

Material de apoio ao aprendizado de Circuitos Elétricos I

Solução da Lista de Exercícios V

Análise de Malha de Circuitos Elétricos CC e CA

Coordenador: Prof. Mr. Volney Duarte Gomes

Aluno: Anderson Gaspar de Medeiros

Introdução

O presente trabalho é o resultado do projeto **Material de Apoio ao Aprendizado de Circuitos Elétricos I**, disciplina do curso de Engenharia de Telecomunicações, aprovado pela **Chamada Pública 05/2016 - Programa de Apoio a Projeto de Ensino, Pesquisa e Extensão no Câmpus São José - EDITAL - N°05/2016**. A disciplina circuitos elétricos I, estuda as técnicas de análise de circuitos e seus teoremas em cc e ca.

Visa deixar no ambiente Wiki IFSC Campus São José arquivos com as soluções da lista de exercícios de análise de malha de circuitos em cc e ca para consulta dos alunos. É composto por:

Lista de exercícios Lista de Exercícios V.pdf
Lista com os exercícios resolvidos Solução da Lista de Exercícios V.pdf

Roteiro de Análise de Malha

1 Identificar o Circuito

1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

- 4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.**
- 5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.**
 - 5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.**
 - 5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.**
- 6 Verificação dos resultados**
 - 6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).**
 - 6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.**
- 7 Retorno ao domínio do tempo.**
 - 7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.**

Questão 1.1 Monte o sistema de matrizes com as equações simultâneas das correntes desconhecidas das malhas, por inspeção.

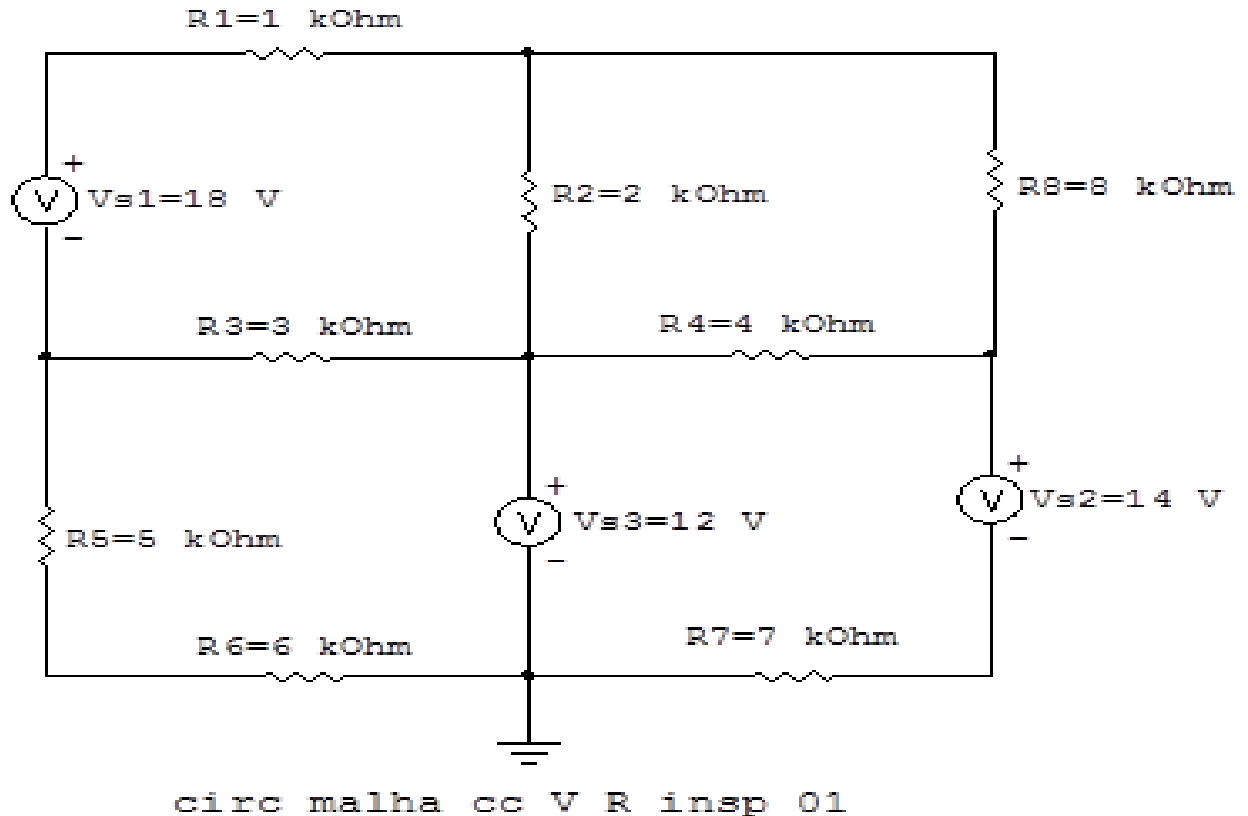


Figura 1: Circuito elétrico 1.1

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.

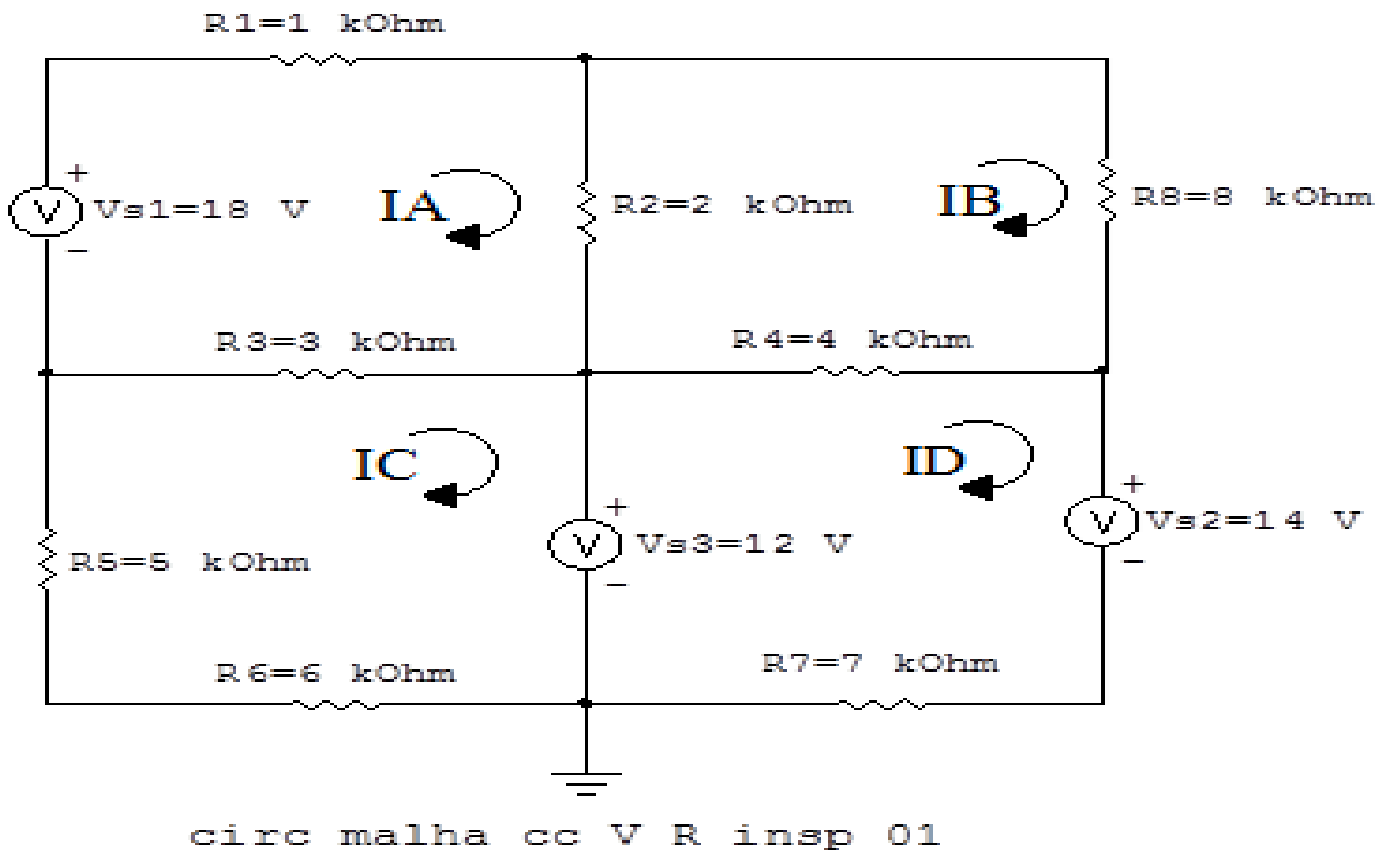


Figura 2: Circuito elétrico as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 1 \Omega \quad R3 = 3 \Omega \quad R5 = 5 \Omega \quad R7 = 7 \Omega$$

$$R2 = 2 \Omega \quad R4 = 4 \Omega \quad R6 = 6 \Omega \quad R8 = 8 \Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS

$$(R1 + R2 + R3)IA + (-R2)IB + (-R3)IC + 0ID = Vs1$$

$$(-R2)IA + (R2 + R8 + R4)IB + 0IC + (-R4)ID = 0$$

$$(-R3)IA + 0IB + (R5 + R3 + R6)IC + 0ID = -Vs3$$

$$0IA + (-R4)IB + 0IC + (R4 + R7)ID = (Vs3 - Vs2)$$

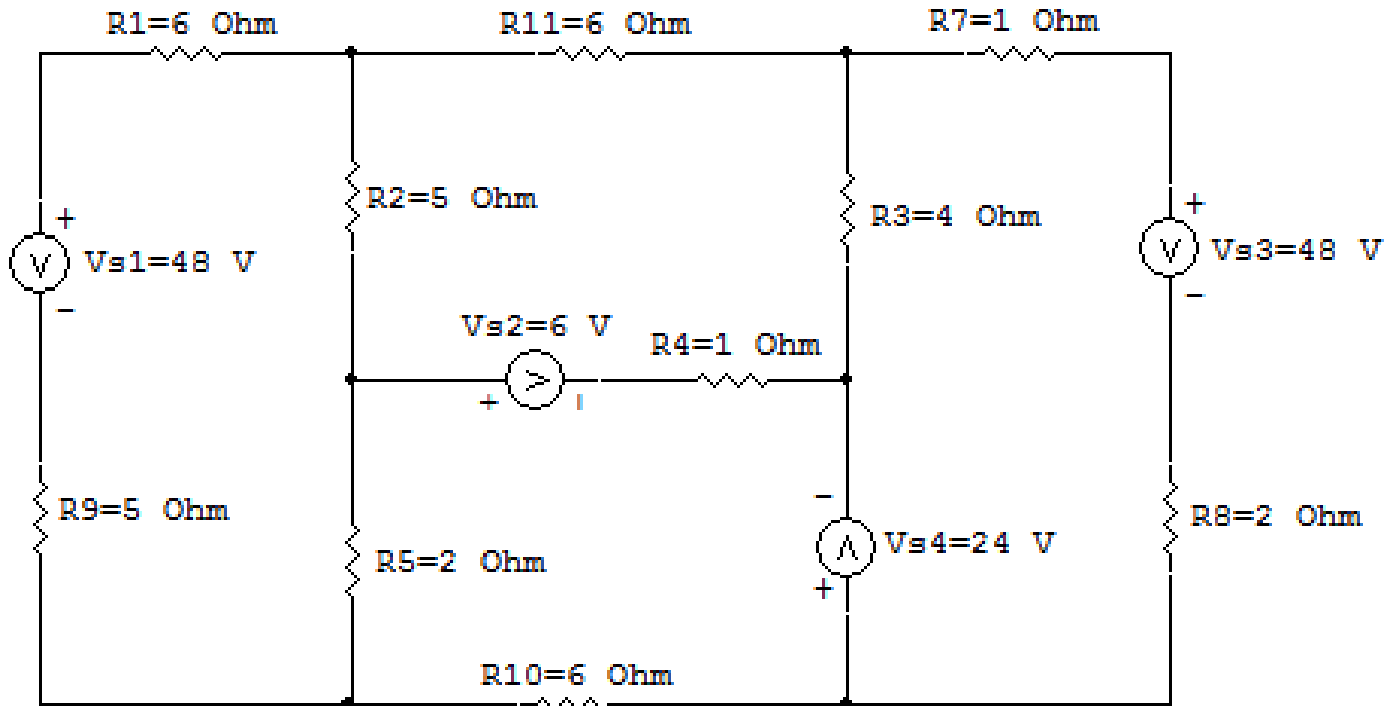
Mostrado a seguir na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} (R1+R2+R3) & -R2 & -R3 & 0 \\ -R2 & (R2+R8+R4) & 0 & -R4 \\ -R3 & 0 & (R5+R3+R6) & 0 \\ 0 & -R4 & 0 & (R4+R7) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \\ ID \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Vs1 \\ 0 \\ -Vs3 \\ (Vs3-Vs2) \end{bmatrix}$$

