

SOLUTO - TUCURUÍ
TÉCNICO EM ELETROMECÂNICA

APOSTILA DE ELETRICIDADE BÁSICA

Prof. Eng Leandro Souza

Esta apostila é destinada aos alunos dos curso de elétromecânica da Soluto Sitema Educacional unidade Tucuruí

Os cursos técnicos profissionalizantes aceleram a entrada do aluno no mercado de trabalho, prepara o aluno para lidar com uma sociedade desenvolvida tecnologicamente. O curso Profissionalizante ele busca suprir uma demanda por mão de obra especializada e qualificada que hoje o nosso país necessita.

Mantenham o foco no ensino e não se inibem em fazer qualquer pergunta ou interações durante o decorrer da disciplina.

A todos um otimo estudo

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. NOÇÕES DE ELETROSTÁTICA | 3 |
| 1.1 Átomos e sua estrutura..... | 3 |
| 1.2 Elétrons livres | 4 |
| 1.3 Potencial elétrico..... | 4 |
| 2. TENSÃO ELÉTRICA OU DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO (DDP)..... | 6 |
| 3. CORRENTE ELÉTRICA..... | 7 |
| 4. RESISTÊNCIA ELÉTRICA | 8 |
| 4,1 Fatores que influenciam a resistência elétrica de um corpo | 8 |
| 4.2 Segunda lei de Ohm..... | 10 |
| 5. 1ª LEI DE OHM, POTÊNCIA E ENERGIA ELÉTRICA | 11 |
| 5.1 Primeira lei de Ohm | 11 |
| 5.2 Potência elétrica | 11 |
| 5.3 Energia elétrica. | 12 |
| 6. CIRCUITO SÉRIE..... | 13 |
| 6.1 Resistência equivalente de um circuito série. | 13 |
| 6.2 Análise de um circuito série..... | 13 |
| 6.3 Leis de Kirchhoff para tensões (LKT)..... | 15 |
| 7. CIRCUITO PARALELO | 16 |
| 7.1 Análise de circuitos em paralelo | 17 |
| 7.2 Lei de Kirchhoff para a corrente..... | 18 |
| 8. CIRCUITO MISTO | 19 |
| EXERCÍCIOS | 21 |

1. NOÇÕES DE ELETROSTÁTICA

1.1 Átomos e sua estrutura

A unidade fundamental da matéria é o átomo, sendo assim, constitui-se da menor partícula de um elemento. O átomo é composto de um núcleo central contendo prótons (carga positiva) e nêutrons (carga nula). A região ao redor do núcleo, chamada de eletrosfera, orbitam os elétrons (carga negativa), tal como ilustra-se na Figura 1.1:

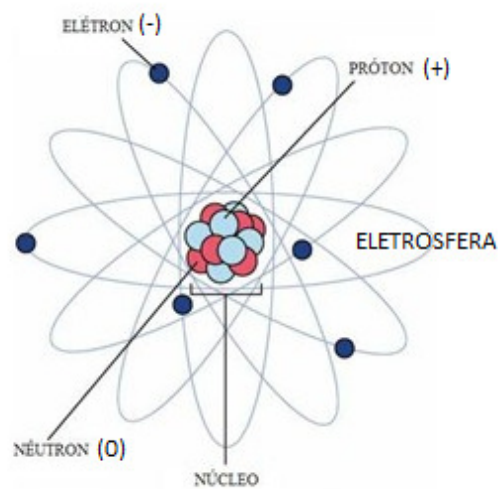


Figura 1.1: Constituição do átomo.

O módulo da carga elétrica de um próton, ou de um elétron, é a menor quantidade de carga possível de se encontrar na natureza, por isso, essa carga é denominado de *carga elétrica elementar*, que é dada por:

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ [C] (coulomb)} \quad (1.1)$$

Como o valor da carga elétrica do próton e do elétron são diferentes apenas em polaridade (sinal), tem-se que a carga elétrica de um próton é $+e$ e do elétron é $-e$.

Desta forma, conhecendo-se a quantidade de prótons ou elétrons que um corpo qualquer tem em excesso, pode-se calcular o valor da carga elétrica deste corpo:

$$Q = \pm e \cdot n \text{ [C]} \quad (1.2)$$

sendo n a quantidade de prótons ou elétrons excedentes no corpo.

EXEMPLO: Um corpo que inicialmente tem carga elétrica equilibrada (carga nula) é submetido a um processo de eletrização no qual perde 5 elétrons. Calcule a carga elétrica deste corpo após a eletrização.

RESPOSTA: Um corpo que tem carga elétrica nula possui a mesma quantidade de prótons e elétrons. Se o corpo perdeu 5 elétrons, significa que agora ele possui 5 prótons a mais do que a quantidade de elétrons. Sendo assim, aplica-se a equação (1.2), escolhendo o sinal positivo (pois trata-se de prótons em excesso) e fazendo $n = 5$:

$$Q = +1,6 \times 10^{-19} \cdot 5 \rightarrow Q = 8 \times 10^{-19} \text{ [C]}$$

1.2 Elétrons livres

Como dito anteriormente, os elétrons orbitam o núcleo atômico. Acontece que os elétrons mais afastados podem ganhar energia do meio externo e desprender-se do átomo de origem, passando –se chamar *elétrons livres*. E são os elétrons livres que constituem a famosa *corrente elétrica*, assunto a ser tratado mais adiante desta apostila. Materiais condutores possuem grande quantidade de elétrons livres.

1.3 Potencial elétrico

Uma carga elétrica gera em seu redor um campo elétrico. Dá-se o nome de potencial elétrico a medida associada ao nível de energia potencial de um ponto de um campo elétrico. Colocando uma carga de prova q em um ponto P de um campo elétrico, essa carga adquire uma energia devido ao potencial elétrico deste ponto. A unidade de medida do potencial elétrico é o volt (V) Apresenta-se na Figura 1.2 uma carga elétrica e o seu potencial elétrico.

