

ANÁLISE E RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

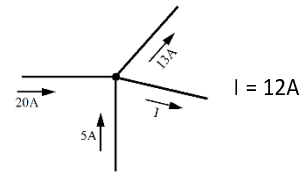
ROTEIRO RESUMIDO

2º sem 2016

Prof. Fabbri

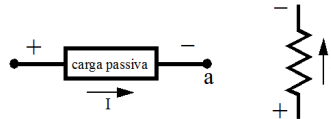
a) Nos nós deve haver conservação de corrente.

Exemplo:

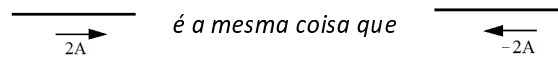


b) Nos elementos passivos (resistores, ou cargas que só consomem energia), a corrente sempre vai do potencial maior para o menor.

$I > 0$ nestes esquemas:



c) Observe que há sempre duas possibilidades para se anotar o sentido e o valor das correntes:



use sempre números positivos, quando possível.

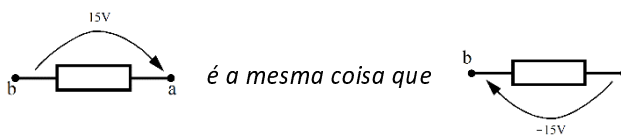
d) A soma das quedas de potencial em uma malha fechada deve ser zero. Quase sempre, é mais fácil estabelecer um ponto de referência onde se atribui o potencial zero ("terra").

Anote todos os potenciais que interessam. Observe sempre a diferença de potencial (d.d.p.) entre dois pontos.

As correntes elétricas "andam", "se movem" pelo circuito.

O potencial de cada ponto é uma coisa estática ("não se move").

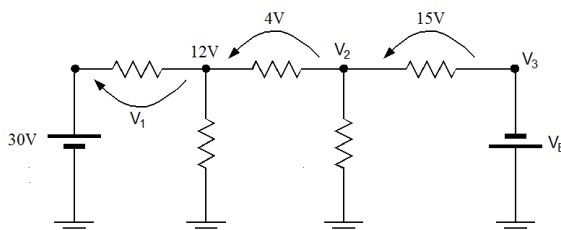
Assim como as setas que indicam corrente, as setas que indicam diferença de potencial podem ser representadas de dois modos:



use sempre números positivos, quando possível.

Nas setas de tensão, indique claramente os dois pontos, e para onde a seta aponta.

Exemplo:



$$V_1 = 30 - 12 = 18V$$

$$V_2 = 12 - 4 = 8V$$

$$V_3 = 8 - 15 = -7V$$

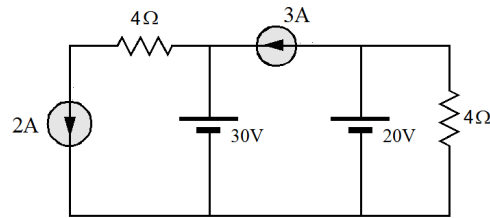
$$V_B = 7V$$

e) Observe que uma fonte de tensão ideal pode tanto receber como fornecer corrente. A d.d.p. entre os terminais de uma fonte de corrente ideal pode ser qualquer. As correntes e tensões pelas fontes são determinadas pelo circuito.

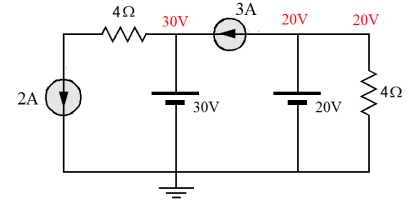
f) Os valores das correntes e tensões pelos resistores devem obedecer à Lei de Ohm.

$$V = R \cdot I \quad I = V/R$$

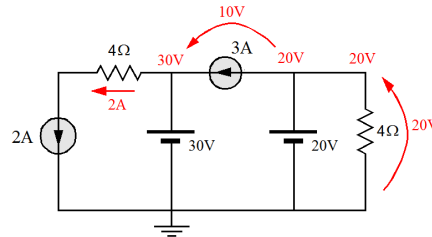
Vamos aplicar as regras acima para resolver o circuito ao lado.



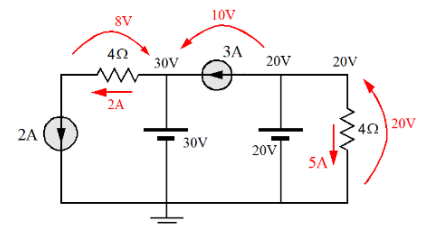
Para facilitar, vamos estabelecer um ponto de "terra" (potencial zero), e anotar todos os potenciais conhecidos.



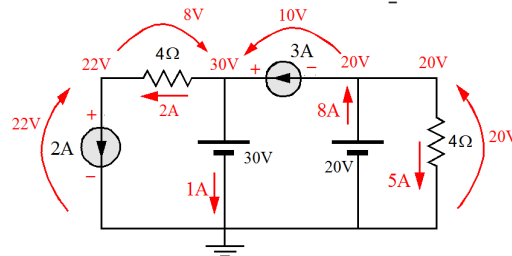
Anotamos todas as d.d.p.'s e correntes conhecidas.