Substituindo os valores numéricos obtemos o sistema de matrizes com as equações simultâneas:

$$\begin{bmatrix} 6k & -2k & -3k & 0k \\ -2k & 14k & 0k & -4k \\ -3k & 0k & 14k & 0k \\ 0k & -4k & 0k & 11k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \\ ID \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 18 \\ 0 \\ -12 \\ -2 \end{bmatrix}$$

Questão 1.2 Monte o sistema de matrizes com as equações simultâneas das correntes desconhecidas das malhas, por inspeção.



circ malha cc V R insp 02

Figura 3: Circuito elétrico 1.2

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

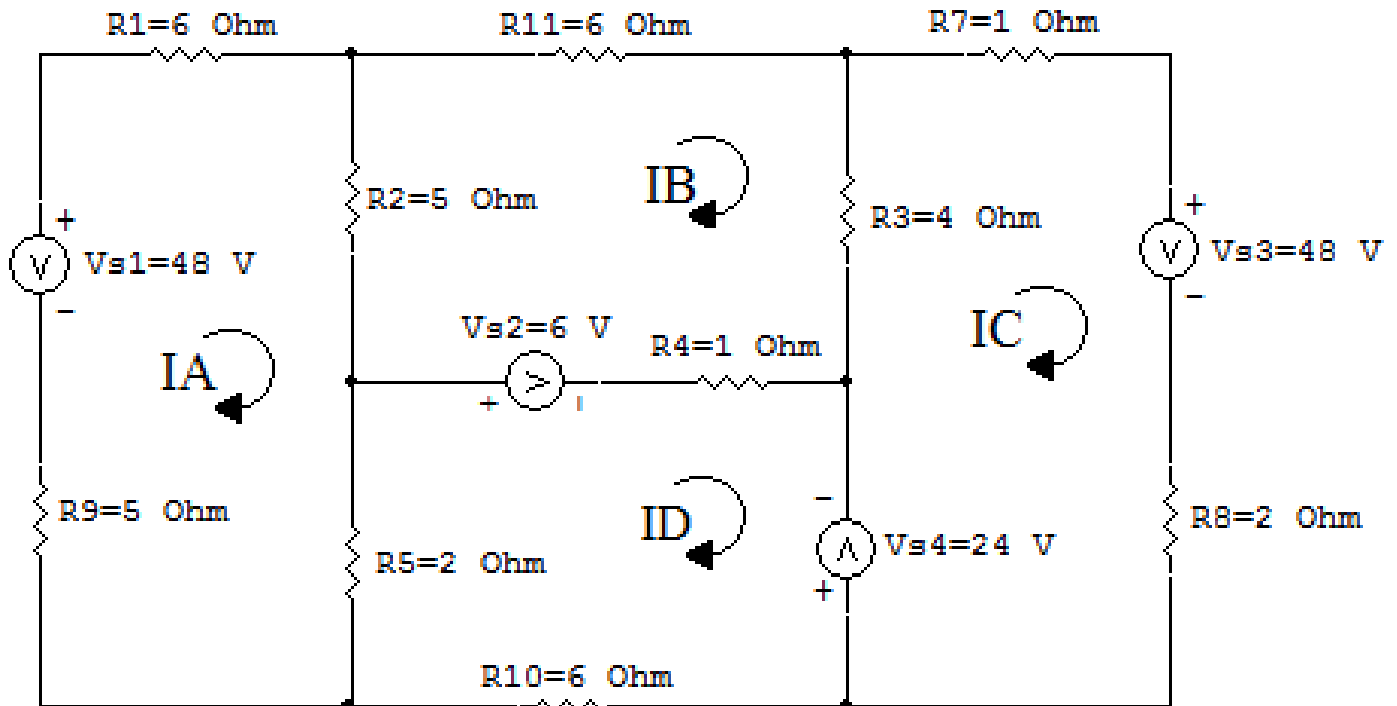
1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.



circ malha cc V R insp 02

Figura 4: Circuito elétrico as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 6 \Omega \quad R3 = 4 \Omega \quad R5 = 1 \Omega \quad R8 = 1 \Omega \quad R10 = 6 \Omega$$

$$R2 = 5 \Omega \quad R4 = 1 \Omega \quad R7 = 2 \Omega \quad R9 = 2 \Omega \quad R11 = 6 \Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS

$$(R1 + R2 + R5 + R9)IA + (-R2)IB + 0IC + (-R5)ID = Vs1$$

$$(-R2)IA + (R2 + R11 + R3 + R4)IB + (-R3)IC + (-R4)ID = Vs2$$

$$0IA + (-R3)IB + (R3 + R7 + R8)IC + 0ID = (-Vs3 - Vs4)$$

$$(-R5)IA + (-R4)IB + 0IC + (R5 + R4 + R10)ID = (-Vs2 + Vs4)$$

Mostrado a seguir na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} (R1+R2+R5+R9) & -R2 & 0 & -R5 \\ -R2 & (R2+R11+R3+R4) & -R3 & -R4 \\ 0 & -R3 & (R3+R7+R8) & 0 \\ -R5 & -R4 & 0 & (R5+R4+R10) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \\ ID \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Vs1 \\ Vs2 \\ (-Vs3-Vs4) \\ (-Vs2+Vs4) \end{bmatrix}$$

Substituindo os valores numéricos obtemos o sistema de matrizes com as equações simultâneas:

$$\begin{bmatrix} 18 & -5 & 0 & -2 \\ -5 & 16 & -4 & -1 \\ 0 & -4 & 7 & 0 \\ -2 & -1 & 0 & 9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \\ ID \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 48 \\ 6 \\ -72 \\ 18 \end{bmatrix}$$

Questão 1.3 Monte o sistema de matrizes com as equações simultâneas das correntes desconhecidas das malhas, por inspeção.

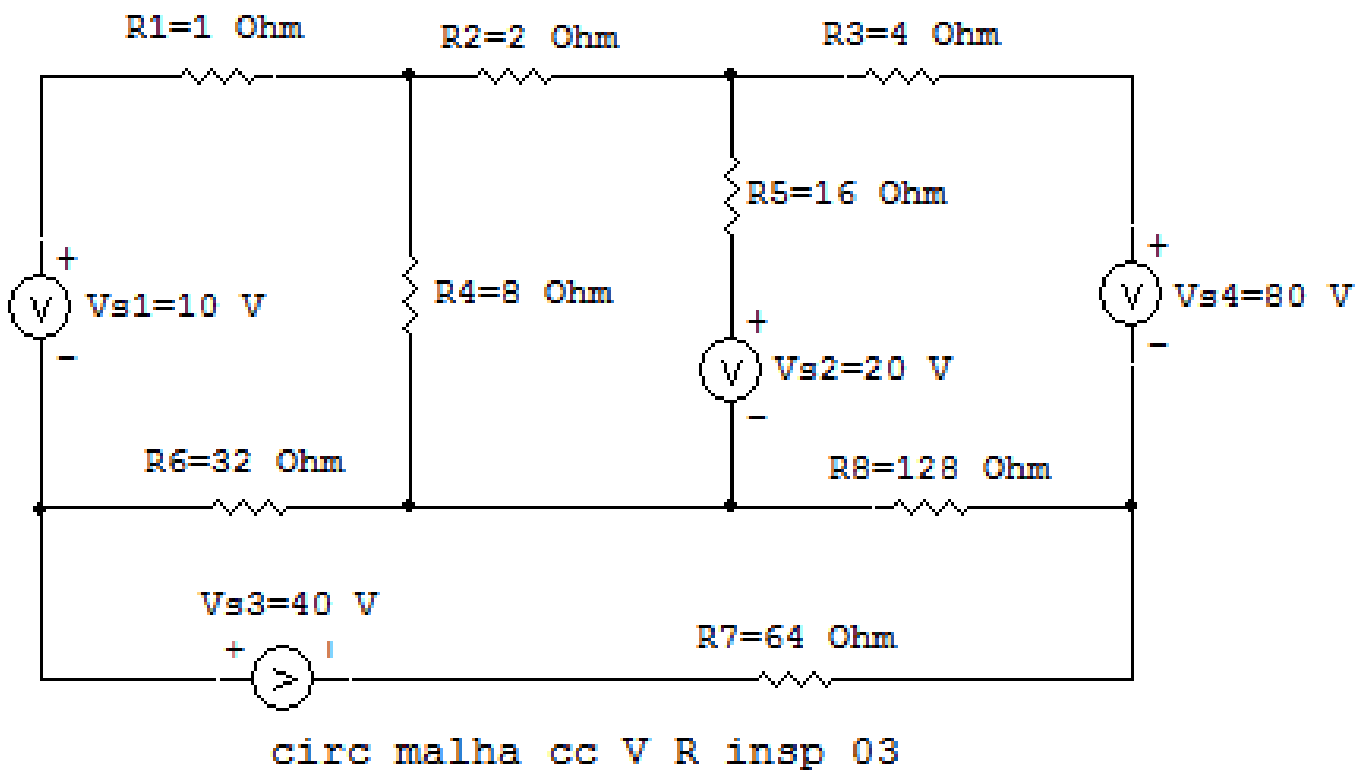


Figura 5: Circuito elétrico 1.3

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.

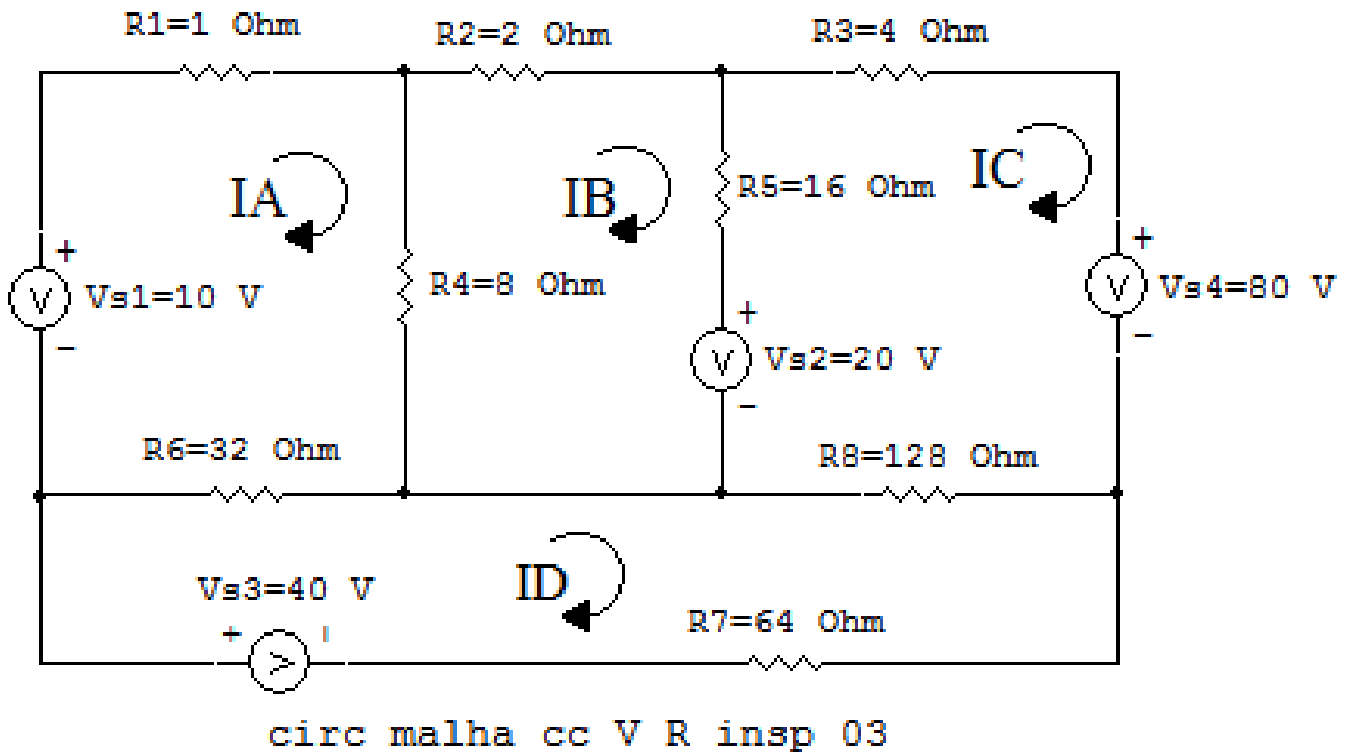


Figura 6: Circuito elétrico as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 1 \Omega \quad R3 = 4 \Omega \quad R5 = 16 \Omega \quad R7 = 64 \Omega$$

$$R2 = 2 \Omega \quad R4 = 8 \Omega \quad R6 = 32 \Omega \quad R8 = 128 \Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS

$$(R1 + R4 + R6)IA + (-R4)IB + 0IC + (-R6)ID = Vs1$$

$$(-R4)IA + (R4 + R2 + R5)IB + (-R5)IC + 0ID = -Vs2$$

$$0IA + (-R5)IB + (R5 + R3 + R8)IC + (-R8)ID = (Vs2 - Vs4)$$

$$(-R6)IA + 0IB + (-R8)IC + (R6 + R8 + R7)ID = Vs3$$

Mostrado a seguir na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} (R1+R4+R6) & -R4 & 0 & -R6 \\ -R4 & (R4+R2+R5) & -R5 & 0 \\ 0 & -R5 & (R5+R3+R8) & -R8 \\ -R6 & 0 & -R8 & (R6+R8+R7) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \\ ID \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Vs1 \\ -Vs2 \\ (Vs2-Vs4) \\ Vs3 \end{bmatrix}$$

Substituindo os valores numéricos obtemos o sistema de matrizes com as equações simultâneas:

$$\begin{bmatrix} 41 & -8 & 0 & -32 \\ -8 & 26 & -16 & 0 \\ 0 & -16 & 148 & -128 \\ -32 & 0 & -128 & 224 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \\ ID \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -20 \\ -60 \\ 40 \end{bmatrix}$$

Questão 2.1 : Calcule as potências nas fontes e nos resistores, utilizando análise de malha.