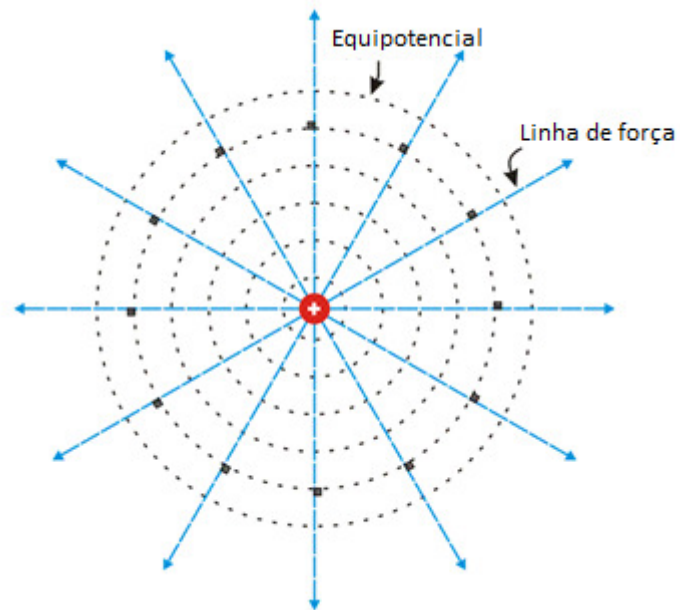


Figura 1.2: Potencial elétrico

2. TENSÃO ELÉTRICA OU DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO (DDP)

A tensão elétrica (V), que também é medida em volt (V) é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos. A tensão elétrica indica o trabalho que deve ser feito, por unidade de carga, contra um campo elétrico para se movimentar uma carga qualquer.

Separando um corpo neutro em duas regiões com cargas opostas cria-se uma tensão elétrica entre essas regiões.

Toda fonte de tensão é estabelecida com a simples criação de uma separação de cargas positivas e negativas. Apresenta-se na Figura 2.1 os símbolos que de fontes de tensão, sendo (a) fontes de tensão contínua e (b) fonte de tensão alternada.

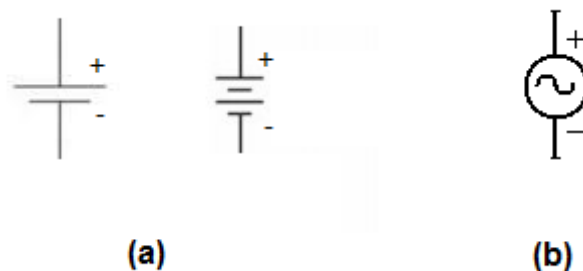


Figura 2.1: Símbolos de fonte de tensão. (a) Fonte de tensão contínua. (b) Fonte de tensão alternada.

Quando uma carga de prova é submetida a uma tensão elétrica, ela move-se da região de maior potencial para a região de menor potencial. A tensão elétrica é a grande responsável pelo surgimento da *corrente elétrica*.

3. CORRENTE ELÉTRICA

O deslocamento de cargas elétricas para uma determinada direção e sentido é o que se chama de *corrente elétrica*. A corrente elétrica origina-se por meio de uma tensão elétrica aplicada entre dois pontos distintos no espaço. Ilustra-se na Figura 3.1 a corrente elétrica gerada por uma bateria. Normalmente utiliza-se a corrente causada pela movimentação de elétrons em um condutor, mas também é possível haver corrente de íons positivos e negativos (em soluções eletrolíticas ou gases ionizados).

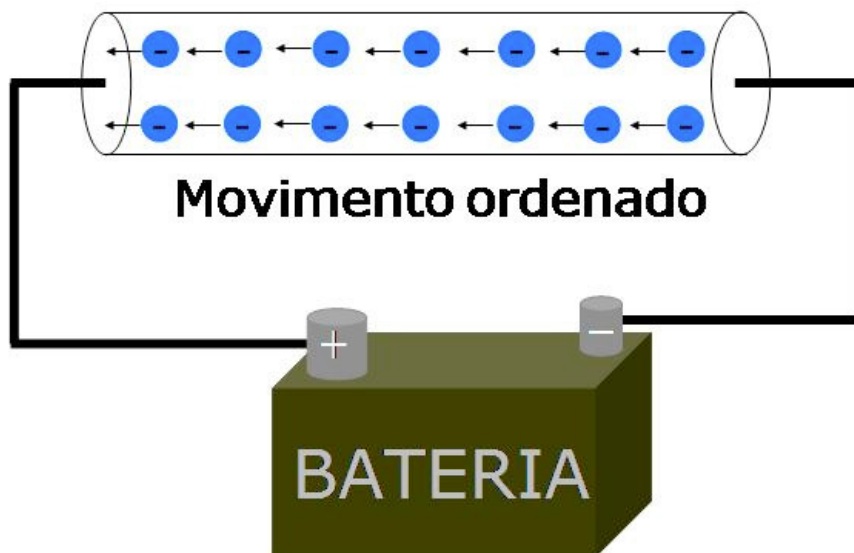


Figura 3.1: Corrente elétrica

Em outras palavras, corrente elétrica é a quantidade de carga elétrica que atravessa a secção transversal de um condutor em um intervalo de um segundo. Portanto, o cálculo da intensidade de corrente elétrica (I) é dado por:

$$I = \frac{Q}{\Delta t} \text{ [A] (ampère)} \quad (3.1)$$

Sendo Q a carga total que atravessa o corpo e Δt o intervalo de tempo considerado (**Obs: o tempo deve ser considerado em segundos**).

4. RESISTÊNCIA ELÉTRICA

A resistência elétrica está associada a oposição do fluxo de carga (corrente) em um determinado circuito. Essa oposição é chamada de *resistência*.

Um resistor, é um componente eletroeletrônico que cuja função é adicionar resistência elétrica ao circuito. Seu símbolo é indicado na Figura 4.1

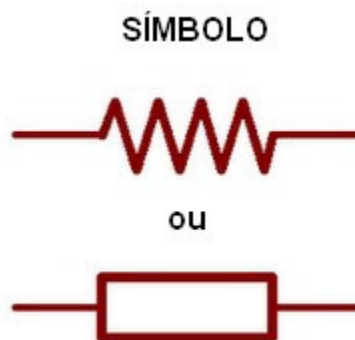


Figura 4.1: Símbolo de resistor.

A unidade de medida de resistência elétrica é dada em ohms (Ω).

Basicamente, a resistência surge devido as colisões e fricção entre os elétrons livres e outros elétrons, íons e átomos, conforme representa-se na Figura 4.2. Em (a) tem-se um isolante (resistência alta) e em (b) tem-se um condutor (resistência baixa).