Usamos a Lei de Ohm para encontrar as correntes e d.d.p.'s sobre cada resistor



Finalmente, encontramos as correntes e d.d.p.'s que faltam. É bom anotar a polaridade das fontes de corrente.



TROCAS DE POTÊNCIA

$$P = V \cdot I$$

Quando a corrente convencional, com valor positivo, se desloca do potencial maior para o menor, o elemento recebe (dissipa, ou consome) potência.

Quando a corrente convencional, com valor positivo, se desloca do potencial menor para o maior, o elemento fornece potência ao circuito.

A soma de todas as potências recebidas deve ser igual à soma de todas as potências fornecidas.

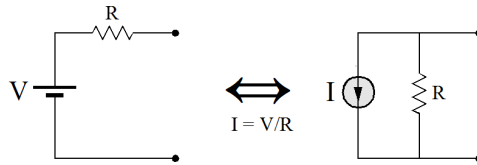
Exemplo:

Verifique que, no último exemplo que trabalhamos,

- A fonte de tensão de 20V fornece 160W ao circuito
- A fonte de tensão de 30V recebe 30W ao circuito
- A fonte de corrente de 3A fornece 30W
- A fonte de corrente de 2A recebe 44W
- Um dos resistores dissipa 16W, e o outro 100W
- Total fornecido: $160 + 30 = 190W$
- Total recebido: $30 + 44 + 16 + 100 = 190W$

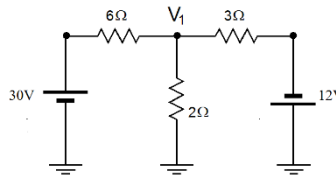
EQUIVALÊNCIA DE FONTES

Uma fonte de tensão ideal V em série com um resistor R equivale a uma fonte de corrente ideal $I = V/R$ em paralelo com esse mesmo resistor:

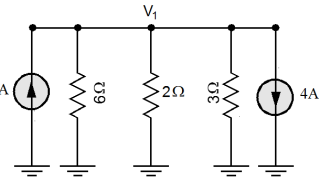


Exemplo:

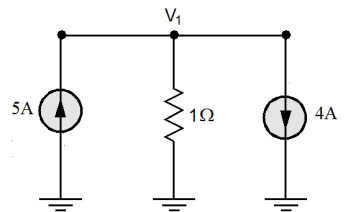
Vamos calcular o potencial V_1 no circuito ao lado usando equivalência de fontes.



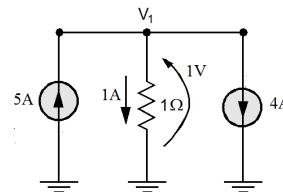
Substitua cada uma das fontes de tensão, em série com seus resistores, por fontes de corrente em paralelo com esses mesmos resistores. Com isso, sabemos que o potencial V_1 continuará o mesmo.



Agora podemos associar os três resistores em paralelo. O potencial V_1 permanecerá o mesmo.

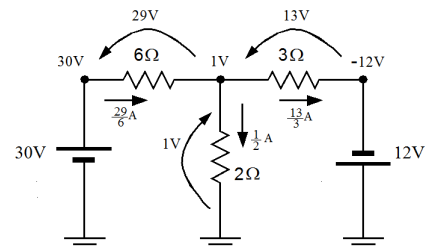


Ora, a corrente pelo resistor de 1Ω é 1A, e, portanto, $V_1 = 1V$



Voltando ao circuito original, podemos calcular as correntes e verificar se o resultado está certo.

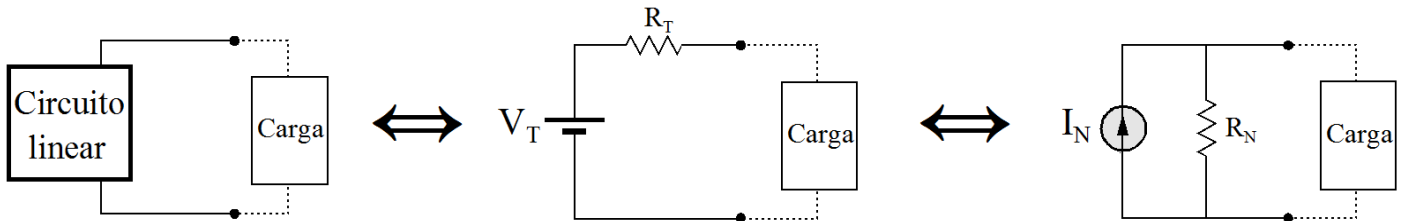
Verificando: $\frac{1}{2} + \frac{13}{3} = \frac{29}{6}$, como deve ser.



O TEOREMA DE THÉVENIN (OU NORTON)

Thévenin: Do ponto de vista de uma carga, todo circuito linear é equivalente a uma única fonte de tensão em série com um resistor.

Norton: Do ponto de vista de uma carga, todo circuito linear é equivalente a uma única fonte de corrente em paralelo com um resistor.