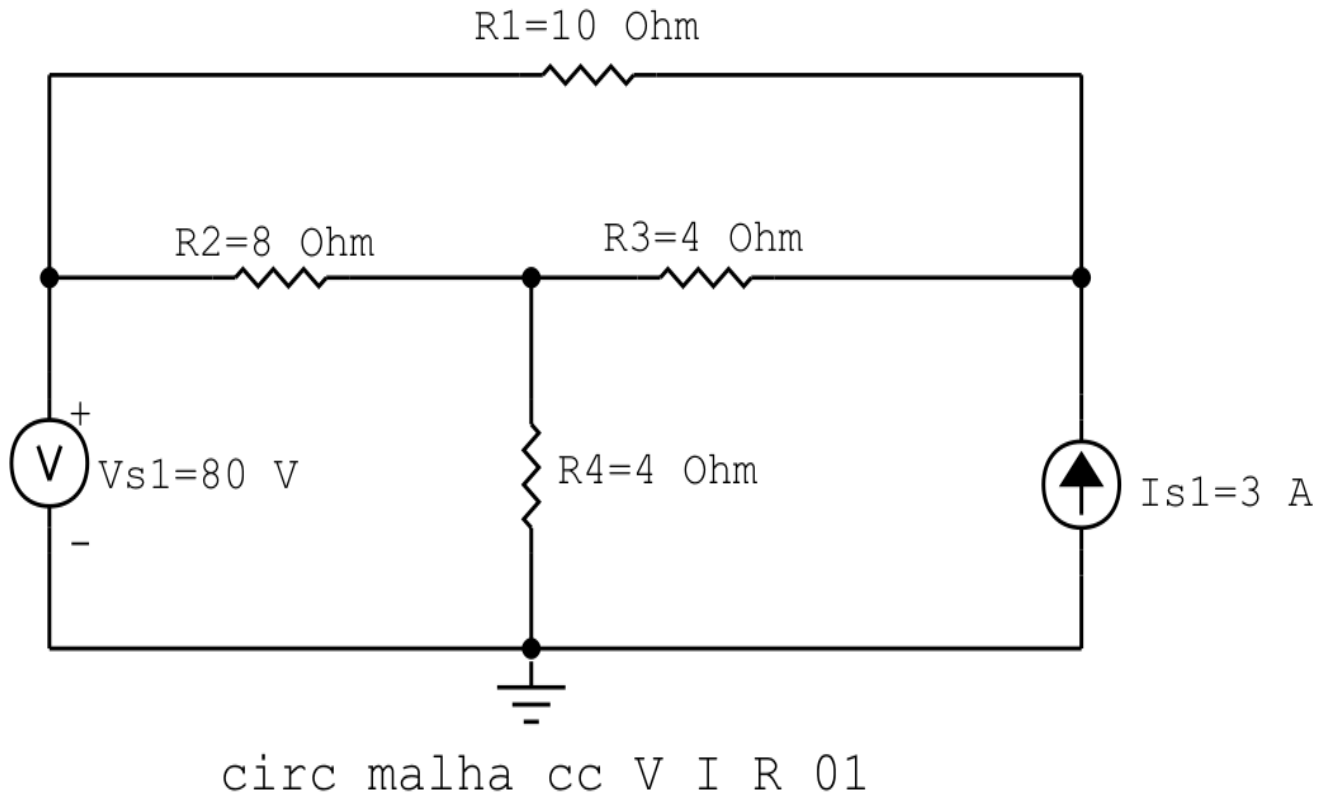


Figura 7: Circuito elétrico 2.1

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.

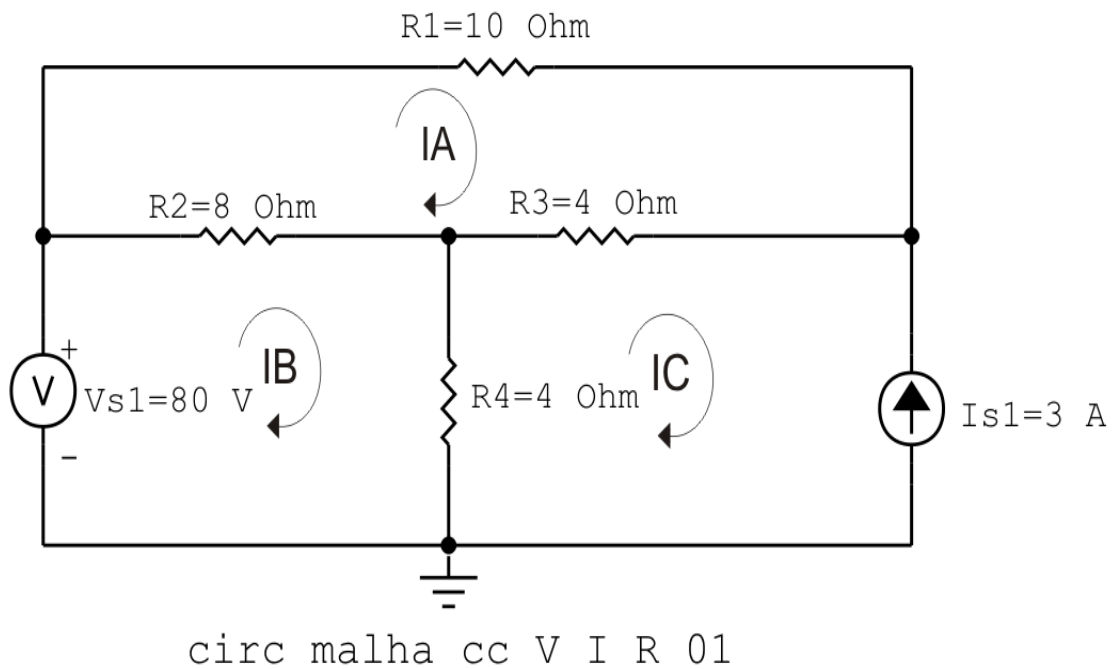


Figura 8: Circuito elétrico com as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 10 \Omega \quad R2 = 8 \Omega \quad R3 = 4 \Omega \quad R4 = 4 \Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

Não se aplica.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

Não se aplica.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

$$IC = -Is1, \text{ como } Is1 = 3 \text{ A, temos: } \implies IC = -3 \text{ A}$$

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

Não se aplica.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

Não se aplica.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

Equação na Malha A :

$$R1IA + R2(IA - IB) + R3(IA - IC) = 0$$

$$R1IA + R2IA - R2IB + R3IA - R3IC = 0$$

$$(R1 + R2 + R3)IA - R2IB = R3IC \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Equação na Malha B :

$$-Vs1 + R2(IB - IA) + R4(IB - IC) = 0$$

$$-Vs1 + R2IB - R2IA + R4IB - R4IC = 0$$

$$-R2IA + (R2 + R4)IB = Vs1 + R4IC \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.

Substituindo $Vs1$, IC e os valores das resistências nas equações acima:

Na Equação 1:

$$(R1 + R2 + R3)IA - R2IB = R3IC$$

$$(10 + 8 + 4)IA - (8)IB = 4(-3)$$

$$(22)IA - (8)IB = -12$$

Na Equação 2:

$$-R2IA + (R2 + R4)IB = Vs1 + R4IC$$

$$-(8)IA + (8 + 4)IB = (80) + ((4)-3)$$

$$-(8)IA + (12)IB = 68$$

EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS

$$(22)IA - (8)IB = -12$$

$$-(8)IA + (12)IB = 68$$

Mostrado a seguir na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 22 & -8 \\ -8 & 12 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -12 \\ 68 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 22 & -8 \\ -8 & 12 \end{vmatrix} = 264 - 64 = \Delta = 200$$

$$\Delta_{IA} = \begin{vmatrix} -12 & -8 \\ 68 & 12 \end{vmatrix} = -144 - (-544) = \Delta_{IA} = 400$$

$$IA = \frac{\Delta_{IA}}{\Delta} = \frac{400}{200} \Rightarrow IA = 2 \text{ A}$$

$$\Delta_{IB} = \begin{vmatrix} 22 & -12 \\ -8 & 68 \end{vmatrix} = 1496 - 96 = \Delta_{IB} = 1400$$

$$IB = \frac{\Delta_{IB}}{\Delta} = \frac{1400}{200} \Rightarrow IB = 7 \text{ A}$$

Assim temos:

$$IA = 2 \text{ A}$$

$$IB = 7 \text{ A}$$

$$IC = -3 \text{ A}$$

5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.

5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.

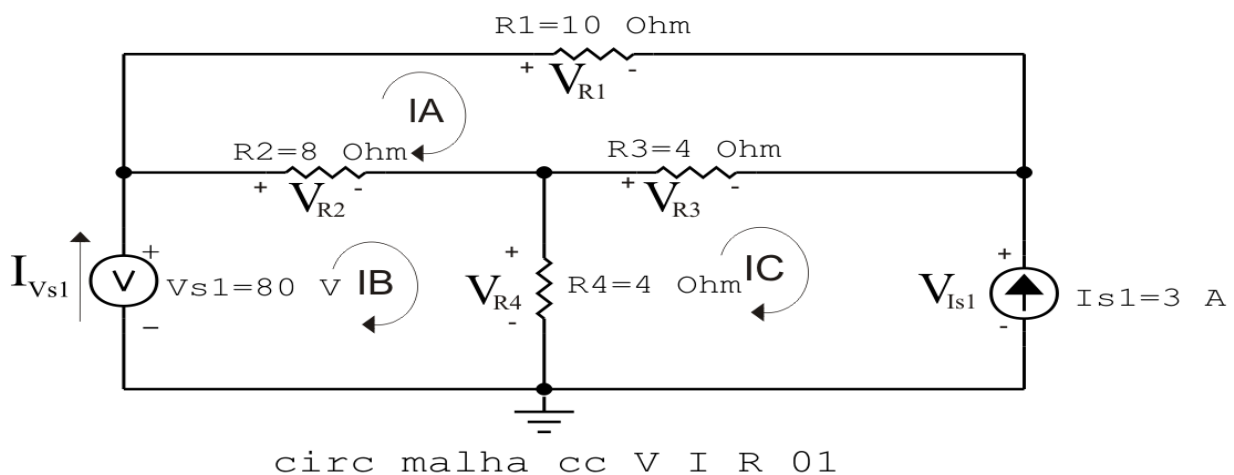


Figura 9: Circuito elétrico com as convenções de tensão/corrente nos ramos.

5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.

5.2.1 Na resistência R_1 :

$$I_{R1} = IA \implies I_{R1} = 2 \text{ A}$$

$$V_{R1} = R_1 I_{R1} = (10)(2) \implies V_{R1} = 20 \text{ V}$$

$$P_{R1} = V_{R1} I_{R1} = (20)(2) \implies P_{R1} = 40 \text{ W}$$

5.2.2 Na resistência R_2 :

$$I_{R2} = (IB - IA) = (7 - 2) \implies I_{R2} = 5 \text{ A}$$

$$V_{R2} = R_2 I_{R2} = (8)(5) \implies V_{R2} = 40 \text{ V}$$

$$P_{R2} = V_{R2} I_{R2} = (40)(5) \implies P_{R2} = 200 \text{ W}$$

5.2.3 Na resistência R_3 :

$$I_{R3} = (IC - IA) = (-3 - 2) \implies I_{R3} = -5 \text{ A}$$

$$V_{R3} = R_3 I_{R3} = (4)(-5) \implies V_{R3} = -20 \text{ V}$$

$$P_{R3} = V_{R3} I_{R3} = (-20)(-5) \implies P_{R3} = 100 \text{ W}$$

5.2.4 Na resistência R_4 :

$$I_{R4} = (IB - IC) = (7 - (-3)) \implies I_{R4} = 10 \text{ A}$$

$$V_{R4} = R_4 I_{R4} = (4)(10) \implies V_{R4} = 40 \text{ V}$$

$$P_{R4} = V_{R4} I_{R4} = (40)(10) \implies P_{R4} = 400 \text{ W}$$

5.2.5 Na fonte de corrente I_{s1} :

$$I_{s1} \implies I_{s1} = 3 \text{ A}$$

$$V_{I_{s1}} = (V_{R4} - V_{R3}) = (40 - (-20)) \implies V_{I_{s1}} = 60 \text{ V}$$

$$P_{I_{s1}} = -V_{I_{s1}} I_{s1} = -(60)(3) \implies P_{I_{s1}} = -180 \text{ W}$$

5.2.6 Na fonte de tensão V_{s1} :

$$V_{s1} = 80 \text{ V}$$

$$I_{V_{s1}} = IB \implies I_{V_{s1}} = 7 \text{ A}$$

$$P_{V_{s1}} = -V_{s1} I_{V_{s1}} = -(80)(7) \implies P_{V_{s1}} = -560 \text{ W}$$

6 Verificação dos resultados

6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).

$$\sum P_F + \sum P_R = 0$$

$$(P_{V_{s1}} + P_{I_{s1}}) + (P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4}) = 0$$

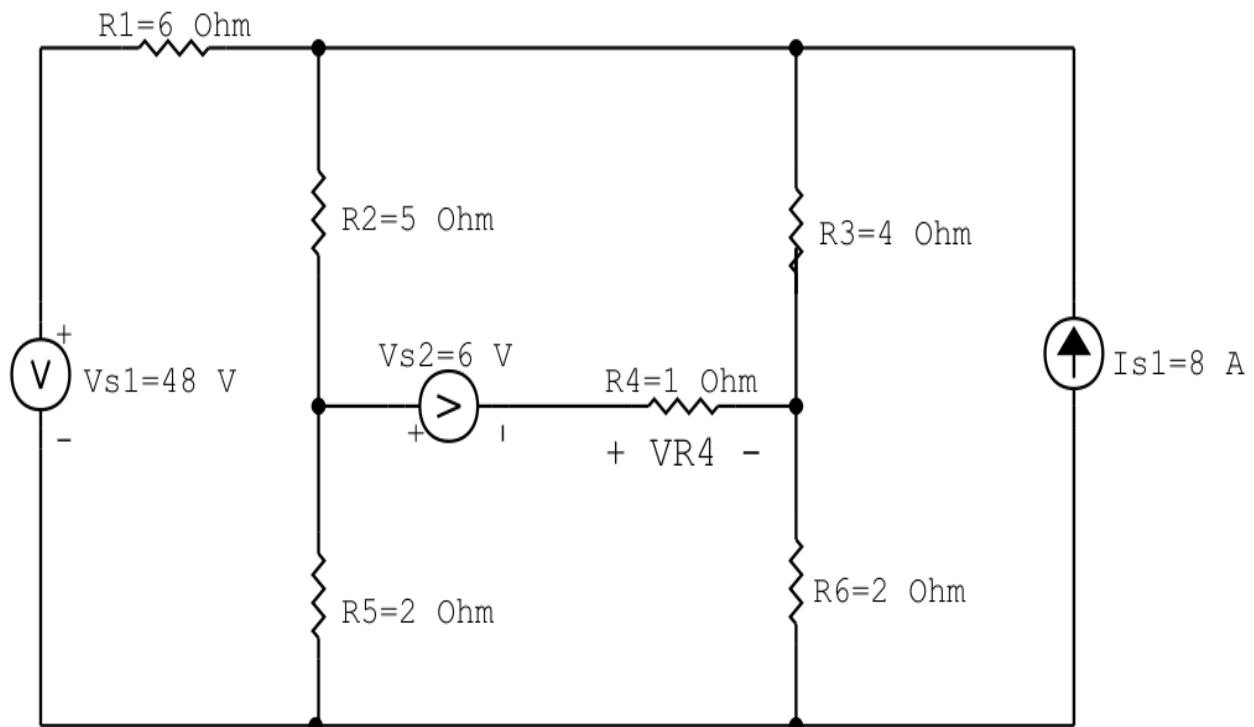
$$(-740) + (740) = 0$$

6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.

7 Retorno ao domínio do tempo.

7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.

Questão 2.2 : Calcule as potências nas fontes e nos resistores, utilizando análise de malha.



circ malha cc V I R 02

Figura 10: Circuito elétrico 2.2

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

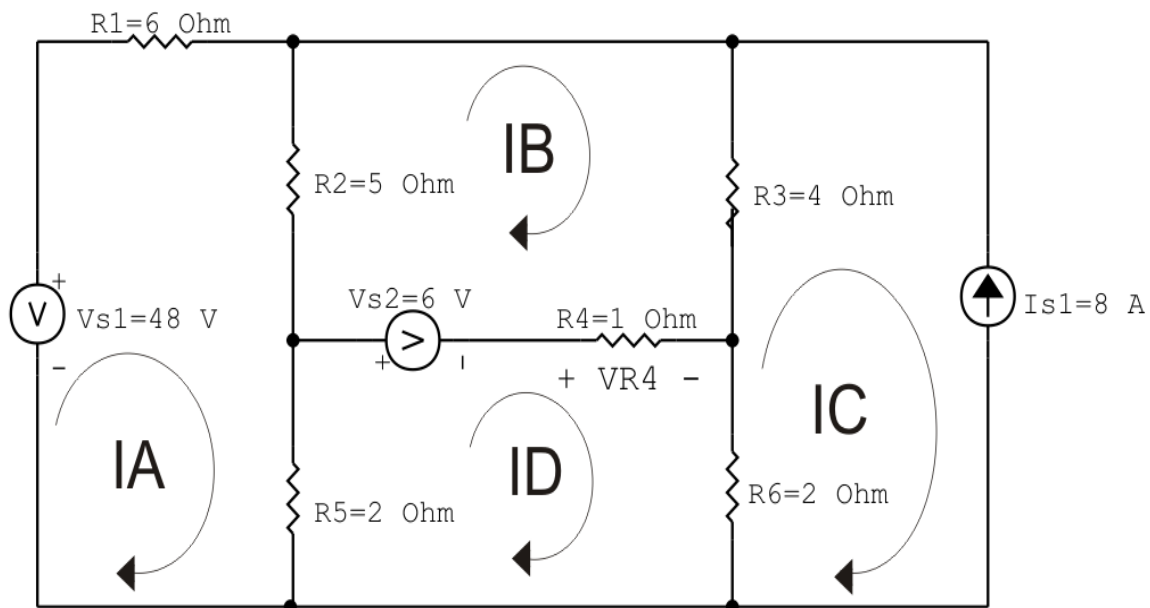
1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.



circ malha cc V I R 02

Figura 11: Circuito elétrico com as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 6 \Omega \quad R2 = 5 \Omega \quad R3 = 4 \Omega \quad R4 = 1 \Omega \quad R5 = 2 \Omega \quad R6 = 2 \Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

Não se aplica.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

Não se aplica.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

$$IC = -Is1, \text{ como } Is1 = 8 \text{ A, temos: } \implies IC = -8 \text{ A}$$

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

Não se aplica.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

Não se aplica.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

Equação na Malha A :

$$-Vs1 + R1IA + R2(IA - IB) + R5(IA - ID) = 0$$

$$R1IA + R2IA - R2IB + R5IA - R5ID = Vs1$$

$$(R1 + R2 + R5)IA - R2IB - R5ID = Vs1 \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Equação na Malha B :

$$R2(IB - IA) + R3(IB - IC) + R4(IB - ID) - Vs2 = 0$$

$$R2IB - R2IA + R3IB - R3IC + R4IB - R4ID = Vs2$$

$$-R2IA + (R2 + R3 + R4)IB - R4ID = Vs2 + R3IC \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

Equação na Malha D :

$$R5(ID - IA) + Vs2 + R4(ID - IB) + R6(ID - IC) = 0$$

$$R5ID - R5IA + R4ID - R4IB + R6ID - R6IC = -Vs2$$

$$-R5IA - R4IB + (R5 + R4 + R6)ID = -Vs2 + R6IC \dots\dots\dots \text{Equação 3}$$

4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.

Substituindo $Vs1$, $Vs2$, IC e os valores das resistências nas equações acima:

Na Equação 1:

$$(R1 + R2 + R5)IA - R2IB - R5ID = Vs1$$

$$(6 + 5 + 2)IA - (5)IB - (2)ID = 48$$

$$(13)IA - (5)IB - (2)ID = 48$$

Na Equação 2:

$$-R2IA + (R2 + R3 + R4)IB - R4ID = Vs2 + R3IC$$

$$-(5)IA + (5 + 4 + 1)IB - (1)ID = (-6) + (4)(-8)$$

$$-(5)IA + (10)IB - (1)ID = -26$$

Na Equação 3:

$$-R5IA - R4IB + (R5 + R4 + R6)ID = -Vs2 + R6IC$$

$$-(2)IA - (1)IB + (2 + 1 + 2)ID = (-6) + (2)(-8)$$

$$-(2)IA - (1)IB + (5)ID = -22$$

Aplicando o **Teorema de Cramer** nas equações abaixo:

$$(13)IA - (5)IB - (2)ID = 48$$

$$-(5)IA + (10)IB - (1)ID = -26$$

$$-(2)IA - (1)IB + (5)ID = -22$$

$$\begin{bmatrix} 13 & -5 & -2 \\ -5 & 10 & -1 \\ -2 & -1 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ ID \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 48 \\ -26 \\ -22 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 13 & -5 & -2 \\ -5 & 10 & -1 \\ -2 & -1 & 5 \end{vmatrix} = 630 - 178 = \Delta = 452$$

$$\Delta_{IA} = \begin{vmatrix} 48 & -5 & -2 \\ -26 & 10 & -1 \\ -22 & -1 & 5 \end{vmatrix} = 2238 - 1138 = \Delta_{IA} = 1100$$

$$IA = \frac{\Delta_{IA}}{\Delta} = \frac{1100}{452} \Rightarrow IA = 2,433 \text{ A}$$

$$\Delta_{IB} = \begin{vmatrix} 13 & 48 & -2 \\ -5 & -26 & -1 \\ -2 & -22 & 5 \end{vmatrix} = -1814 - (-1018) = \Delta_{IB} = -796$$

$$IB = \frac{\Delta_{IB}}{\Delta} = \frac{-796}{452} \Rightarrow IB = -1,761 \text{ A}$$

$$\Delta_{ID} = \begin{vmatrix} 13 & -5 & 48 \\ -5 & 10 & -26 \\ -2 & -1 & -22 \end{vmatrix} = -2880 - (-1172) = \Delta_{ID} = -1708$$

$$ID = \frac{\Delta_{ID}}{\Delta} = \frac{-1708}{452} \Rightarrow ID = -3,778 \text{ A}$$

Assim temos:

$$IA = 2,433 \text{ A}$$

$$IB = -1,761 \text{ A}$$

$$IC = -8 \text{ A}$$

$$ID = -3,778 \text{ A}$$

5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.

5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.

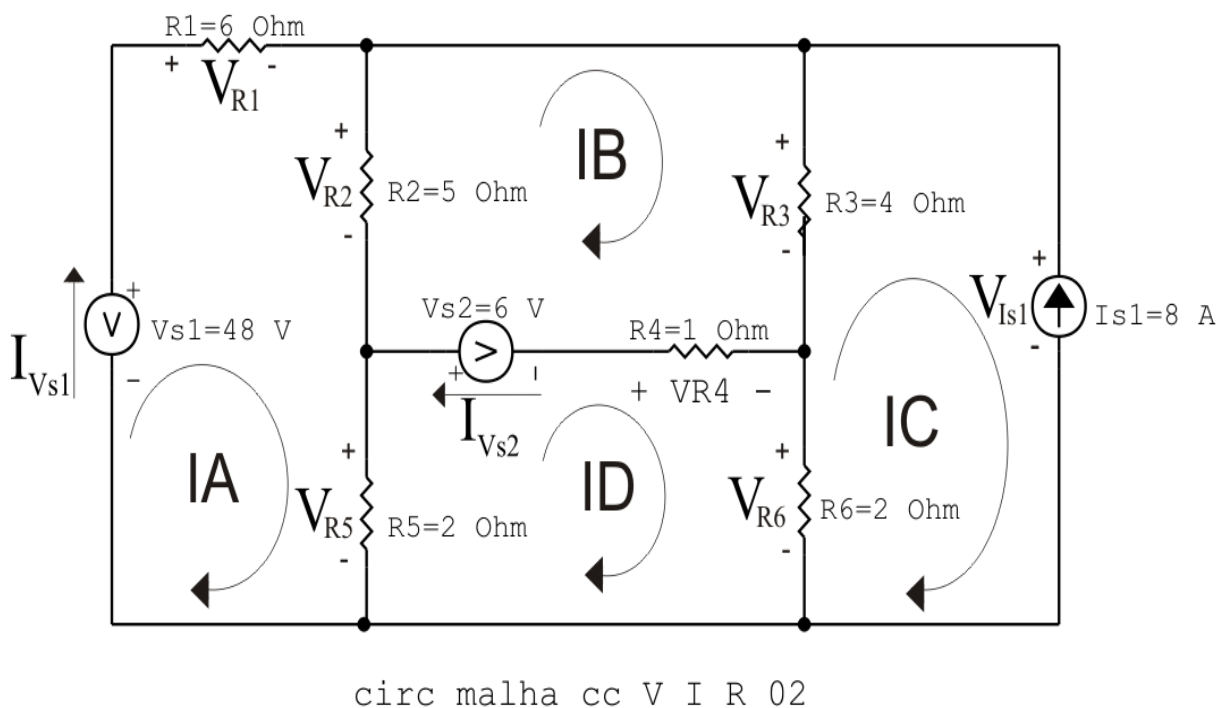


Figura 12: Circuito elétrico com as convenções de tensão/corrente nos ramos.

5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.

5.2.1 Na resistência $R1$:

$$I_{R1} = IA \Rightarrow I_{R1} = 2,433 \text{ A}$$

$$V_{R1} = R1 I_{R1} = (6)(2,433) \Rightarrow V_{R1} = 14,602 \text{ V}$$

$$P_{R1} = V_{R1} I_{R1} = (14,602)(2,433) \Rightarrow P_{R1} = 35,535 \text{ W}$$

5.2.2 Na resistência R_2 :

$$I_{R2} = (I_A - I_B) = (2,433 - (-1,761)) \implies I_{R2} = 4,195 \text{ A}$$

$$V_{R2} = R_2 I_{R2} = (5)(4,195) \implies V_{R2} = 20,973 \text{ V}$$

$$P_{R2} = V_{R2} I_{R2} = (20,973)(4,195) \implies P_{R2} = 87,977 \text{ W}$$

5.2.3 Na resistência R_3 :

$$I_{R3} = (I_B - I_C) = (-1,761 - (-8)) \implies I_{R3} = 6,239 \text{ A}$$

$$V_{R3} = R_3 I_{R3} = (4)(6,239) \implies V_{R3} = 24,956 \text{ V}$$

$$P_{R3} = V_{R3} I_{R3} = (24,956)(6,239) \implies P_{R3} = 155,697 \text{ W}$$

5.2.4 Na resistência R_4 :

$$I_{R4} = (I_B - I_D) = (-1,761 - (-3,778)) \implies I_{R4} = 2,018 \text{ A}$$

$$V_{R4} = R_4 I_{R4} = (1)(2,018) \implies V_{R4} = 2,018 \text{ V}$$

$$P_{R4} = V_{R4} I_{R4} = (2,018)(2,018) \implies P_{R4} = 4,071 \text{ W}$$

5.2.5 Na resistência R_5 :

$$I_{R5} = (I_A - I_D) = (2,433 - (-3,778)) \implies I_{R5} = 6,212 \text{ A}$$

$$V_{R5} = R_5 I_{R5} = (2)(6,212) \implies V_{R5} = 12,425 \text{ V}$$

$$P_{R5} = V_{R5} I_{R5} = (12,425)(6,212) \implies P_{R5} = 77,188 \text{ W}$$

5.2.6 Na resistência R_6 :

$$I_{R6} = (I_D - I_C) = (-3,778 - (-8)) \implies I_{R6} = 4,221 \text{ A}$$

$$V_{R6} = R_6 I_{R6} = (2)(4,221) \implies V_{R6} = 8,442 \text{ V}$$

$$P_{R6} = V_{R6} I_{R6} = (8,442)(4,221) \implies P_{R6} = 35,638 \text{ W}$$

5.2.7 Na fonte de corrente I_{s1} :

$$I_{s1} \implies I_{s1} = 8 \text{ A}$$

$$V_{I_{s1}} = (V_{R6} + V_{R4}) = (8,442 + 2,018) \implies V_{I_{s1}} = 33,398 \text{ V}$$

$$P_{I_{s1}} = -V_{I_{s1}} I_{s1} = -(33,398)(8) \implies P_{I_{s1}} = -267,186 \text{ W}$$

5.2.8 Na fonte de tensão V_{s1} :

$$V_{s1} = 48 \text{ V}$$

$$I_{V_{s1}} = IA \implies I_{V_{s1}} = 2,433 \text{ A}$$

$$P_{V_{s1}} = -V_{s1}I_{V_{s1}} = -(48)(2,433) \implies P_{V_{s1}} = -116,814 \text{ W}$$

5.2.9 Na fonte de tensão V_{s2} :

$$V_{s2} = 6 \text{ V}$$

$$I_{V_{s2}} = (IB - ID) = (-1,761 - (-3,778)) \implies I_{V_{s2}} = 2,018 \text{ A}$$

$$P_{V_{s2}} = -V_{s2}I_{V_{s2}} = -(6)(2,018) \implies P_{V_{s2}} = -12,106 \text{ W}$$

6 Verificação dos resultados

6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).

$$\sum P_F + \sum P_R = 0$$

$$(P_{V_{s1}} + P_{V_{s2}} + P_{I_{s1}}) + (P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} + P_{R5} + P_{R6}) = 0$$

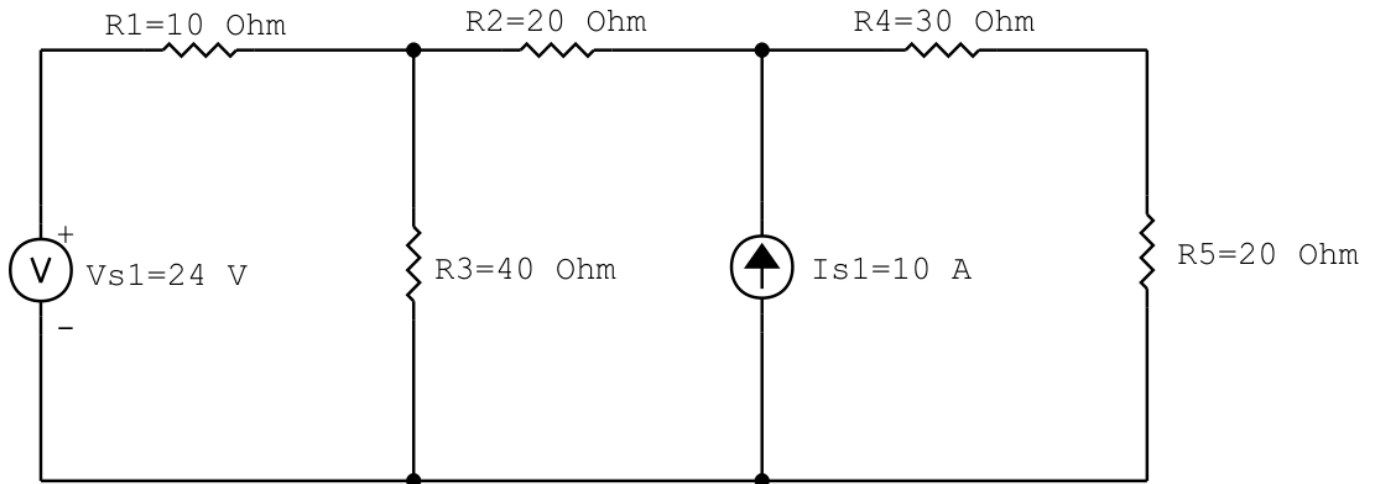
$$(-396,106) + (396,106) = 0$$

6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.

7 Retorno ao domínio do tempo.

7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.

Questão 2.3 : Calcule as potências nas fontes e nos resistores, utilizando análise de malha.



circ malha cc V I R 03

Figura 13: Circuito elétrico 2.3

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

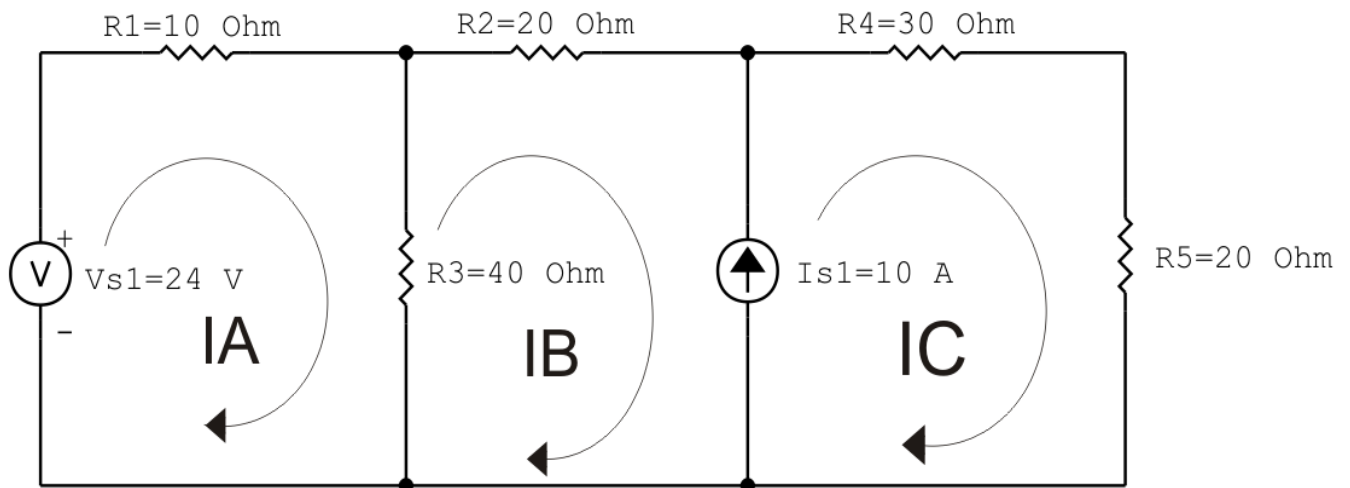
1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.



circ malha cc V I R 03

Figura 14: Circuito elétrico com as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 10 \Omega \quad R2 = 20 \Omega \quad R3 = 40 \Omega \quad R4 = 30 \Omega \quad R5 = 20 \Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

Não se aplica.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

Não se aplica.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

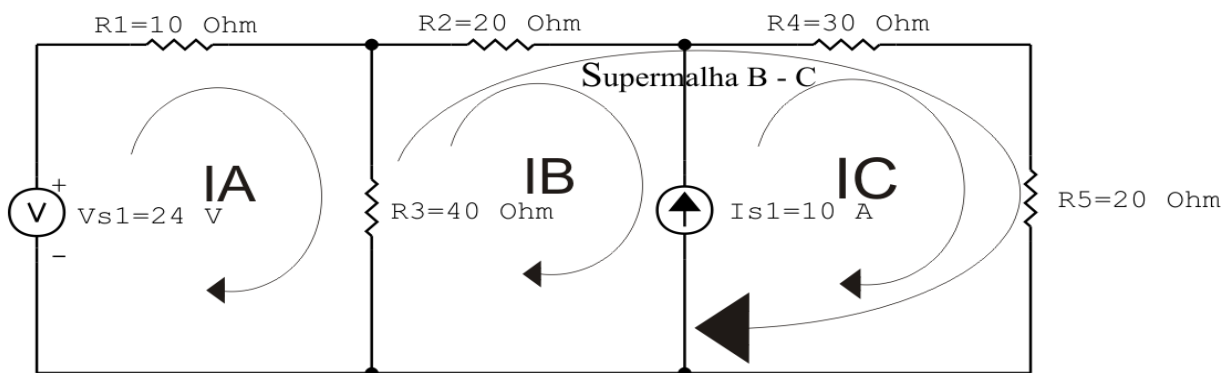
3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

Não se aplica.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.



circ malha cc V I R 03

Figura 15: Circuito elétrico com a Supermalha identificada.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

$$-IB + IC = Is1, \text{ e como } Is1 = 10 \text{ A} \implies IC = 10 + IB.$$

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

Equação na Malha A :

$$-Vs1 + R1IA + R3(IA - IB) = 0$$

$$R1IA + R3IA - R3IB = Vs1$$

$$(R1 + R3)IA - R3IB = Vs1 \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Equação na Supermalha B-C :

$$R3(IB - IA) + R2IB + R4IC + R5IC = 0$$

$$R3IB - R3IA + R2IB + R4IC + R5IC = 0$$

$$-R3IA + (R3 + R2)IB + (R4 + R5)IC = 0 \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.

Substituindo $Vs1$, IC e os valores das resistências nas equações acima:

Na Equação 1:

$$(R1 + R3)IA - R3IB = Vs1$$

$$(10 + 40)IA - (40)IB = 24$$

$$(50)IA - (40)IB = 24$$

Na Equação 2:

$$-R3IA + (R3 + R2)IB + (R4 + R5)IC = 0$$

$$-(40)IA + (40 + 20)IB + (30 + 20)(10 + IB) = 0$$

$$-(40)IA + (110)IB = -500$$

EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS

$$(50)IA - (40)IB = 24$$

$$-(40)IA + (110)IB = -500$$

Mostrado a seguir na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 50 & -40 \\ -40 & 110 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 24 \\ -500 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 50 & -40 \\ -40 & 110 \end{vmatrix} = 5500 - 1600 = \Delta = 3900$$

$$\Delta_{IA} = \begin{vmatrix} 24 & -40 \\ -500 & 110 \end{vmatrix} = -2640 - 20000 = \Delta_{IA} = -17360$$

$$IA = \frac{\Delta_{IA}}{\Delta} = \frac{-17360}{3900} \Rightarrow IA = -4,451 \text{ A}$$

$$\Delta_{IB} = \begin{vmatrix} 50 & -24 \\ -40 & -500 \end{vmatrix} = -25000 - (-960) = \Delta_{IB} = -24040$$

$$IB = \frac{\Delta_{IB}}{\Delta} = \frac{-24040}{3900} \Rightarrow IB = -6,164 \text{ A}$$

Assim temos:

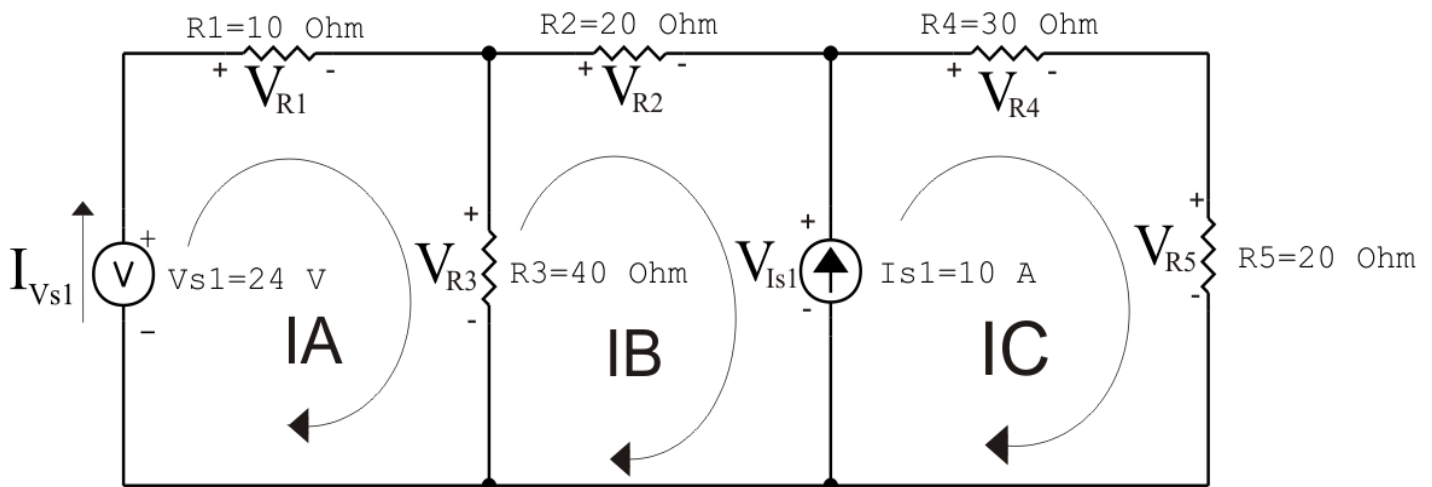
$$IA = -4,451 \text{ A}$$

$$IB = -6,164 \text{ A}$$

$$IC = 3,836 \text{ A}$$

5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.

5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.



circ malha cc V I R 03

Figura 16: Circuito elétrico com as convenções de tensão/corrente nos ramos.

5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.

5.2.1 Na resistência R_1 :

$$I_{R1} = IA \implies I_{R1} = -4,451 \text{ A}$$

$$V_{R1} = R_1 I_{R1} = (10)(-4,451) \implies V_{R1} = -44,513 \text{ V}$$

$$P_{R1} = V_{R1} I_{R1} = (-44,513)(-4,451) \implies P_{R1} = 198,139 \text{ W}$$

5.2.2 Na resistência R_2 :

$$I_{R2} = IB \implies I_{R2} = -6,164 \text{ A}$$

$$V_{R2} = R_2 I_{R2} = (20)(-6,164) \implies V_{R2} = -123,282 \text{ V}$$

$$P_{R2} = V_{R2} I_{R2} = (-123,282)(-6,164) \implies P_{R2} = 759,923 \text{ W}$$

5.2.3 Na resistência R_3 :

$$I_{R3} = (IA - IB) = (-4,451 - (-6,164)) \implies I_{R3} = 1,713 \text{ A}$$

$$V_{R3} = R_3 I_{R3} = (40)(1,713) \implies V_{R3} = 68,513 \text{ V}$$

$$P_{R3} = V_{R3} I_{R3} = (68,513)(1,713) \implies P_{R3} = 117,350 \text{ W}$$

5.2.4 Na resistência R_4 :

$$I_{R4} = IC \implies I_{R4} = 3,836 \text{ A}$$

$$V_{R4} = R4I_{R4} = (30)(3,836) \implies V_{R4} = 115,077 \text{ V}$$

$$P_{R4} = V_{R4}I_{R4} = (115,077)(3,836) \implies P_{R4} = 441,423 \text{ W}$$

5.2.5 Na resistência $R5$:

$$I_{R5} = IC \implies I_{R5} = 3,836 \text{ A}$$

$$V_{R5} = R5I_{R5} = (20)(3,836) \implies V_{R5} = 76,718 \text{ V}$$

$$P_{R5} = V_{R5}I_{R5} = (76,718)(3,836) \implies P_{R5} = 294,282 \text{ W}$$

5.2.6 Na fonte de corrente I_{s1} :

$$I_{s1} \implies I_{s1} = 10 \text{ A}$$

$$V_{I_{s1}} = (V_{R4} + V_{R5}) = (115,077 + 76,718) \implies V_{I_{s1}} = 191,795 \text{ V}$$

$$P_{I_{s1}} = -V_{I_{s1}}I_{s1} = -(191,795)(10) \implies P_{I_{s1}} = -1917,949 \text{ W}$$

5.2.7 Na fonte de tensão V_{s1} :

$$V_{s1} = 24 \text{ V}$$

$$I_{V_{s1}} = IA \implies I_{V_{s1}} = -4,451 \text{ A}$$

$$P_{V_{s1}} = -V_{s1}I_{V_{s1}} = -(24)(-4,451) \implies P_{V_{s1}} = 106,831 \text{ W}$$

6 Verificação dos resultados

6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).

$$\sum P_F + \sum P_R = 0$$

$$(P_{V_{s1}} + P_{I_{s1}}) + (P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} + P_{R5}) = 0$$

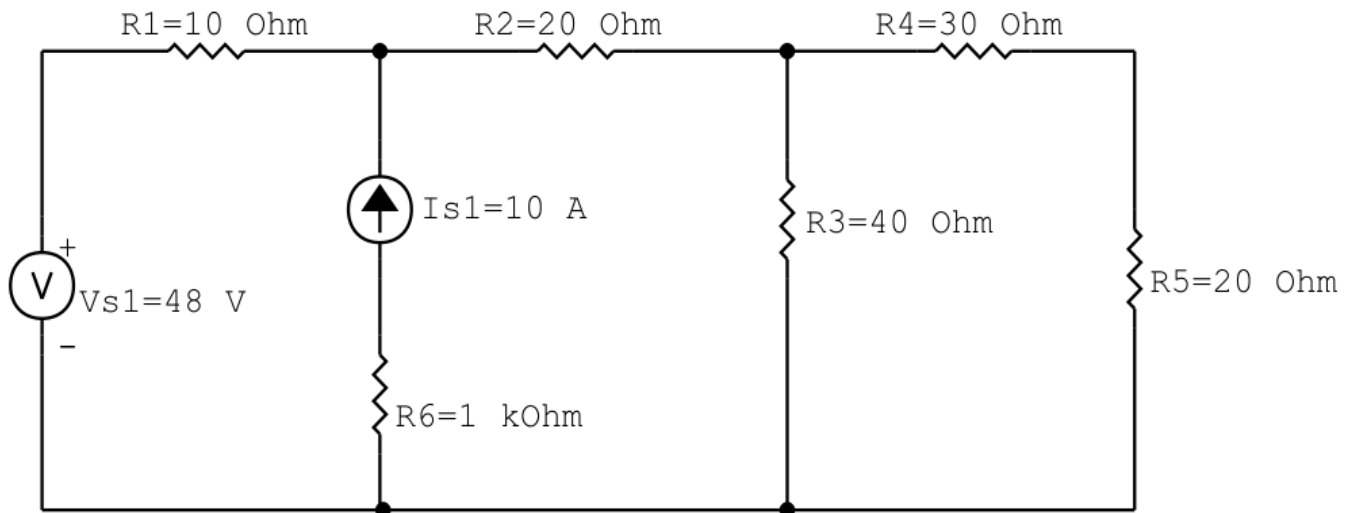
$$(-1811,118) + (1811,118) = 0$$

6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.

7 Retorno ao domínio do tempo.

7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.

Questão 2.4 : Calcule as potências nas fontes e nos resistores, utilizando análise de malha.



circ malha cc V I R 04

Figura 17: Circuito elétrico 2.4

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

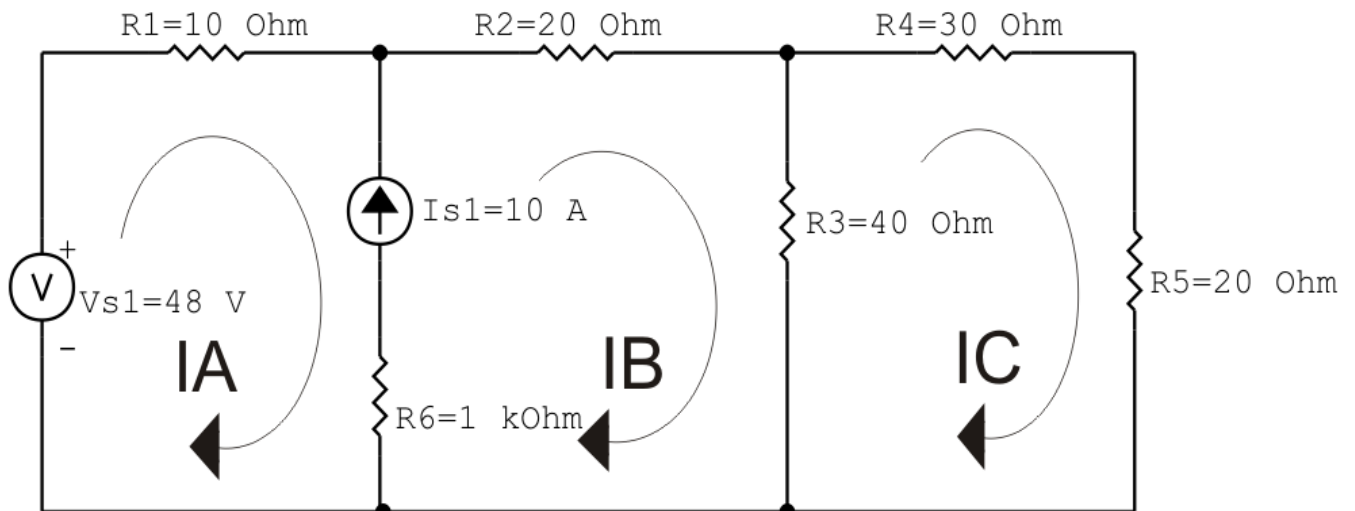
1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.



circ malha cc V I R 04

Figura 18: Circuito elétrico com as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 10 \Omega \quad R2 = 20 \Omega \quad R3 = 40 \Omega \quad R4 = 30 \Omega \quad R5 = 20 \Omega \quad R6 = 1 \text{ k}\Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

Não se aplica.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

Não se aplica.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

Não se aplica.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte. Não se aplica.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

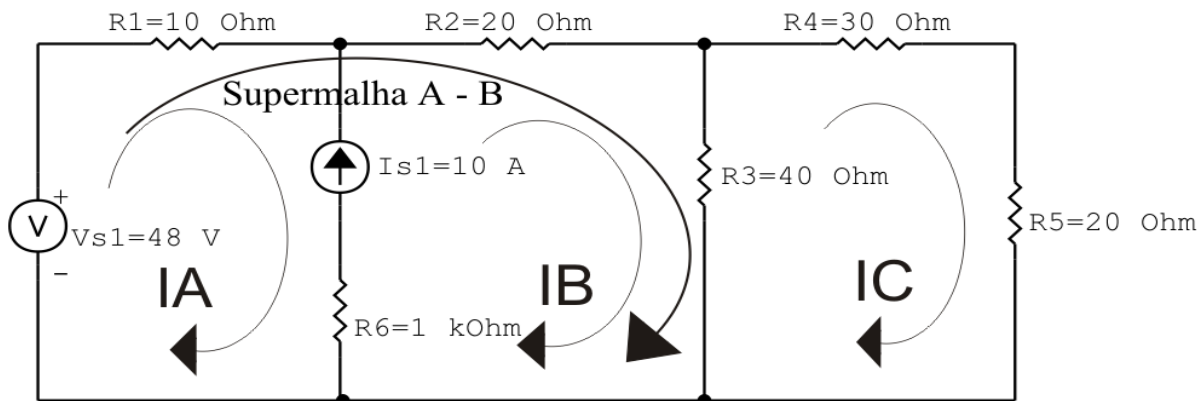
$$-IA + IB = Is1, \text{ e como } Is1 = 10 \text{ A} \implies IB = 10 + IA.$$

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

Equação na Supermalha A-B :

$$-Vs1 + R1IA + R2IB + R3(IB - IC) = 0$$

$$R1IA + R2IB + R3IB - R3IC = Vs1$$



circ malha cc V I R 04

Figura 19: Circuito elétrico com a Supermalha identificada.

$$R1IA + (R2 + R3)IB - R3IC = Vs1 \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Equação na Malha C :

$$R3(IC - IB) + R4IC + R5IC = 0$$

$$R3IC - R3IB + R4IC + R5IC = 0$$

$$-R3IB + (R3 + R4 + R5)IC = 0 \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.

Substituindo $Vs1$, IB e os valores das resistências nas equações acima:

Na Equação 1:

$$R1IA + (R2 + R3)IB - R3IC = Vs1$$

$$(10)IA + (20 + 40)(10 + IA) - (40)IC = 48$$

$$(70)IA - (40)IC = -552$$

Na Equação 2:

$$-R3IB + (R3 + R4 + R5)IC = 0$$

$$-(40)(10 + IA) + (40 + 30 + 20)IC = 0$$

$$-(40)IA + (90)IC = 400$$

EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS

$$(70)IA - (40)IC = -552$$

$$-(40)IA + (90)IC = 400$$

Mostrado a seguir na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 70 & -40 \\ -40 & 90 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IC \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -552 \\ 400 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 70 & -40 \\ -40 & 90 \end{vmatrix} = 6300 - 1600 = \Delta = 4700$$

$$\Delta_{IA} = \begin{vmatrix} -552 & -40 \\ 400 & 90 \end{vmatrix} = -49\,680 - (-16\,000) = \Delta_{IA} = -33\,680$$

$$IA = \frac{\Delta_{IA}}{\Delta} = \frac{-33\,680}{4700} \implies IA = -7,165 \text{ A}$$

$$\Delta_{IC} = \begin{vmatrix} 70 & -552 \\ -40 & 400 \end{vmatrix} = 28\,000 - 22\,080 = \Delta_{IC} = 5920$$

$$IC = \frac{\Delta_{IC}}{\Delta} = \frac{5920}{4700} \implies IC = 1,259 \text{ A}$$

Assim temos:

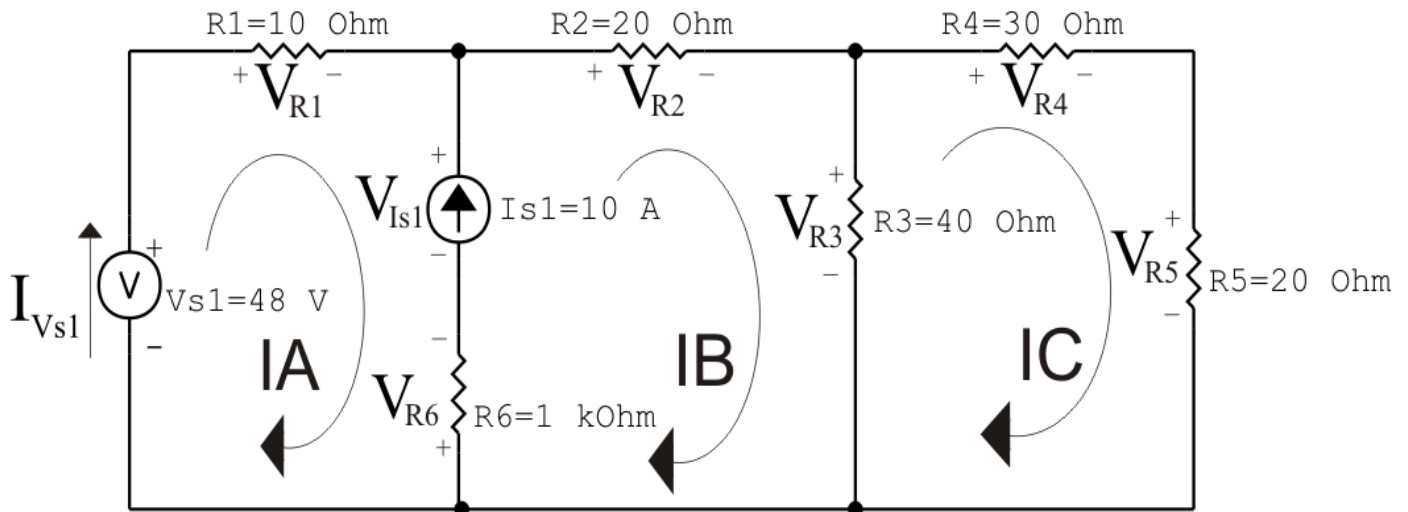
$$IA = -7,165 \text{ A}$$

$$IB = 2,834 \text{ A}$$

$$IC = 1,259 \text{ A}$$

5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.

5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.



circ malha cc V I R 04

Figura 20: Circuito elétrico com as convenções de tensão/corrente nos ramos.

5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.

5.2.1 Na resistência R_1 :

$$I_{R1} = IA \implies I_{R1} = -7,165 \text{ A}$$

$$V_{R1} = R1I_{R1} = (10)(-7,165) \implies V_{R1} = -71,660 \text{ V}$$

$$P_{R1} = V_{R1}I_{R1} = (-71,660)(-7,165) \implies P_{R1} = 513,509 \text{ W}$$

5.2.2 Na resistência R_2 :

$$I_{R2} = IB \implies I_{R2} = 2,834 \text{ A}$$

$$V_{R2} = R2I_{R2} = (20)(2,834) \implies V_{R2} = 56,681 \text{ V}$$

$$P_{R2} = V_{R2}I_{R2} = (56,681)(2,834) \implies P_{R2} = 160,636 \text{ W}$$

5.2.3 Na resistência R_3 :

$$I_{R3} = (IB - IC) = (2,834 - (1,259)) \implies I_{R3} = 1,574 \text{ A}$$

$$V_{R3} = R3I_{R3} = (40)(1,574) \implies V_{R3} = 62,979 \text{ V}$$

$$P_{R3} = V_{R3}I_{R3} = (62,979)(1,574) \implies P_{R3} = 99,158 \text{ W}$$

5.2.4 Na resistência R_4 :

$$I_{R4} = IC \implies I_{R4} = 1,259 \text{ A}$$

$$V_{R4} = R4I_{R4} = (30)(1,259) \implies V_{R4} = 37,787 \text{ V}$$

$$P_{R4} = V_{R4}I_{R4} = (37,787)(1,259) \implies P_{R4} = 47,5966 \text{ W}$$

5.2.5 Na resistência $R5$:

$$I_{R5} = IC \implies I_{R5} = 1,259 \text{ A}$$

$$V_{R5} = R5I_{R5} = (20)(1,259) \implies V_{R5} = 25,191 \text{ V}$$

$$P_{R5} = V_{R5}I_{R5} = (25,191)(1,259) \implies P_{R5} = 31,731 \text{ W}$$

5.2.6 Na resistência $R6$:

$$I_{R6} = I_{s1} \implies I_{R6} = 10 \text{ A}$$

$$V_{R6} = R6I_{R6} = (1000)(10) \implies V_{R6} = 10 \text{ kV}$$

$$P_{R6} = V_{R6}I_{R6} = (10\,000)(10) \implies P_{R6} = 100 \text{ kW}$$

5.2.7 Na fonte de corrente I_{s1} :

$$I_{s1} \implies I_{s1} = 10 \text{ A}$$

$$V_{I_{s1}} = (V_{R2} + V_{R3} + V_{R6}) = (56,681 + 62,979 + 10\,000) \implies V_{I_{s1}} = 10,119 \text{ kV}$$

$$P_{I_{s1}} = -V_{I_{s1}}I_{s1} = -(10\,119,660)(10) \implies P_{I_{s1}} = -101,196 \text{ kW}$$

5.2.8 Na fonte de tensão V_{s1} :

$$V_{s1} = 48 \text{ V}$$

$$I_{V_{s1}} = IA \implies I_{V_{s1}} = -7,165 \text{ A}$$

$$P_{V_{s1}} = -V_{s1}I_{V_{s1}} = -(48)(-7,165) \implies P_{V_{s1}} = 343,966 \text{ W}$$

6 Verificação dos resultados

6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).

$$\sum P_F + \sum P_R = 0$$

$$(P_{V_{s1}} + P_{I_{s1}}) + (P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} + P_{R5} + P_{R6}) = 0$$

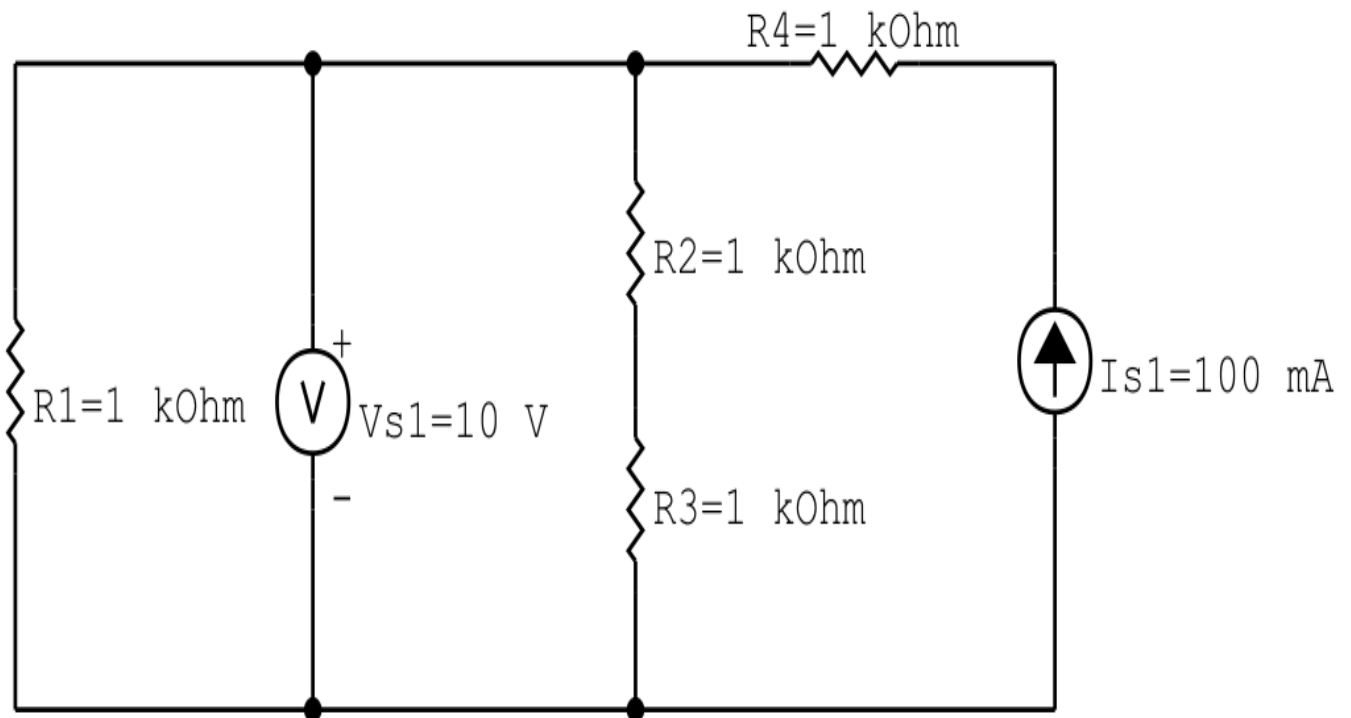
$$(-100\,852,630) + (100\,852,630) = 0$$

6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.

7 Retorno ao domínio do tempo.

7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.

Questão 2.5 : Calcule as potências nas fontes e nos resistores, utilizando análise de malha.



circ malha cc V I R 05

Figura 21: Circuito elétrico 2.5

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

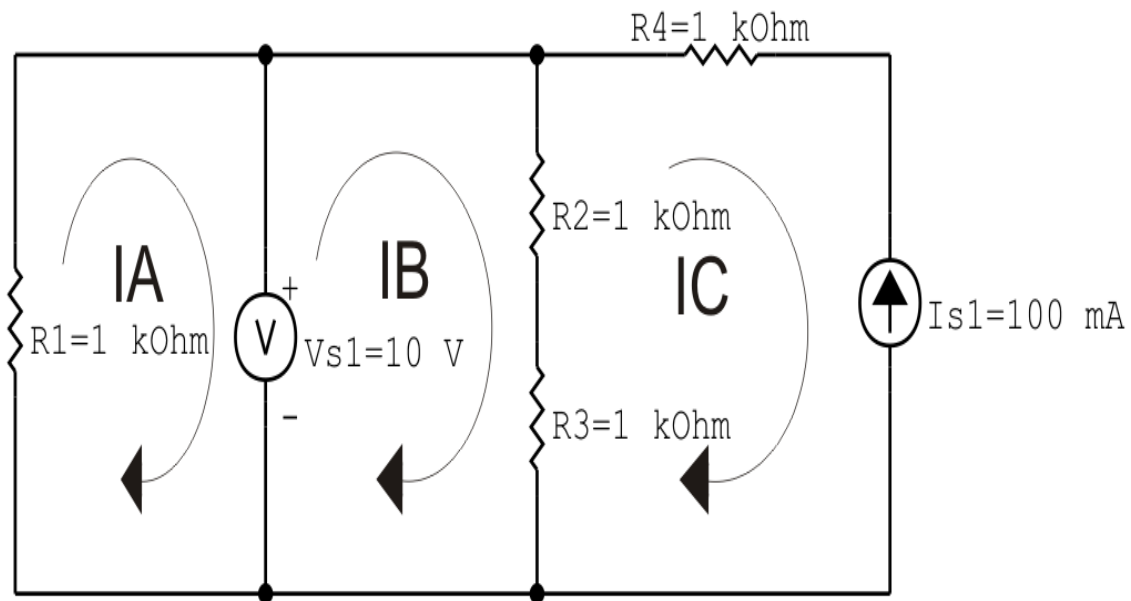
1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.



circ malha cc V I R 05

Figura 22: Circuito elétrico com as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 1 \text{ k}\Omega \quad R2 = 1 \text{ k}\Omega \quad R3 = 1 \text{ k}\Omega \quad R4 = 1 \text{ k}\Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

Não se aplica.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

Não se aplica.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

$$IC = -Is1, \text{ como } Is1 = 100 \text{ mA, temos: } \implies IC = -100 \text{ mA}$$

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

Não se aplica.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

Não se aplica.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

Equação na Malha A :

$$R1IA + Vs1 = 0$$

$$I_A = \frac{-V_{s1}}{R_1} \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Equação na Malha B :

$$R_2(I_B - I_C) + R_3(I_B - I_C) - V_{s1} = 0$$

$$R_2I_B - R_2I_C + R_3I_B - R_3I_C = V_{s1}$$

$$(R_2 + R_3)I_B = V_{s1} + (R_2 + R_3)I_C$$

$$I_B = \frac{V_{s1} + (R_2 + R_3)I_C}{(R_2 + R_3)} \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.