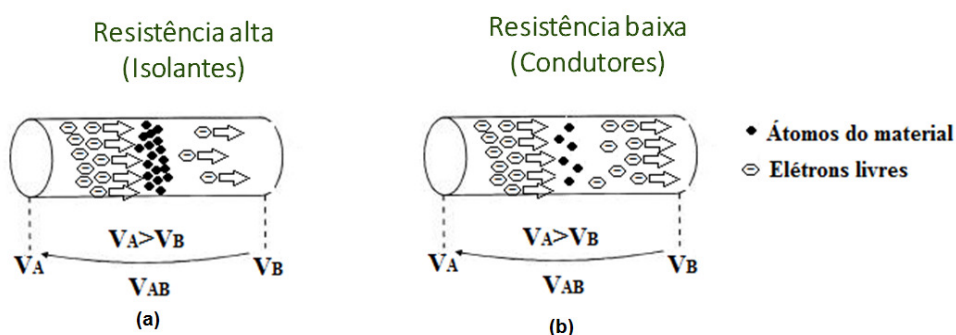


Figura 4.2: Oposição do fluxo de cargas elétricas. (a) Isolante. (b) Condutor.

4,1 Fatores que influenciam a resistência elétrica de um corpo

- **MATERIAL**
 - **Condutores:** Alumínio (Al), cobre (Cu), ouro (Au), etc.

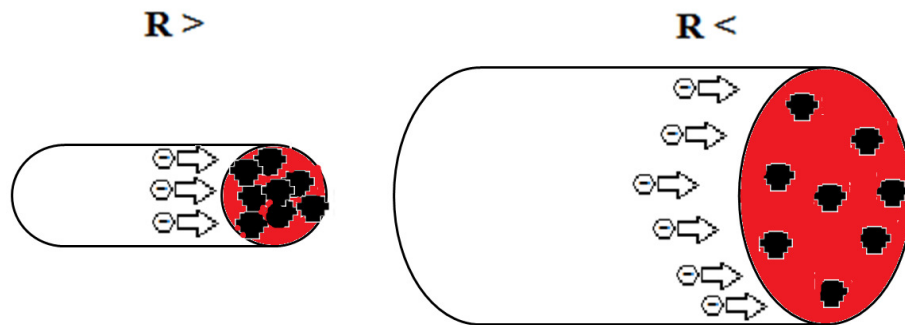


Figura 4.4: Dependência da resistência elétrica com área do corte transversal.

4.2 Segunda lei de Ohm

A 2ª lei de Ohm é a equação básica para o cálculo de resistência elétrica de um corpo. Ela é dada por (4.1):

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \quad [\Omega] \quad (4.1)$$

sendo ρ a resistividade do material, l o comprimento do corpo e A a área do corte transversal. Apresenta-se na Figura 4.5 uma exemplificação da 2ª lei de Ohm.

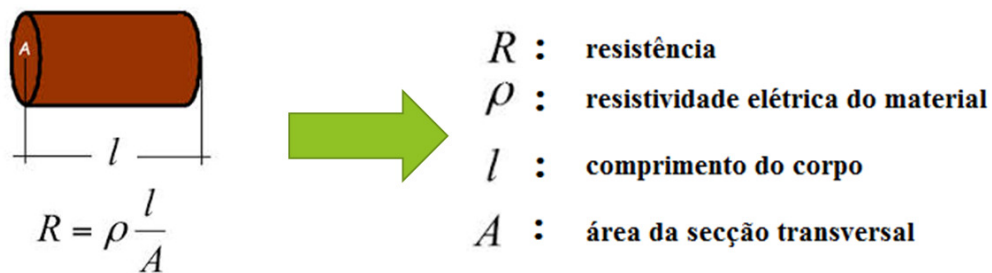


Figura 4.5: 2ª lei de Ohm.

5. 1ª LEI DE OHM, POTÊNCIA E ENERGIA ELÉTRICA

5.1 Primeira lei de Ohm

A 1ª lei de Ohm revela como as 3 quantidades básicas da eletricidade (tensão, corrente e resistência) se relacionam. Esta lei é dada por (5.1).

$$V = R \cdot I \quad (5.1)$$

Nota-se que conhecendo duas grandezas em (5.1) pode facilmente se determinar a terceira grandeza, bastando apenas manipular algebricamente a equação, tal como apresenta-se em (5.2) e em (5.3).

$$I = \frac{V}{R} \quad (5.2)$$

$$R = \frac{V}{I} \quad (5.3)$$

5.2 Potência elétrica

A potência é um indicativo da quantidade de conversão de energia que pode ser realizado em um certo período de tempo.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \left(\frac{\text{energia-trabalho}}{\text{Intervalo de tempo}} \right) \quad (5.4)$$

A unidade de potência é dada em watts (W)

A potência consumida por um sistema elétrico pode ser determinada em função dos valores de corrente, tensão e resistência:

$$P = V \cdot I \quad (5.5a)$$

$$P = R \cdot I^2 \quad (5.5b)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (5.5c)$$

A potência fornecida por uma fonte de tensão é dado por:

$$P = E \cdot I \quad (5.6)$$

sendo E o valor de tensão da fonte.

5.3 Energia elétrica.

A energia elétrica é a capacidade de uma corrente elétrica realizar trabalho. A principal função da energia elétrica é a transformação desse tipo de energia em outros tipos, como, por exemplo, a energia mecânica e a energia térmica.

A energia elétrica é dada por:

$$W = P \cdot \Delta t \quad (5.6)$$

A unidade de medida de energia é joule (J), entretanto, ao se tratar em energia elétrica é mais comum mensurá-la em quilowatt-hora (kWh), sendo a potência P dada em kW e o intervalo de tempo Δt em h (hora).

6. CIRCUITO SÉRIE

Um circuito é dito série quando todos os elementos estão conectados no mesmo ramo, ou seja, a corrente que flui no circuito é a mesma para todos os elementos, tal como ilustra-se na Figura 6.1. Em (a) tem-se um circuito série e em (b) tem-se um circuito que não está em série.

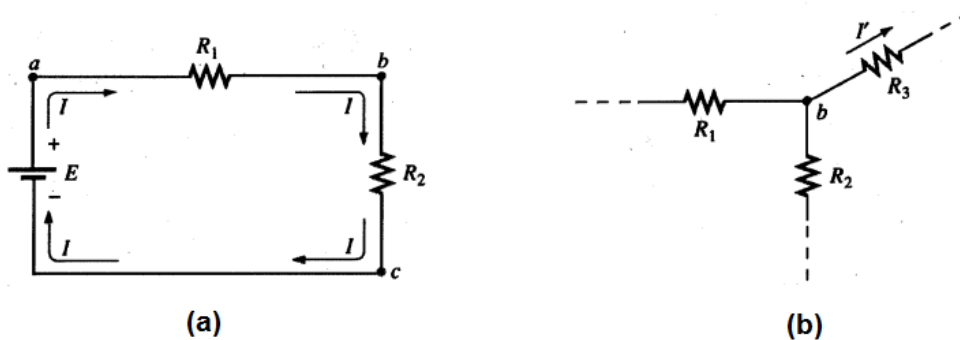


Figura 6.1: (a) Circuito em série. (b) Circuito não série

6.1 Resistência equivalente de um circuito série.

Como pode-se observar na Figura 6.2, resistência equivalente equivale a associação dos resistores R_1 e R_2 .

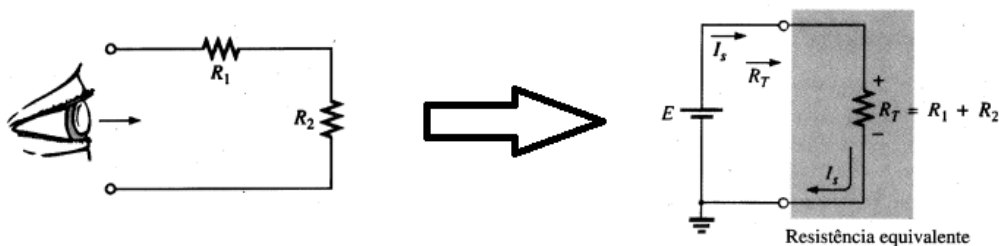


Figura 6.2: Resistência equivalente

Em um circuito série a resistência equivalente é calculado simplesmente pela somatória de todas as resistências envolvidas:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (6.1)$$

6.2 Análise de um circuito série

Considere o circuito apresentado na Figura 6.3.

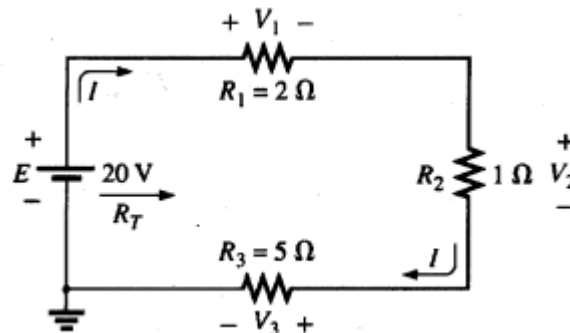


Figura 6.3: Exemplo de análise de um circuito série

O primeiro passo é descobrir o valor da resistência equivalente.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 2\ \Omega + 1\ \Omega + 5\ \Omega = 8\ \Omega$$

Uma vez conhecida o valor da resistência equivalente, calcula-se a corrente fornecida pela fonte utilizando-se de (5.2)

$$I_F = \frac{E}{R_T} = \frac{20\ \text{V}}{8\ \Omega} = 2,5\ \text{A}$$

Em seguida, pode-se calcular por meio de (5.1) a queda de tensão sobre cada resistor, uma vez que em circuitos série a corrente que passa pelos elementos é a mesma.

$$\begin{aligned} V_1 &= IR_1 = (2,5\ \text{A})(2\ \Omega) = 5\ \text{V} \\ V_2 &= IR_2 = (2,5\ \text{A})(1\ \Omega) = 2,5\ \text{V} \\ V_3 &= IR_3 = (2,5\ \text{A})(5\ \Omega) = 12,5\ \text{V} \end{aligned}$$

Pode-se, ainda, calcular a potência dissipada em cada resistor. Para tal, basta aplicar (5.5a).

$$\begin{aligned} P_1 &= V_1 I_1 = (5\ \text{V})(2,5\ \text{A}) = 12,5\ \text{W} \\ P_2 &= I_2^2 R_2 = (2,5\ \text{A})^2 (1\ \Omega) = 6,25\ \text{W} \\ P_3 &= V_3^2 / R_3 = (12,5\ \text{V})^2 / 5\ \Omega = 31,25\ \text{W} \end{aligned}$$

Caso seja de desejo, pode-se calcular a potência fornecida pela fonte, bastando aplicar (5.6) ou somando o valor de todas as potências dissipadas no circuito.

$$\begin{aligned}P_{\text{del}} &= EI = (20 \text{ V})(2,5 \text{ A}) = \mathbf{50 \text{ W}} \\P_{\text{del}} &= P_1 + P_2 + P_3 \\50 \text{ W} &= 12,5 \text{ W} + 6,25 \text{ W} + 31,25 \text{ W} \\50 \text{ W} &= \mathbf{50 \text{ W}} \quad (\text{confere})\end{aligned}$$

6.3 Leis de Kirchhoff para tensões (LKT)

Essa lei diz que *a soma algébrica das variações de potencial (tensões) em uma malha fechada é nula*. Ou seja, considerando um circuito série, a soma de todas as quedas de tensões nos resistores deve ser igual a tensão fornecida pela fonte.

Para o exemplo da Figura 6.3, observa-se que a soma algébrica de V_1 , V_2 e V_3 é igual a 20 V, o mesmo valor da fonte de tensão do circuito considerado.

7. CIRCUITO PARALELO

Dois ou mais elementos, ramos ou circuitos estão ligados em paralelo quando possuem dois pontos em comum, tal como se ilustra na Figura 7.1

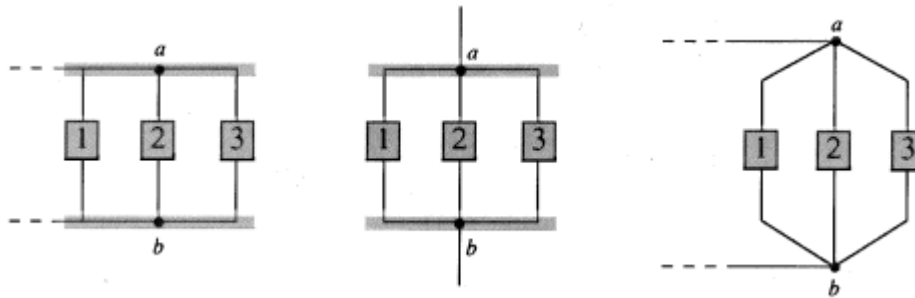


Figura 7.1: Elementos em paralelo

Em um circuito com resistores conectados em paralelo, a resistência equivalente é calculada por:

$$R_{eq} = 1 \div \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) \quad (7.1)$$

A equação (7.1) é a equação geral para o cálculo de resistência equivalente para um circuito paralelo. Essa equação se aplica para qualquer valor e quantidade de resistências. Entretanto, em alguns casos específicos, (7.1) pode ser simplificada. Em casos onde se deseja calcular uma associação em paralelo entre apenas duas resistências, pode-se aplicar (7.2):

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (7.2)$$

Em casos em que o valor das resistências são iguais, pode-se simplificar ainda mais, bastando aplicar (7.3):

$$R_{eq} = \frac{R}{n} \quad (7.2)$$

sendo n a quantidade de resistências iguais.

7.1 Análise de circuitos em paralelo

Considere o circuito apresentado na Figura 7.2:

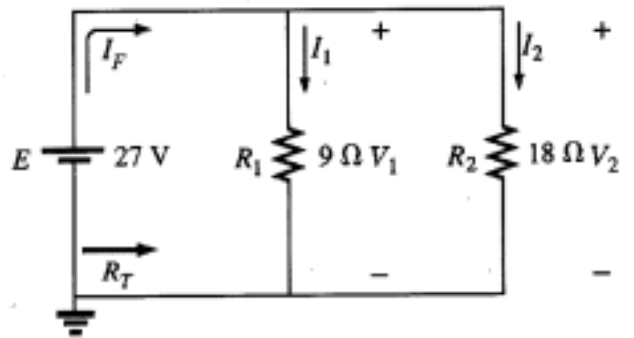


Figura 7.2: Exemplo de circuito em paralelo.

O primeiro passo é descobrir o valor da resistência equivalente.

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(9 \Omega)(18 \Omega)}{9 \Omega + 18 \Omega} = \frac{162 \Omega}{27} = 6 \Omega$$

Uma vez conhecida o valor da resistência equivalente, calcula-se a corrente fornecida pela fonte utilizando-se de (5.2):

$$I_v = \frac{E}{R_T} = \frac{27 \text{ V}}{6 \Omega} = 4,5 \text{ A}$$

Como todos os elementos tem dois pontos em comum (associação em paralelo) a tensão sobre esses pontos é a mesma, portanto a tensão em todos os elementos é igual a 27 V.

Sendo assim, por meio de (5.2) pode-se calcular a corrente elétrica que passa por cada resistor:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{E}{R_1} = \frac{27 \text{ V}}{9 \Omega} = 3 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{E}{R_2} = \frac{27 \text{ V}}{18 \Omega} = 1,5 \text{ A}$$

Pode-se, ainda, calcular a potência dissipada em cada resistor e a potência fornecida pela fonte, bastando aplicar (5.5a) e (5.6), respectivamente.

$$P_1 = V_1 I_1 = E I_1 = (27 \text{ V})(3 \text{ A}) = 81 \text{ W}$$

$$P_2 = V_2 I_2 = E I_2 = (27 \text{ V})(1,5 \text{ A}) = 40,5 \text{ W}$$

$$P_r = E I_r = (27 \text{ V})(4,5 \text{ A}) = 121,5 \text{ W}$$

7.2 Lei de Kirchhoff para a corrente.

Essa lei diz que *a soma algébrica das correntes que entram e saem de uma região, sistema ou nó é igual a zero*. Em outras palavras, ao se considerar um nó do circuito, a somatória das correntes que entram nesse nó deve ser igual a somatória das correntes que deixam esse mesmo nó. Observa-se que no exemplo da Figura 7.3, a corrente fornecida pela fonte (4,5 A) é igual a somatória das correntes I_1 e I_2 .

8. CIRCUITO MISTO

Por definição, circuito misto é aquele que contém componentes ligados em série e em paralelo.

O método mais utilizado para análise de circuito misto é o *método de redução e retorno*. Este método, consiste em reduzir todo o circuito a um único componente equivalente ligado à fonte, determinar a corrente fornecida pela fonte e repetir o processo no sentido inverso até chegar ao valor da grandeza desconhecida.

Considere o circuito apresentado na Figura 8.1:

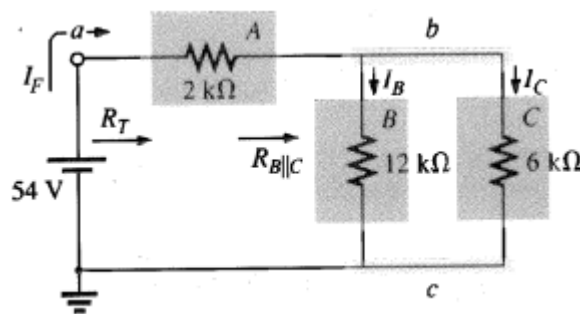


Figura 8.1: Exemplo de circuito misto.

A combinação em paralelo R_B e R_C resulta em:

$$R_{B||C} = R_B \parallel R_C = \frac{(12 \text{ k}\Omega)(6 \text{ k}\Omega)}{12 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} = 4 \text{ k}\Omega$$

A resistência equivalente $R_{B||C}$ está em série com R_A e a resistência equivalente vista pela fonte é:

$$\begin{aligned} R_T &= R_A + R_{B||C} \\ &= 2 \text{ k}\Omega + 4 \text{ k}\Omega = \mathbf{6 \text{ k}\Omega} \end{aligned}$$

Obtém-se então, como se ilustra na Figura 8.2, um circuito equivalente.

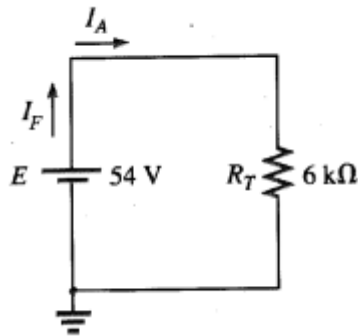


Figura 8.2: Circuito equivalente do circuito apresentado na Figura 8.1.

Desta forma, pode-se calcular a corrente I_F fornecida pela fonte.

$$I_r = \frac{E}{R_T} = \frac{54 \text{ V}}{6 \text{ k}\Omega} = \mathbf{9 \text{ mA}}$$

Uma vez descoberta essa corrente, volta-se ao circuito da Figura 8.1 e calcula-se a tensão que sobra a associação $R_{B||C}$:

$$V_{R_{B||C}} = 54 - 2 \times 10^3 \cdot 9 \times 10^{-3} = 36 \text{ V}$$

Como R_B e R_C estão em paralelo, a tensão de 36 V está sobre os dois, desta forma, pode-se calcular a corrente que passa em cada um

$$I_B = \frac{36}{12 \times 10^3} = 3 \text{ mA}$$

$$I_C = \frac{36}{6 \times 10^3} = 6 \text{ mA}$$

Observa-se que a soma de I_B e I_C é igual a 9 mA.

