$$

$$R \cdot i = \frac{P}{i} \rightarrow R = \frac{P}{i^2}$$

Como $i = \frac{2P}{\varepsilon}$:

$$R = \frac{P}{i^2} \rightarrow R = \frac{P \cdot \varepsilon^2}{4P^2} \rightarrow R = \frac{\varepsilon^2}{4P}$$

b) Como o gerador apresentado no enunciado possui resistência interna, trata-se de um gerador ideal, com função $U = \varepsilon - r \cdot i$ e gráfico:



$$c) P = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$\text{Como: } i = \frac{2P}{\varepsilon} \rightarrow P = \frac{i \cdot \varepsilon}{2}$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow \frac{i \cdot \varepsilon}{2} = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{2Q}{i \cdot \varepsilon}$$

17.

a) Se a corrente é nula a resistência externa tende ao infinito e a voltagem se iguala a força eletromotriz ou fem. Isto significa que a fem, ou seja, $\varepsilon = 1,5V$. Se a corrente no circuito é $1,0A$ a diferença de potencial, ddp, é $1,2V$. Usando a equação do gerador: $\varepsilon -$

$$V = r \cdot i, \text{ obtem-se a resistência interna: } r = \frac{(1,5 - 1,2)}{1,0} = 0,30\Omega.$$

b) Visto que $U = R \cdot i$, pode-se escrever a equação anterior na forma $\varepsilon = (R + r) \cdot i$. A corrente vale então, $I = \frac{1,5}{(1,7 + 0,3)} = 0,75A$.

18.

a) $0,25 \Omega$

b) $225 W$

19.

$7,6 V$

20.

Sendo o fluxo de energia solar médio incidente igual a $1,0 \cdot 10^3 W/m^2$, conclui-se que cada célula de área $10 cm^2 = 10 \cdot 10^4 m^2$ recebe a potência $P = 1,0 \cdot 10^3 W/m^2 \cdot 10 \cdot 10^4 m^2 = 1,0W$.

Sendo a eficiência de conversão de energia solar em energia elétrica igual a 10% , resulta que a potência elétrica fornecida por célula é $P' = 0,10W$. Como cada célula é capaz de gerar uma tensão de $0,70V$, concluímos que a intensidade da corrente fornecida por uma célula é $i = P'/U = 0,10W/0,70V = \frac{1}{7} A$

Para obtermos uma tensão de 2,8V, devemos associar n conjuntos de 4 células em série.

Número de conjuntos:

Lembrando que a corrente mínima deve ser 0,35A, temos:

$$n \cdot \frac{1}{7} = 0,3 \rightarrow n = 2,45$$

Como n é um número inteiro, concluímos que o número mínimo de conjuntos é três. Assim, temos o circuito adiante:

