

CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA COM VÁRIOS RESISTORES

Nós poderemos ter circuitos tão simples como aqueles mostrados na Figura 4.16, onde se tem somente resistores em série ou paralelo, como poderemos ter circuitos mais complexos que têm resistores em série e em paralelo. Poderemos ter também circuitos com resistores e condutores elétricos. Um exemplo de um circuito simples com condutores elétricos é o circuito dos faróis de um carro onde se tem a bateria do carro, que é uma fonte de tensão contínua, alimentando as lâmpadas dos faróis com corrente contínua, através de condutores elétricos.

Nesses circuitos, tem-se que saber freqüentemente a corrente que circula pelos condutores, assim como a tensão que é aplicada nos resistores e nas lâmpadas, e a potência elétrica de funcionamento dos mesmos.

Podem parecer estranho o exemplo do circuito dos faróis do carro, assim como o estudo de circuitos de corrente contínua, mas isto servirá de base para o estudo de circuitos de corrente alternada em capítulos posteriores.

Neste capítulo, iremos estudar os circuitos de corrente contínua, passando pelo cálculo de corrente, tensão nos resistores e a determinação de potência nos mesmos. Para isso, iremos relembrar as leis de Kirchhoff.

5.1 CIRCUITOS SÉRIE

5.1.1 QUEDAS E ELEVAÇÕES DE TENSÃO

Seja o circuito simples da Figura 5.1a, constituído por uma fonte de tensão contínua e um resistor. Percorrendo esse circuito no sentido horário definido pelas setas a, b, c e d, percebe-se que se tem uma elevação de potencial (tensão) V_F na fonte de tensão e uma queda de potencial (tensão) V_R no resistor. A seta a sai do pólo negativo da fonte e vai para o pólo positivo, significando uma elevação de potencial. A seta c sai do pólo positivo do resistor e vai para o pólo negativo, significando uma queda de tensão.

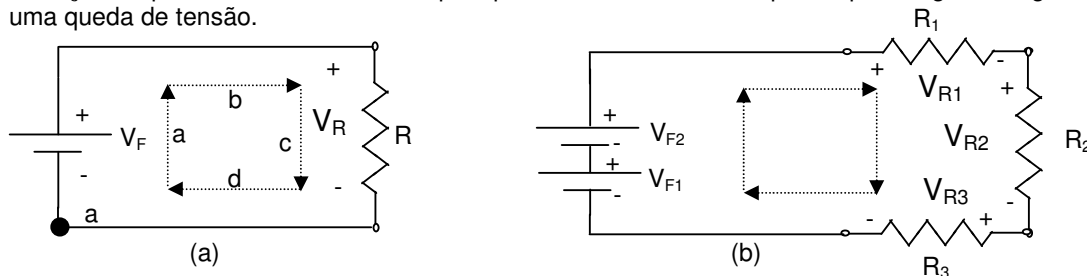


Figura 5.1 – Circuitos simples com uma única fonte de tensão

Tomando o circuito da Figura 5.1b, que tem resistores ligados em série, e percorrendo-o também no sentido horário com o mesmo raciocínio anterior, têm-se elevações de potencial (tensão) V_{F1} e V_{F2} nas fontes de tensão e quedas de tensão V_{R1} , V_{R2} e V_{R3} nos resistores R_1 , R_2 e R_3 , respectivamente. Na Figura 5.1a tem-se uma elevação de potencial e uma queda de tensão, enquanto que na Figura 5.1b tem-se duas elevações de potencial e três quedas de tensão. Então surge uma pergunta: como as quedas de tensão estão relacionadas com as elevações de potencial. Esta pergunta é respondida pela 1ª Lei de Kirchhoff.

5.1.2 1ª LEI DE KIRCHHOFF

Esta lei, que é também denominada de lei de Kirchhoff das tensões, estabelece que a soma das elevações de potencial (tensão) é igual à soma das quedas de tensão em um caminho fechado de um circuito. Para o circuito da Figura 5.1a, tem-se:

$$V_F = V_R,$$

ou, em outras palavras, a tensão da fonte está toda aplicada no resistor. Na Figura 5.1b, tem-se

$$V_{F1} + V_{F2} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}.$$

Neste caso, as duas tensões das fontes estão divididas nos três resistores, através de três quedas de tensão.

No circuito da Figura 5.2 tem-se 3 fontes de tensão e 3 resistores.

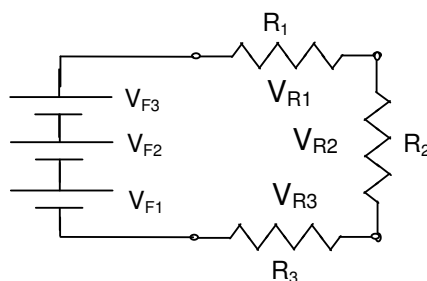


Figura 5.2 – Circuito simples com 3 fontes de tensão

Para esse circuito tem-se:

$$V_{F1} + V_{F2} + V_{F3} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}. \quad (5.1)$$

De uma forma geral, pela 1ª. lei de Kirchhoff,

$$\sum_{i=1}^{i=n} V_i = \sum_{j=1}^{j=m} V_j \quad (5.2)$$

sendo n o número de elevações de potencial dentro do caminho fechado e m o número de quedas de tensão. Nestes circuitos podem-se calcular a corrente, as quedas de tensão e as potências nos resistores diretamente pela 1ª. Lei de Kirchhoff ou através da redução desses circuitos através de equivalentes das elevações de potencial nas fontes, das quedas de tensões e dos resistores.