EXERCÍCIOS

- 1) Qual a corrente elétrica (I) sabendo que 22,5 C atravessam a seção transversal de um condutor durante 15 s.
- 2) Por um fio condutor passam $3,12 \times 10^{18}$ elétrons a cada 2 minutos e 5 segundos. Determine a corrente elétrica (I) no condutor.
- 3) Uma corrente de 10 mA percorre um condutor durante 50 segundos.
 - a. Determine o valor da carga (Q) que passa através de uma seção transversal do condutor.
 - b. Determine a quantidade de elétrons relativa a esta carga.
- 4) A cada 2 minutos 12C passam por uma seção reta de um condutor. Calcule a corrente elétrica, em ampères, neste condutor.
- 5) Um cabo de cobre com diâmetro (seção transversal) de 2,26 mm com 100 m de comprimento foi utilizado entre dois pontos em uma instalação elétrica. Qual a resistência deste condutor? ($\rho_{\text{cobre}} = 1,72 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$).
- 6) Calcule a resistência de uma bobina de cabo de alumínio com diâmetro de 5,64 mm com 500 m de comprimento. ($\rho_{\text{alumínio}} = 2,82 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$).
- 7) Um cabo de cobre de seção transversal com diâmetro de 2,76 mm apresenta resistência de 100 m Ω . Determine o comprimento do cabo ($\rho_{\text{cobre}} = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$).
- 8) Um condutor de alumínio com diâmetro de 4,51 mm, utilizado na distribuição de energia elétrica, interliga um transformador a uma determinada residência apresentando resistência de 52,975 m Ω . Qual a distância entre o transformador e a residência? $\rho_{\text{alumínio}} = 2,82 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$.
- 9) A lâmpada do circuito apresentado na Figura 1, com resistência interna de 162 Ω , está submetida a uma fonte de tensão de 15 V. Determine:
 - a. A corrente (I) do circuito.
 - b. A potência dissipada na lâmpada.

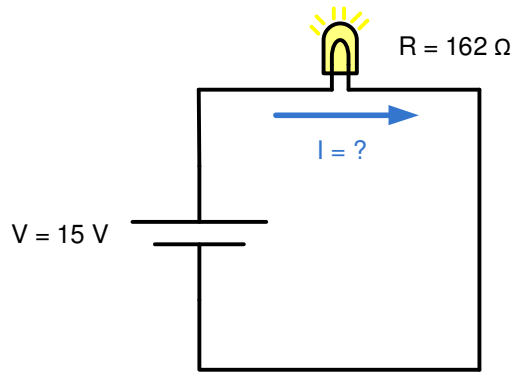


Figura 1 – Exercício 9.

10) Calcule a corrente dos circuitos apresentados na Figura 2.

- Faça uma comparação entre os valores obtidos, justificando os possíveis aumentos ou diminuições nos valores da corrente.
- Calcule a potência dissipada em cada caso.

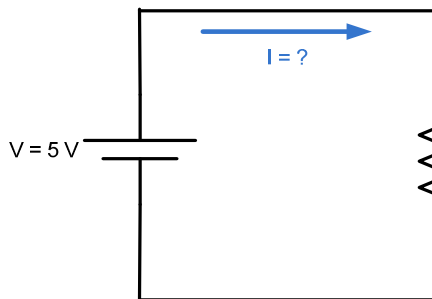


Figura 2.a - Exercício 10.

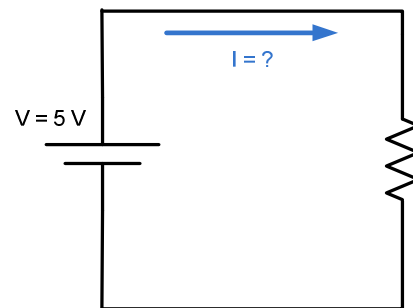


Figura 2.b - Exercício

10.

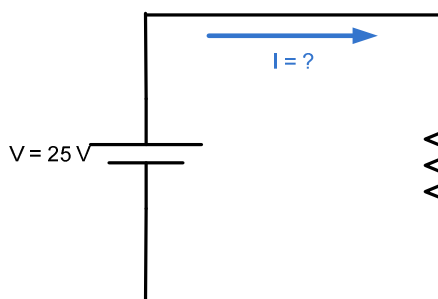


Figura 2.c - Exercício

10.

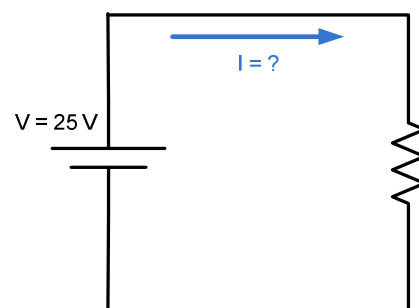


Figura 2.d - Exercício 10.

- 11)** Calcule as resistências que são conectadas a uma fonte de 32 V que consomem 20 mA e 80 mA como apresentado na Figura 3.a e 3.b, respectivamente.
- Compare os valores das resistências e através do valor das correntes, justifique se o resultado é coerente.
 - Qual a potência dissipada em cada resistor?

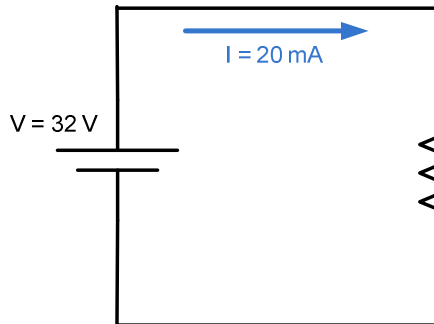


Figura 3.a - Exercício 14.

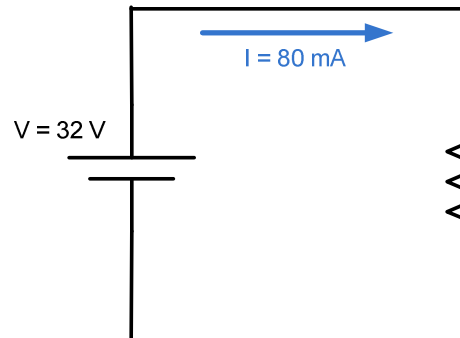


Figura 3.b - Exercício 14.