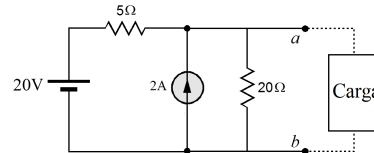
Note que:

- 1) V_T é igual à tensão de circuito aberto
- 2) I_N é igual à corrente de curto
- 3) $R_T = R_N$
- 4) R_T pode ser determinada zerando as fontes do circuito e medindo a resistência (impedância) pelos terminais da carga (sem a carga, claro!).

Zerar as fontes significa:

- substituir as fontes de tensão por curtos (zero volt!)
- substituir as fontes de corrente por abertos (zero ampère!)

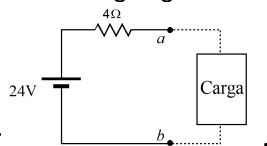
Exemplo:



Do ponto de vista da Carga ligada entre os pontos a e b

, todo o circuito pode ser

substituído por

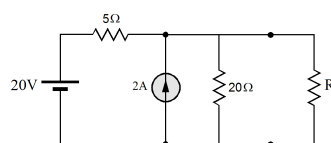


CASAMENTO DE CARGA

R_T é chamado de impedância do circuito, como vista pela carga.

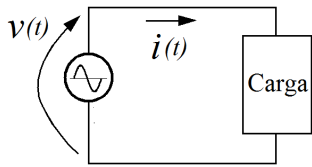
Uma carga resistiva R atrelada a um circuito de impedância R_T dissipará a potência máxima quando $R = R_T$.

Exemplo:



O resistor R no circuito dissipará a máxima potência quando for igual a 4Ω . Nesse caso, ele vai consumir $36W$. Qualquer outro resistor vai consumir uma potência menor.

CIRCUITOS AC



$$v(t) = V_0 \cos(\omega t)$$

$$i(t) = I_0 \cos(\omega t + \phi)$$

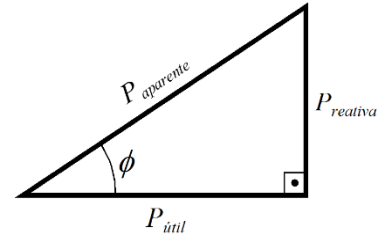
V_0 e I_0 : Amplitudes (valores de “pico”)

$$V_{ef} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \text{ e } I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} : \text{valores eficazes (“rms”)}$$

Potência média:

Aparente: $P_{ap} = V_{ef} \cdot I_{ef}$ (Watts, ou VA)

Real, útil: $P_{util} = V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot F$ (Watts) onde $F = \cos(\phi)$ (fator de potência)



Indutores (bobinas) ideais: atrasam a corrente de 90° em relação à tensão

$$\text{Reatância: } \chi_L = \omega L$$

Capacitores ideais: adiantam a corrente de 90° em relação à tensão

$$\text{Reatância: } \chi_C = \frac{1}{\omega C}$$

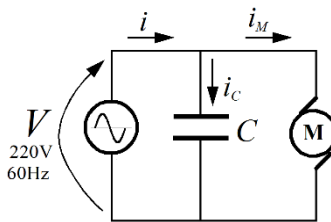
Exemplo:

Um motor ligado à rede de 220V/60Hz consome 30A com fator de potência 0,85.

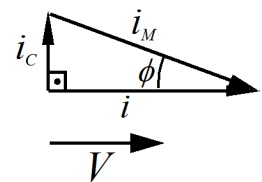
A potência aparente é $P_{ap} = 220V \times 30A = 6,6kVA$

A potência útil será $P_{util} = P_{ap} \times F = 6,6kVA \times 0,85 = 5,61kW$

Como o motor é indutivo, ele atrasa a corrente. Para compensar esse atraso, do ponto de vista da rede, podemos utilizar um capacitor em paralelo com o mesmo:



O diagrama de fasores, se desejarmos que a tensão e a corrente pela fonte estejam em fase, será como ao lado. Observe que a corrente pelo capacitor, obrigatoriamente, estará 90° adiantada da tensão da rede.



A corrente pelo capacitor será

$$i_c = i_M \sin(\phi) = i_M \sqrt{1 - \cos^2(\phi)} = 30 \times \sqrt{1 - 0,85^2} = 15,80A$$

E assim encontramos a reatância do capacitor:

$$\chi_c = \frac{220V}{15,80A} = 13,92\Omega$$

$$\text{Então } \omega C = 2\pi fC = 2\pi \times 60 \times C = \frac{1}{13,92} \Rightarrow C = 1,9 \times 10^{-4} F \text{ (perto de } 200\mu F)$$

Com o capacitor, utilizamos o motor exigindo uma corrente menor da rede ($i = 30 \times 0,85 = 25,5A$). A corrente diminuiu porque, quando a parte indutiva do motor devolve energia, o capacitor armazena, para enviar de volta ao motor logo depois. Ou seja, a bobina e a capacitor ficam trocando energia sem incomodar a rede, que fornece apenas a energia necessária para o trabalho útil.