5.1.3 CÁLCULO DA CORRENTE, DAS QUEDAS DE TENSÃO E DAS POTÊNCIAS NOS RESISTORES DIRETAMENTE PELA 1ª. LEI DE KIRCHHOFF

Na Figura 5.2 tem-se uma única corrente I circulando pelos três resistores. Então, pela lei de Ohm

$$V_{R1}=R_1I, V_{R2}=R_2I \text{ e } V_{R3}=R_3I. \quad (5.3)$$

Substituindo-se as equações de (5.3) na equação (5.1),

$$\begin{aligned} V_{F1} + V_{F2} + V_{F3} &= R_1I + R_2I + R_3I. \\ &= (R_1 + R_2 + R_3)I, \end{aligned}$$

ou

$$I = \frac{V_{F1} + V_{F2} + V_{F3}}{R_1 + R_2 + R_3}. \quad (5.4)$$

Assim, se consegue determinar o valor da corrente. As quedas de tensão são determinadas pelas equações de (5.3). As potências nos resistores são determinadas por

$$P_{R1} = V_{R1}I, P_{R2} = V_{R2}I, \text{ e } P_{R2} = V_{R2}I. \quad (5.5)$$

5.1.4 CÁLCULO DA CORRENTE, DAS QUEDAS DE TENSÃO E DAS POTÊNCIAS NOS RESISTORES ATRAVÉS DA REDUÇÃO DOS CIRCUITOS ATRAVÉS DE EQUIVALENTES DAS ELEVAÇÕES DE POTENCIAL NAS FONTES, DAS QUEDAS DE TENSÕES E DOS RESISTORES.

5.1.4.1 EQUIVALENTE DAS ELEVAÇÕES DE POTENCIAL

Quando se tem várias elevações de potencial em um caminho fechado de um circuito, o equivalente das elevações de potencial é igual à soma destes. Então, para a equação (5.1) tem-se

$$V_{Feq} = V_{F1} + V_{F2} + V_{F3},$$

ou, para a equação (5.2)

$$V_{Feq} = \sum_{i=1}^{i=n} V_i. \quad (5.6)$$

Assim, o circuito da figura (5.2) pode ser reduzido ao circuito da Figura 5.3, onde V_{Feq} pode ser considerada como uma fonte de tensão equivalente no caminho fechado.

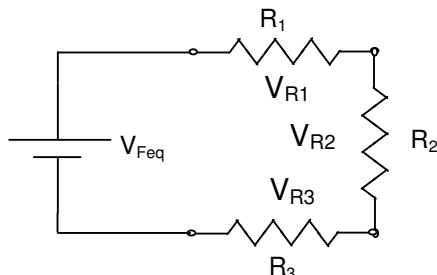


Figura 5.3 – Circuito reduzido com uma fonte de tensão equivalente

5.1.4.2 EQUIVALENTE DAS QUEDAS DE TENSÃO

O equivalente das quedas de tensão é a soma das quedas de tensão no caminho fechado. Então, para a equação (5.1), tem-se

$$V_{Req} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3},$$

ou, para a equação (5.2)

$$V_{Req} = \sum_{j=1}^{j=m} V_j. \quad (5.7)$$

5.1.4.3 EQUIVALENTE DOS RESISTORES

O circuito da figura (5.3) pode ainda ser mais reduzido, tornando-se o circuito da Figura 5.4, onde V_{Req} é o equivalente das quedas de tensão e R_{eq} é a resistência equivalente (ou total) de todos os resistores.

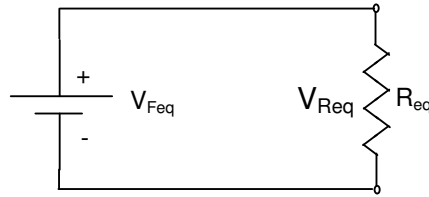


Figura 5.4 – Circuito reduzido com uma fonte de tensão equivalente e equivalentes de queda de tensão e resistências

Para encontrarmos a resistência equivalente, voltemos a Figura 5.3. Neste circuito, tem-se uma corrente I que sai do pólo positivo da fonte de tensão equivalente e circula pelos 3 resistores. Pela lei de Ohm,

$$V_{R1}=R_1I, V_{R2}=R_2I \text{ e } V_{R3}=R_3I. \quad (5.3)$$

Como

$$V_{Req} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} \quad (5.8)$$

e, substituindo as equações de (5.3) em (5.8), tem-se

$$\begin{aligned} V_{Req} &= R_{R1}I + R_{R2}I + R_{R3}I \\ &= (R_{R1} + R_{R2} + R_{R3})I \\ &= R_{eq}I \end{aligned}$$

e
$$R_{eq} = R_{R1} + R_{R2} + R_{R3}.$$

Nota-se que todos os resistores estão ligados em série. Então, para m resistores ligados em série,

$$R_{eq} = \sum_{j=1}^{j=m} R_j. \quad (5.9)$$

5.1.4.4 CÁLCULO DA CORRENTE, DA QUEDA DE TENSÃO E DA POTÊNCIA NOS RESISTORES

Em um circuito com um caminho fechado que tem vários resistores ligados em série, o cálculo da corrente que circula por qualquer resistor, assim como o cálculo da queda de tensão e potência em um dado resistor pode ser feito da seguinte forma:

- reduzi-se o circuito, encontrando uma fonte de tensão equivalente e uma resistência equivalente, como se fez entre as Figuras 5.3 e 5.4;
- calcula-se a corrente que sai da fonte de tensão equivalente e circula pela resistência equivalente, através da lei de ohm. Essa corrente circulará por todos os resistores ligados em série. Então

$$I = \frac{V_{Feq}}{R_{eq}}. \quad (5.10)$$

- Para um dado resistor de resistência R_j , a queda de tensão no mesmo e a potência são:

$$V_{Rj} = R_j I, \quad (5.11)$$

$$P_{Rj} = V_{Rj} I. \quad (5.12)$$

Exemplo 5.1: Seja o circuito da Figura 5.5. Calcular a corrente que circula pelo resistor R_b , a queda de tensão e a potência no mesmo, através da redução do circuito através de equivalentes das

elevações de potencial nas fontes, das quedas de tensões e dos resistores.

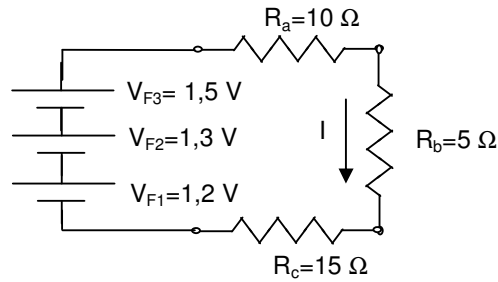
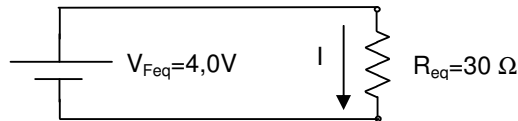


Figura 5.5 – Circuito do exemplo 5.1

Solução: Pela equação (5.6), a fonte de tensão equivalente é $V_{F_{eq}} = V_{F1} + V_{F2} + V_{F3} = 1,5 + 1,3 + 1,2 = 4,0 \text{ V}$.
Pela equação (5.7), a resistência equivalente dos resistores é

$$R_{eq} = \sum_{j=1}^{j=3} R_j = R_a + R_b + R_c = 10 + 5 + 15 = 30 \Omega$$

Então, o circuito equivalente é



Pela equação (5.10), a corrente que sai da fonte de tensão equivalente e circula na resistência equivalente é

$$I = \frac{V_{eq}}{R_{eq}} = \frac{4,0}{30} = 0,133 \text{ A}.$$

Esta é a corrente que circula pelo resistor R_b . A queda de tensão e a potência no mesmo resistor são dadas pelas equações (5.11) e (5.12). Assim,

$$V_{Rb} = R_b I = 5 \times 0,133 = 0,667 \text{ V}$$

$$P_{Rb} = V_{Rb} I = 0,667 \times 0,133 = 0,0889 \text{ W}.$$

5.2 CIRCUITOS PARALELO

5.2.1 DIVISÃO DE CORRENTE

Quando, em circuitos, os resistores são conectados exclusivamente em paralelo, como mostrados nas Figuras 5.6a e 5.6b, dissemos que é um *circuito paralelo*. O circuito da Figura 5.6b pode ser transformado no circuito da Figura 5.7a, através de uma fonte de tensão equivalente $V_{F_{eq}}$, como mostrado no item 5.1.4.1. Esse circuito pode ser representado como mostrado na Figura 5.7b.

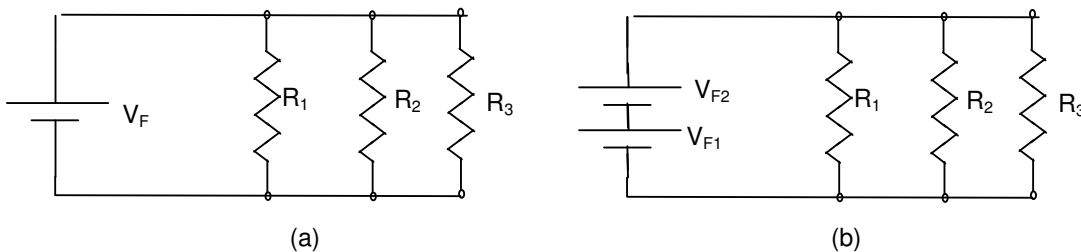


Figura 5.6 – Circuitos simples paralelos

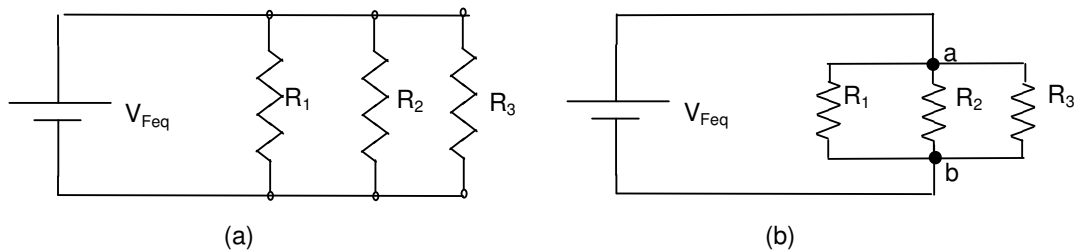


Figura 5.7 – Circuito paralelo com fonte de tensão equivalente

Se considerarmos que um nó no circuito é um ponto de conexão de dois ou mais resistores, então, na Figura 5.7b, os pontos a e b são nós. Nesse circuito, a corrente que sai da fonte de tensão equivalente V_{Feq} e chega ao nó a, divide-se em 3 parcelas, como mostrado na Figura 5.8.

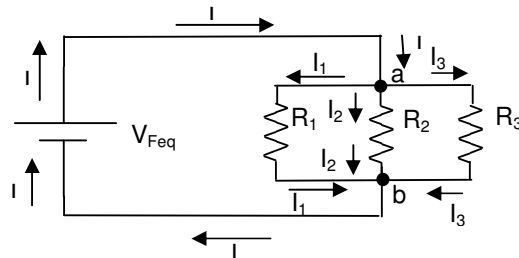


Figura 5.8 – Divisão de corrente no Circuito da Figura 5.7

Essas 3 parcelas se juntam no nó b, constituindo a corrente I que volta a fonte de tensão equivalente. A relação entre a corrente I e as outras correntes I_1 , I_2 e I_3 é mostrada pela 2ª. Lei de Kirchhoff.

5.2.2 2a. LEI DE KIRCHHOFF

Esta lei, que é também denominada de lei de Kirchhoff das correntes, estabelece que a soma das correntes que chegam a um nó é igual à soma das correntes que saem desse nó. Para o circuito da Figura 5.8, tem-se:

$$I = I_1 + I_2 + I_3. \quad (5.13)$$

no nó a. No nó b, tem-se

$$I_1 + I_2 + I_3 = I. \quad (5.13a)$$

Em uma situação mais complexa, como a mostrada na figura 5.9, tem-se $I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$.

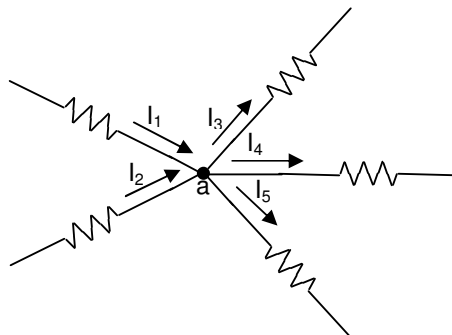


Figura 5.9 – 5 resistores conectados ao nó a

Assim, pela 2ª. lei de Kirchhoff,

$$\sum_{i=1}^{i=n} I_i = \sum_{j=1}^{j=m} I_j \quad (5.14)$$

sendo n o número de correntes entrando no nó e m o número de correntes saindo do mesmo. Nestes circuitos podem-se calcular as correntes, as quedas de tensão e as potências nos resistores diretamente pela 2ª. Lei de Kirchhoff ou através da redução desses circuitos através de equivalentes de resistores.

5.2.3 CÁLCULO DAS CORRENTES, DAS QUEDAS DE TENSÃO E DAS POTÊNCIAS NOS RESISTORES DIRETAMENTE PELA 2ª. LEI DE KIRCHHOFF

Na Figura 5.8, tem-se uma tensão V_{Feq} aplicada aos três resistores. Então, pela lei de Ohm

$$I_1 = \frac{V_{Feq}}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V_{Feq}}{R_2}, \quad I_3 = \frac{V_{Feq}}{R_3}. \quad (5.15)$$

A corrente total no circuito é dada pela equação (5.13).

$$I = I_1 + I_2 + I_3. \quad (5.13)$$

As quedas de tensão nos resistores é a própria tensão V_{Feq} , como mostrado pelas equações (5.15). As potências nos resistores são determinadas por

$$P_{R1} = V_{Feq}I_1, \quad P_{R2} = V_{Feq}I_2 \text{ e } P_{R3} = V_{Feq}I_3. \quad (5.16)$$

5.2.4 CÁLCULO DAS CORRENTES, DAS QUEDAS DE TENSÃO E DAS POTÊNCIAS NOS RESISTORES ATRAVÉS DA REDUÇÃO DOS CIRCUITOS ATRAVÉS DE EQUIVALENTES DE RESISTORES.

5.2.4.1 EQUIVALENTE DE RESISTORES

Aqui, a nossa intenção é reduzir o circuito da Figura 5.8 ao circuito da Figura 5.10. Então, pela lei de Ohm, a corrente que sai da fonte de tensão equivalente V_{Feq} e circula pela resistência equivalente é

$$I = \frac{V_{Feq}}{R_{eq}}. \quad (5.17)$$

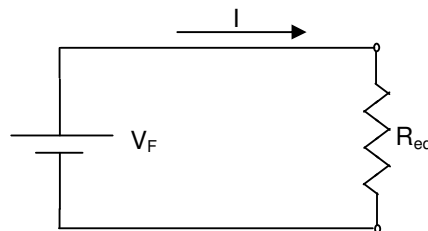


Figura 5.10 – Circuito da Figura 5.7 reduzido

Substituindo as equações (5.17) e (5.15) na equação (5.13), tem-se

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

que nos dá o valor da resistência equivalente dos 3 resistores ligados em paralelo. Então, para m resistores ligados em paralelo

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^{j=m} \frac{1}{R_j}. \quad (5.18)$$

Se todos os resistores tiverem o mesmo valor de resistência,

$$R_{eq} = \frac{R_1}{m}. \quad (5.18a)$$

Por outro lado, se existirem somente 2 resistores, então

$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}. \quad (5.18b)$$

5.2.4.2 CÁLCULO DA CORRENTE, DA QUEDA DE TENSÃO E DA POTÊNCIA NOS RESISTORES

Em um circuito com vários resistores em paralelo, o cálculo da corrente que circula por qualquer resistor, assim como o cálculo da tensão e potência em um dado resistor pode ser feito da seguinte forma:

- a – reduz-se o circuito, encontrando-se uma fonte de tensão equivalente e uma resistência equivalente, como se fez entre as Figuras 5.7 e 5.10;
- b – calcula-se a corrente que sai da fonte de tensão equivalente e circula pela resistência equivalente, através da lei de ohm. Então

$$I = \frac{V_{Feq}}{R_{eq}}. \quad (5.17)$$

c – A queda de tensão em cada resistor é a própria tensão equivalente.

d – A corrente em um resistor R_j é

$$I_j = \frac{V_{Feq}}{R_j}. \quad (5.19a)$$

e – A potência no resistor R_j é

$$P_{Rj} = V_{Feq} I_j. \quad (5.19b)$$

Exemplo 5.2: Seja o circuito da Figura 5.11. Calcular a corrente total que sai das fontes de tensão e a tensão, corrente e potência no resistor R_b , através da redução de circuito através de equivalente de resistores.