- 12)** Uma lâmpada com resistência de 200Ω é conectada a uma fonte de 100 V (Figura 4), calcule:
- A corrente
 - A potência da lâmpada

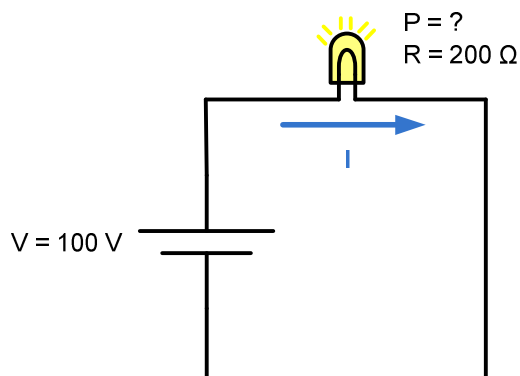
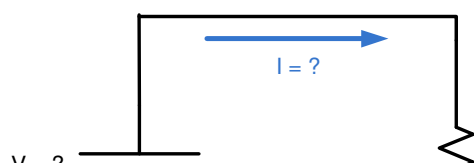


Figura 4 - Exercício 12.

- 13)** Considere um chuveiro de 5,5 kW ligado a fonte de tensão de 220 V.
- Qual a corrente do chuveiro?
 - Qual o valor da resistência do chuveiro, tendo em vista que ele foi projetado para dissipar os 5,5 kW em 220 V ?
- 14)** Calcule para os resistores a seguir, a tensão máxima da fonte na qual o mesmo pode ser conectado diretamente, assumindo que ele deve operar na potência nominal, sem sofrer danos. Qual a Corrente que a fonte fornece nesta tensão? Ilustrado na Figura 5.



- a. $1\text{ k}\Omega$ e $1/4\text{W}$
- b. $10\text{ k}\Omega$ e $1/4\text{W}$
- c. $1\text{ k}\Omega$ e $1/8\text{W}$
- d. $10\text{ k}\Omega$ e $1/8\text{W}$

15) Dadas as lâmpadas incandescentes (de filamento) a seguir, calcule: A corrente elétrica e a resistência interna de cada uma.

- a. $127\text{ V} - 60\text{ W}$
- b. $220\text{ V} - 60\text{ W}$
- c. $127\text{ V} - 100\text{ W}$
- d. $220\text{ V} - 100\text{ W}$

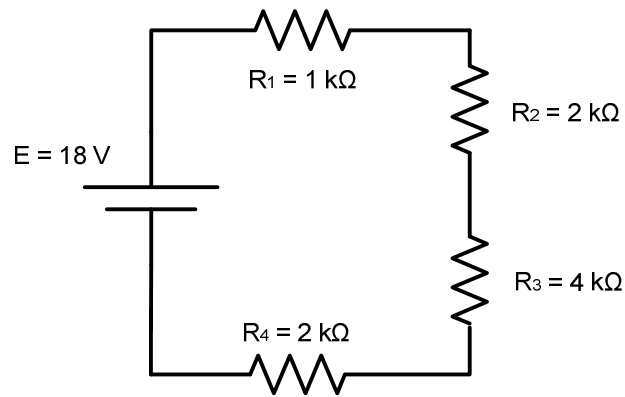
16) Uma lâmpada incandescente (de filamento) vem com as seguintes especificações: $220\text{ V} - 100\text{ W}$ (potência dissipada).

- a. A resistência da lâmpada
- b. Qual será a potência dissipada se a mesma for conectada em 110 V ? (Suponha constante a resistência do filamento).
- c. Ela brilhará mais ou menos se conectada em 110 V ?
- d. Qual a corrente desta lâmpada, quando ligada em 220 V ? e em 110 V ?
- e. Compare o valor obtido no item a. com o valor de potência nominal da lâmpada (100 W) evidenciando a relação entre as duas potências dissipadas.



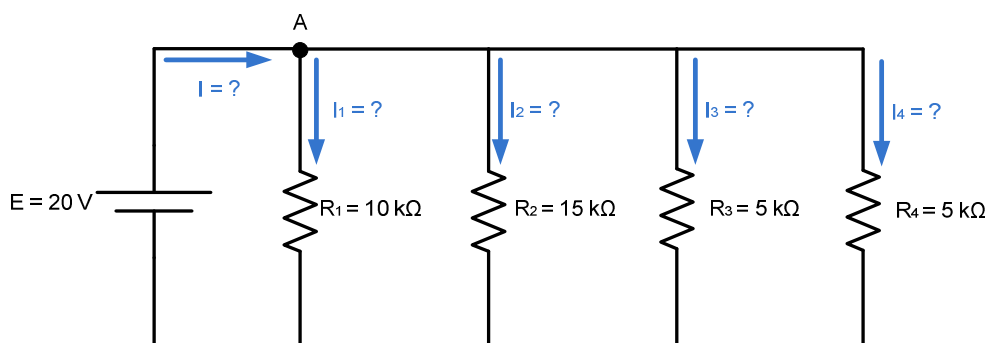
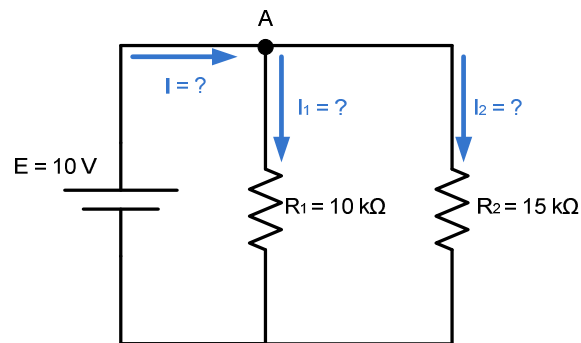
17) (1,0) Para os circuitos na Figura a seguir, calcule:

- a. O resistor equivalente
- b. A corrente da fonte e indique na figura o sentido da corrente
- c. A queda de tensão sobre todos os resistores, indicando a polaridade que cada resistor assume.
- d. Aplique a LKT (Lei de Kirchhoff das Tensões), provando-a.
- e. Calcule a potência total da fonte e a potência dissipada em R_3 .