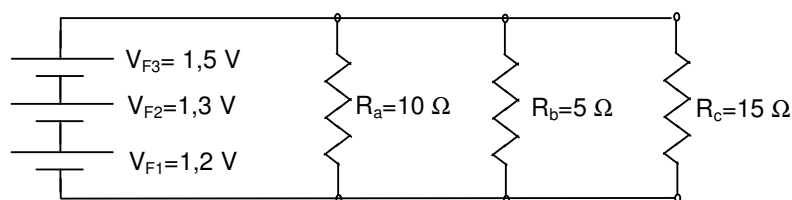
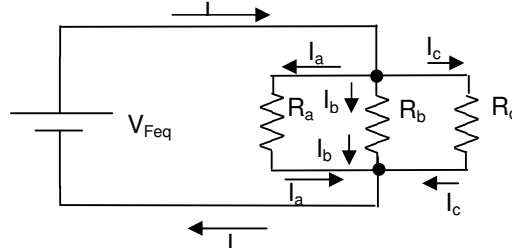


Figura 5.11 – Circuito do exemplo 5.2

Solução: Pela equação (5.6), a fonte de tensão equivalente é

$$V_{Feq} = V_{F1} + V_{F2} + V_{F3} = 1,5 + 1,3 + 1,2 = 4,0 \text{ V}.$$

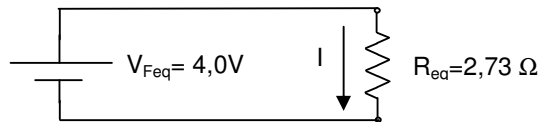
Esse circuito pode ser redesenhado como



Pela equação (5.18), a resistência equivalente dos resistores é

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{eq}} &= \sum_{j=1}^{j=m} \frac{1}{R_j} \\ &= \frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{15} \\ R_{eq} &= 2,73 \Omega. \end{aligned}$$

O circuito equivalente é



Pela equação (5.17), a corrente que sai da fonte equivalente e circula na resistência equivalente é

$$I = \frac{V_{Feq}}{R_{eq}} = \frac{4,0}{2,73} = 1,47 \text{ A}.$$

A queda de tensão em R_b é de 4 V.

A corrente em resistor R_b é

$$I_{Rb} = \frac{V_{Feq}}{R_b} = \frac{4,0}{5} = 0,8 \text{ A}.$$

A potência no resistor R_b é

$$P_{Rb} = V_{Feq} I_{Rb} = 4,0 \times 0,8 = 3,2 \text{ W}.$$

5.3 CIRCUITOS SÉRIE-PARALELO

Existem circuitos simples que possuem conjuntos de resistores em série ligados com conjuntos de resistores em paralelo, como mostrado na Figura 5.12. Existem circuitos mais complexos como aquele mostrado na Figura 5.13. Nesses circuitos, freqüentemente tem-se que calcular a tensão, a corrente e a potência em um ou mais resistores. A corrente pode ser diferente da corrente que sai da fonte de tensão. A tensão também pode ser diferente da tensão da fonte.

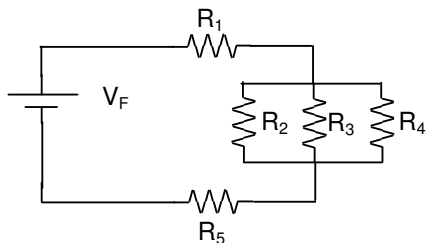


Figura 5.12 - Circuito simples série-paralelo

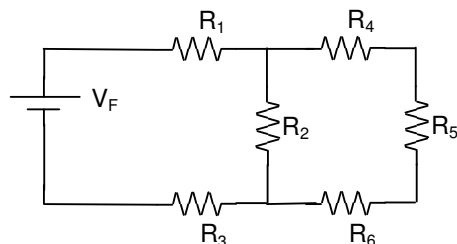
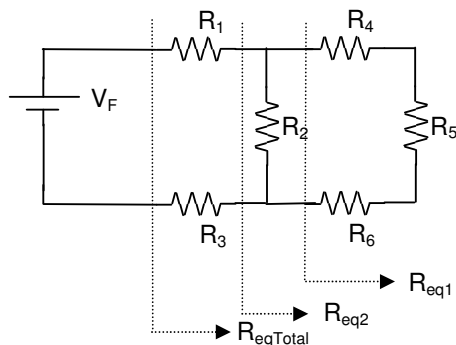


Figura 5.13 - Circuito complexo série-paralelo

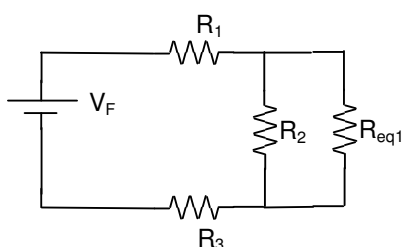
5.3.1 CÁLCULO DE CORRENTE, TENSÃO E POTÊNCIA

Para calcular a corrente total que sai da fonte, assim como a corrente que circula em um dado resistor, a sua tensão e a sua potência, adota-se procedimentos mais gerais que os procedimentos adotados em circuitos série e em circuitos paralelos. Estes procedimentos são os seguintes:

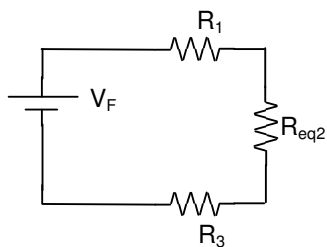
- a – reduzi-se o circuito, através de uma série de cálculos de resistências equivalentes, até encontrar uma resistência equivalente total. A série de cálculos de resistências equivalentes normalmente começa pelos resistores mais distantes da fonte de tensão e termina com os resistores mais próximos da mesma. Para o circuito da Figura 5.13 têm-se as seguintes resistências equivalentes e reduções:



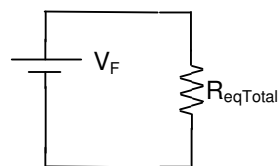
(a) Relação de resistências equivalentes



(b) 1ª. redução



2ª. redução



3ª. redução

- b – calcula-se a corrente que sai da fonte de tensão e circula pela resistência equivalente total, através da lei de ohm. Então

$$I = \frac{V_F}{R_{eq}} \quad (5.19)$$

- c – Calcula-se a queda de tensão e a corrente em cada resistência equivalente até chegar ao resistor desejado.

d – Calcula-se a queda de tensão, a corrente e a potência no resistor desejado.

Exemplo 5.3: Seja o circuito da Figura 5.14. Calcular a corrente total que sai da fonte, a tensão, a corrente e a potência no resistor R_6 .

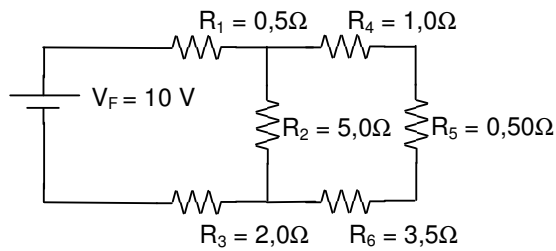


Figura 5.14 – Circuito do exemplo 5.3

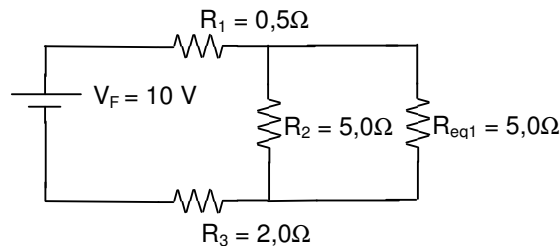
Solução:

a - Cálculo da 1ª. resistência equivalente

Começando a redução do circuito pelos resistores mais distantes, e como os resistores R_4 , R_5 e R_6 estão ligados em série, então

$$R_{eq1} = R_4 + R_5 + R_6 = 1,0 + 0,5 + 3,5 = 5,0 \Omega.$$

A 1ª. redução do circuito é

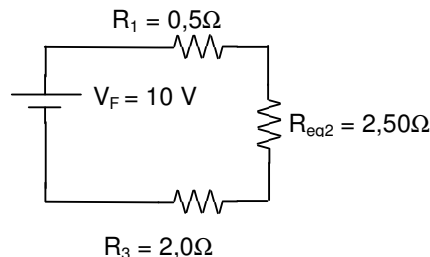


b - cálculo da 2a. resistência equivalente

O resistor R_2 está em paralelo com a R_{eq1} , então

$$R_{eq2} = \frac{R_2 \times R_{eq1}}{R_2 + R_{eq1}} = \frac{5,0 \times 5,0}{5,0 + 5,0} = 2,50 \Omega$$

A 2ª. redução do circuito é

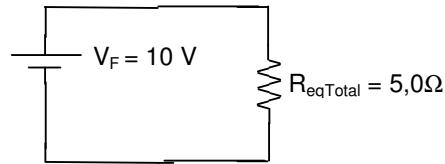


c - cálculo da 3a. resistência equivalente (Resistência equivalente total)

Os resistores R_1 e R_3 estão em série com R_{eq2} . Então

$$R_{eqTotal} = R_1 + R_{eq2} + R_3 = 0,5 + 2,50 + 2,0 = 5,0 \Omega.$$

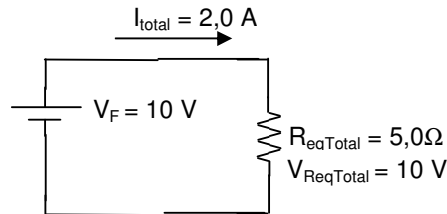
A 3ª. redução do circuito é



- d** - cálculo da corrente que sai da fonte
Pela lei de Ohm, esse cálculo é feito da seguinte forma

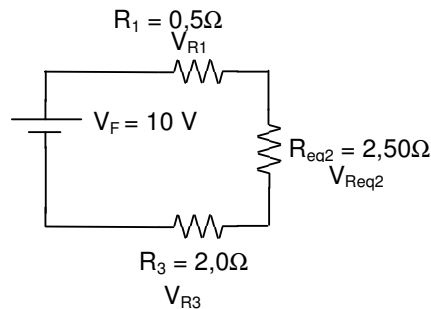
$$I_{\text{total}} = \frac{V_F}{R_{\text{eqTotal}}} = \frac{10}{5,0} = 2,0 \text{ A}$$

Então, tem-se o seguinte circuito equivalente



A queda de tensão na R_{eqTotal} é a mesma tensão da fonte.

- e** - cálculo da tensão, corrente e potência no resistor R_6 .
Como pode ser visto na figura abaixo, a queda de tensão V_{ReqTotal} está aplicada em R_1 , R_3 e R_{eq2} , pois $V_{\text{ReqTotal}} = V_{R1} + V_{\text{Req2}} + V_{R3}$.



Para se fazer os cálculos relativos ao resistor R_6 , deve-se antes determinar V_{Req2} , que está aplicada em R_2 e R_{eq1} . Calculada V_{Req2} , determina-se a corrente que circula por R_{eq1} , que é a mesma corrente I_{R6} que circula por R_6 . Com I_{R6} , calcula-se a queda de tensão V_{R6} e a potência P_{R6} .

- e1** - cálculo de V_{Req2}
Como a corrente I_{total} que sai da fonte circula igualmente por R_1 , R_3 e R_{eq2} , então

$$V_{\text{Req2}} = R_{\text{eq2}} I_{\text{total}} = 2,5 \times 2 = 5 \text{ V.}$$

- e2** - cálculo da corrente que circula por R_{eq1}
Como foi dito anteriormente, V_{Req2} está aplicada em R_{eq1} . Assim,

$$I_{\text{Reql}} = \frac{V_{\text{Reql}}}{R_{\text{eq1}}} = \frac{5,0}{5,0} = 1,0 \text{ A}$$

$$I_{R6} = I_{\text{Reql}}$$

- e3** - cálculo da queda de tensão e potência em R_6

$$V_{R6} = R_6 \times I_{R6} = 3,5 \times 1,0 = 3,5 \text{ V.}$$

$$P_{R6} = V_{R6} \times I_{R6} = 3,5 \times 1,0 = 3,5 \text{ W.}$$

5.4 CIRCUITOS QUE PARECEM SER DÍFICEIS DE SEREM RESOLVIDOS

Às vezes nos deparamos com circuitos, como aqueles mostrados na Figura 5.15a, 5.15c e 5.15e, que parecem ser difíceis de serem resolvidos. Entretanto, se alterarmos a disposição dos resistores, veremos que o circuito da Figura 5.15a se transforma no circuito da Figura 5.15b; o circuito da Figura 5.15c se transforma no circuito da Figura 5.15d; e o circuito da Figura 5.15e se transforma no circuito da Figura 5.15f. Esses últimos não são difíceis de serem resolvidos.

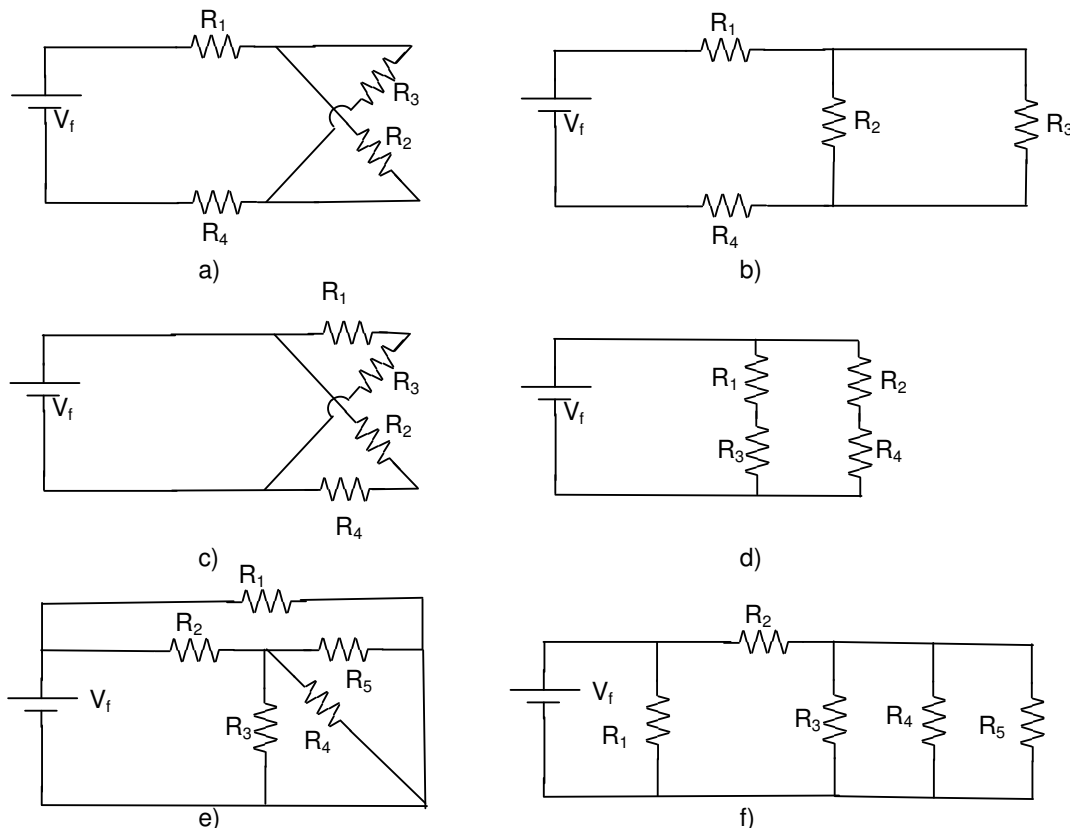


Figura 5.15 – circuitos que parecem difíceis de serem resolvidos.

5.5 CIRCUITOS QUE NÃO SE OBTÉM SOLUÇÕES ATRAVÉS DE EQUIVALENTES SÉRIE E PARALELO

Existem circuitos, como aquele mostrado na Figura 5.16, que não tem resistores série e/ou paralelos. Para se resolver esse circuito necessita-se de conhecimentos que estão além do conteúdo deste capítulo, e não serão cobertos por esta apostila.

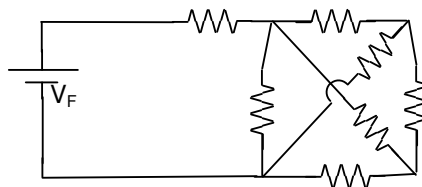


Figura 5.16 – circuito que não tem resistores série e/ou paralelos

Problemas Propostos

5.1: Deduzir a equação (5.18a) a partir da equação (5.18).

5.2: Deduzir a equação (5.18b) a partir da equação (5.18).

5.3: Provar que para três resistores em paralelo, a resistência equivalente é

$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{R_1 \times R_2 + R_1 \times R_3 + R_2 \times R_3}.$$

5.4: Seja o circuito da Figura 5.17. Determinar a resistência equivalente do circuito, vista pelos nós a e b.

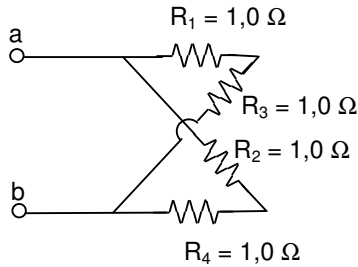


Figura 5.17 – circuito do Problema 5.4

5.5: Seja o circuito da Figura 5.18. Determinar a resistência equivalente do circuito, vista pelos nós a e b.

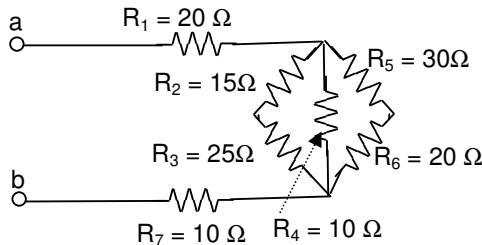


Figura 5.18 – circuito do Problema 5.5

5.6: Seja o circuito da Figura 5.19. Determinar as resistências equivalentes do circuito, com os terminais a e b abertos e curto-circuitados.