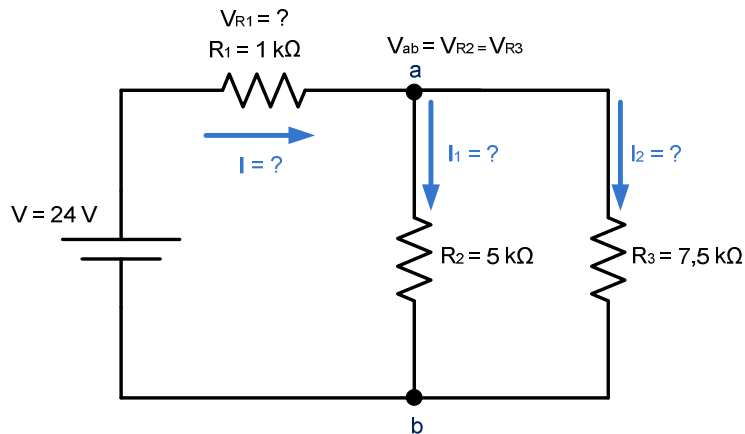
18)(2,0) Para os circuitos apresentados na a seguir, calcule:

- O Resistor Equivalente
- No nó A, aplique a LKC (Lei de Kirchhoff das correntes de Kirchhoff) comprovando-a.
- Calcule a potência dissipada em R_2



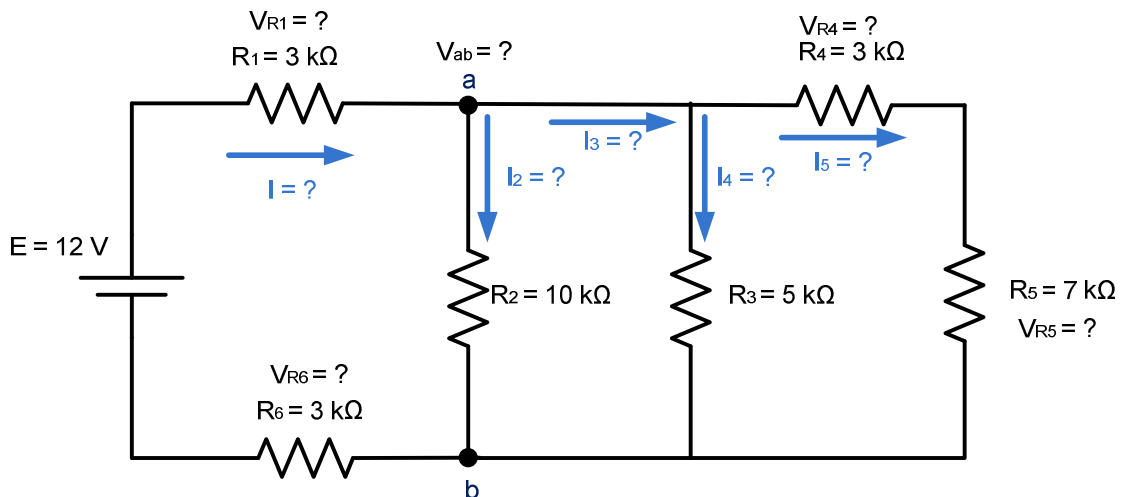
19)(1,5) Para o circuito apresentado a seguir, calcule:

- O Resistor Equivalente.
- As correntes I , I_1 e I_2 .
- A queda de tensão e a potência dissipada no resistor R_1 .
- A tensão V_{ab} .



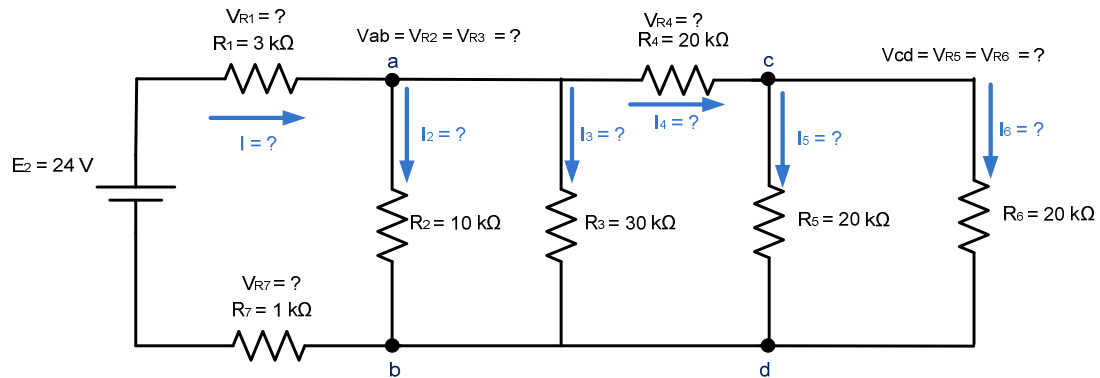
20)(2,0) Para o circuito apresentado a seguir, calcule:

- O Resistor Equivalente.
- As correntes I , I_1 , I_2 , I_3 , I_4 e I_5 .
- A queda de tensão e a potência dissipada nos resistores R_1 , R_4 e R_6
- A tensão V_{ab}



21)(2,5) Para o circuito apresentado a seguir, calcule:

- O Resistor Equivalente.
- As correntes I , I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 e I_6 .
- A queda de tensão e a potência dissipada nos resistores R_1 , R_4 , R_6 e R_7
- A tensão V_{ab} e V_{cd} .



22)(1,0) Os LED's (*Diodos Emissores de Luz*) mais comuns funcionam geralmente com tensão de 2 V e necessitam tipicamente de uma corrente de 20 mA. Se precisamos alimentar este LED através de fontes de tensão de superiores a 2 V torna-se necessário conectar em série um resistor com o objetivo de limitar a corrente do circuito. Este tipo de circuito está ilustrado na Figura 12.

- u. Calcule o valor do resistor necessário para os circuitos abaixo (Dica: Use a LKT)

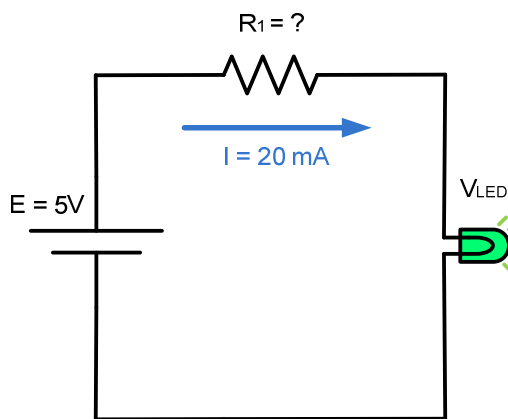


Figura 12.a

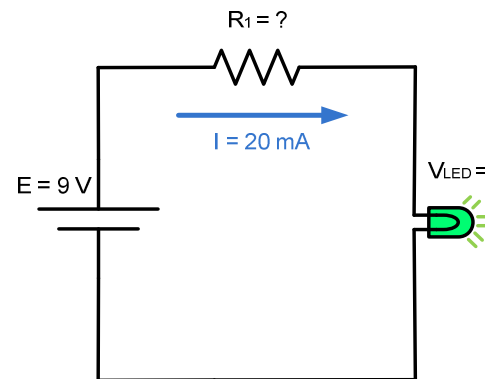


Figura 12.b