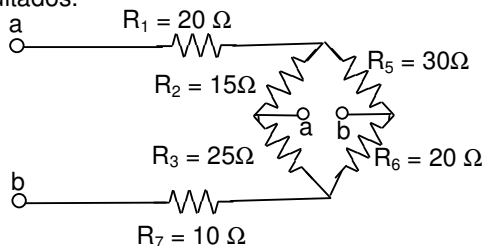


Figura 5.19– circuito do Problema 5.6

5.7: Seja um resistor de $1,5 \, \Omega$ alimentado por uma fonte de tensão contínua de 9V, através de condutores de cobre com comprimento de 10 m (cada condutor) e seção circular de $1,5 \text{ mm}^2$. Considerando o condutor na temperatura de 20° C , calcule a corrente no circuito, a tensão e a potência dissipada no resistor.

5.8: Seja o circuito da Figura 5.20. Determinar a corrente e a potência que saem da fonte.

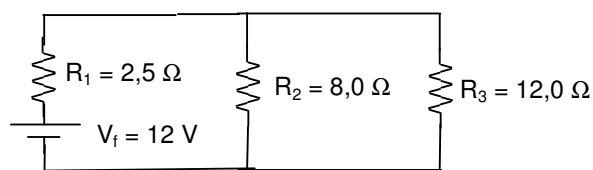


Figura 5.20 – circuito do Problema 5.8

5.9: Seja o circuito da Figura 5.21. Determinar a resistência equivalente total do circuito.

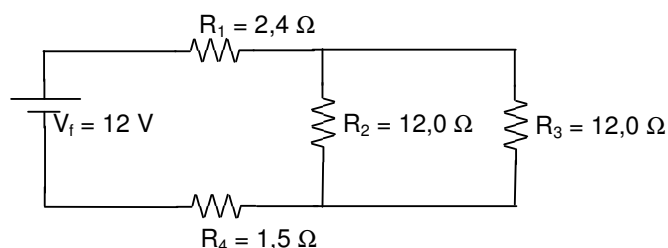


Figura 5.21 – circuito do Problema 5.9

5.10: Para o mesmo circuito da Figura 5.21, determinar:
a - a corrente e a potência que saem da fonte de tensão.
b - a queda de tensão, a corrente e a potência em R_2 .

5.11: Seja o circuito da Figura 5.22. Determinar a resistência equivalente total do circuito.

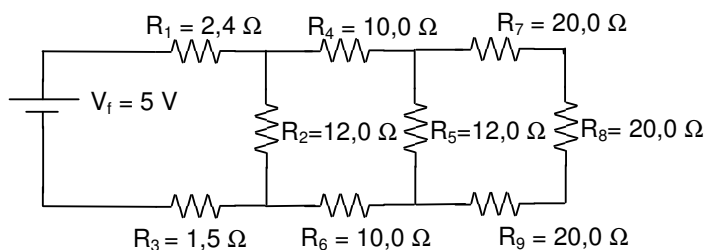


Figura 5.22 – circuito do Problema 5.11

5.12: Para o mesmo circuito da Figura 5.22, determinar:
a - a corrente e a potência que saem da fonte de tensão.
b - a queda de tensão, a corrente e a potência em R_8 .

5.13: Seja o circuito da Figura 5.23. Determinar a tensão nos terminais a e b.

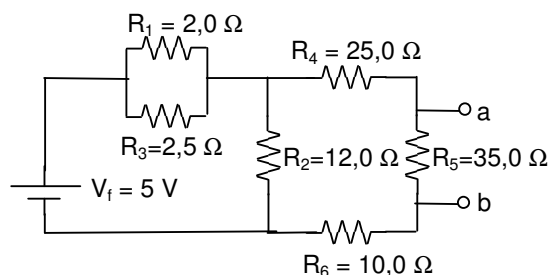


Figura 5.23 – circuito do Problema 5.13

5.14 Seja o circuito da Figura 5.24 com todos os resistores têm o valor de 10 Ohms. Determinar a potência que sai da fonte.

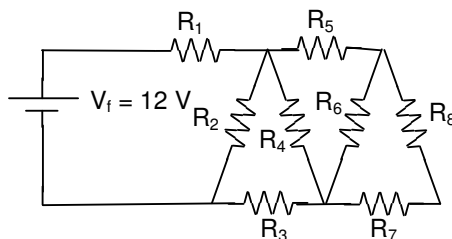


Figura 5.24 – circuito do Problema 5.14

Respostas

- 5.4** 1,0 Ω .
- 5.5** 36,9 Ω
- 5.6** 52,2 Ω ; 51,1 Ω .
- 5.7** 5,20 A; 7,80 V; 40,6 W.
- 5.8** 1,64 A; 19,7 W.
- 5.9** 9,9 Ω .
- 5.10** a) 1,21 A; 14,5 W.
b) 7,27V; 0,61 A; 4,41 W.
- 5.11** 12,47 Ω .
- 5.12** a) 0,40 A; 2,00 W.
b) 0,382 V; 0,0191 A; 0,00729 W.
- 5.13** 2,26 V.
- 5.14** 8,89 W.

REFERÊNCIAS

- [1] J. O' Malley, Análise de Circuitos, 2a. edição, Schaum McGraw-Hill.
- [2] R. A. Bartkowiak, Circuitos Elétricos, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1994.
- [3] R. J. Fowler, Eletricidade : Princípios e Aplicações, Volume 1, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1992.
- [4] A. A. Menezes, Eletrotécnica, LTC, 1981.
- [5] A. A. P. Ferrara, E. M. Dias, J. R. Cardoso, Circuitos Elétricos I, Guanabara Dois, 1984.
- [6] C. H. Durney, L. D. Harris, C. L. Alley, Circuitos Elétricos, Editora Campus, 1985.