Substituindo V_{s1} , I_C e os valores das resistências nas equações acima:

Na Equação 1:

$$I_A = \frac{-V_{s1}}{R_1}$$

$$I_A = \frac{-10}{1000}$$

$$I_A = -0,01 \text{ A}$$

Na Equação 2:

$$I_B = \frac{V_{s1} + (R_2 + R_3)I_C}{(R_2 + R_3)}$$

$$I_B = \frac{10 + (1000 + 1000)(-0,1)}{(1000 + 0 1000)}$$

$$I_B = \frac{-190}{2000}$$

$$I_B = -0,095 \text{ A}$$

Assim temos:

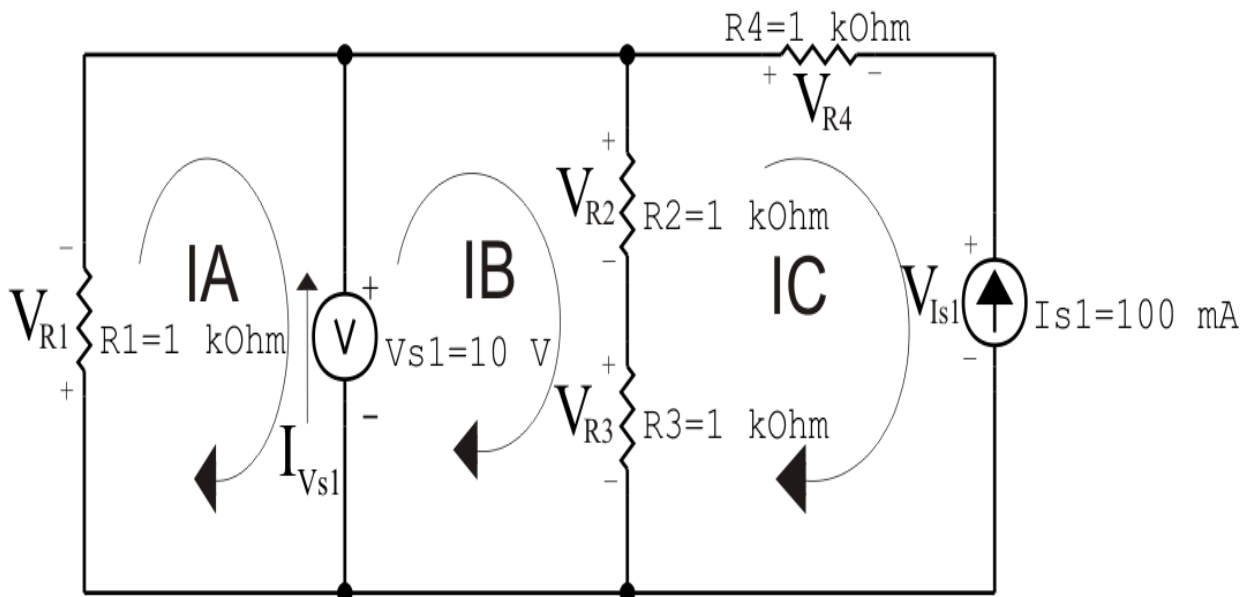
$$I_A = -0,01 \text{ A}$$

$$I_B = -0,095 \text{ A}$$

$$I_C = -0,1 \text{ A}$$

5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.

5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.



circ malha cc V I R 05

Figura 23: Circuito elétrico com as convenções de tensão/corrente nos ramos.

5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.

5.2.1 Na resistência R_1 :

$$I_{R1} = I_A \implies I_{R1} = -0,01 \text{ A}$$

$$V_{R1} = R_1 I_{R1} = (1000)(-0,01) \implies V_{R1} = -10 \text{ V}$$

$$P_{R1} = V_{R1} I_{R1} = (-10)(-0,01) \implies P_{R1} = 0,1 \text{ W}$$

5.2.2 Na resistência R_2 :

$$I_{R2} = (I_B - I_C) = (-0,095 - (-0,1)) \implies I_{R2} = 0,005 \text{ A}$$

$$V_{R2} = R_2 I_{R2} = (1000)(0,005) \implies V_{R2} = 5 \text{ V}$$

$$P_{R2} = V_{R2} I_{R2} = (5)(0,005) \implies P_{R2} = 0,025 \text{ W}$$

5.2.3 Na resistência R_3 :

$$I_{R3} = (I_B - I_C) = (-0,095 - (-0,1)) \implies I_{R3} = 0,005 \text{ A}$$

$$V_{R3} = R_3 I_{R3} = (1000)(0,005) \implies V_{R3} = 5 \text{ V}$$

$$P_{R3} = V_{R3} I_{R3} = (5)(0,005) \implies P_{R3} = 0,025 \text{ W}$$

5.2.4 Na resistência R_4 :

$$I_{R4} = I_C \implies I_{R4} = -0,1 \text{ A}$$

$$V_{R4} = R_4 I_{R4} = (1000)(-0,1) \implies V_{R4} = -100 \text{ V}$$

$$P_{R4} = V_{R4} I_{R4} = (-100)(-0,1) \implies P_{R4} = 10 \text{ W}$$

5.2.5 Na fonte de corrente I_{s1} :

$$I_{s1} \implies I_{s1} = 0,1 \text{ A}$$

$$V_{I_{s1}} = (V_{R3} + V_{R2} - V_{R4}) = (5 + 5 - (-100)) \implies V_{I_{s1}} = 110 \text{ V}$$

$$P_{I_{s1}} = -V_{I_{s1}} I_{s1} = -(110)(0,1) \implies P_{I_{s1}} = -11 \text{ W}$$

5.2.6 Na fonte de tensão V_{s1} :

$$V_{s1} = 10 \text{ V}$$

$$I_{V_{s1}} = (I_B - I_A) = (-0,095 - (-0,01)) \implies I_{V_{s1}} = -0,085 \text{ A}$$

$$P_{V_{s1}} = -V_{s1} I_{V_{s1}} = -(10)(-0,085) \implies P_{V_{s1}} = 0,85 \text{ W}$$

6 Verificação dos resultados

6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).

$$\sum P_F + \sum P_R = 0$$

$$(P_{V_{s1}} + P_{I_{s1}}) + (P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4}) = 0$$

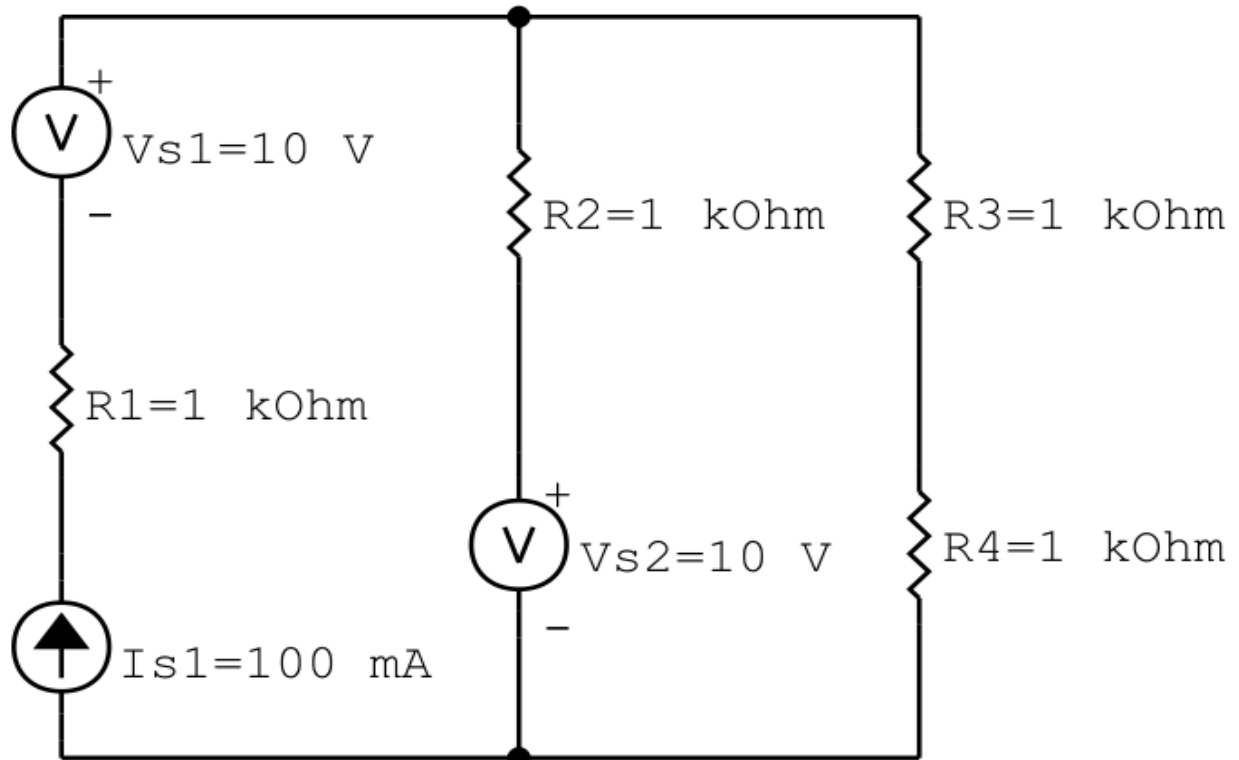
$$(-10,15) + (10,15) = 0$$

6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.

7 Retorno ao domínio do tempo.

7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.

Questão 2.6 : Calcule as potências nas fontes e nos resistores, utilizando análise de malha.



circ malha cc V I R 06

Figura 24: Circuito elétrico 2.6

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.

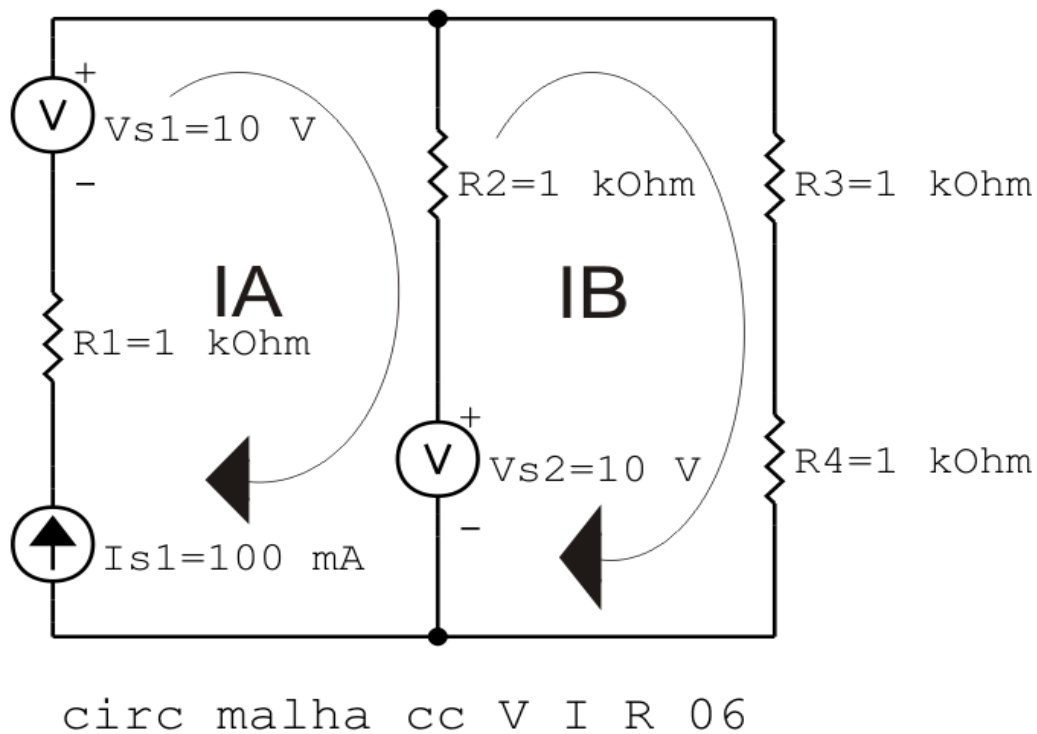


Figura 25: Circuito elétrico com as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 1 \text{ k}\Omega \quad R2 = 1 \text{ k}\Omega \quad R3 = 1 \text{ k}\Omega \quad R4 = 1 \text{ k}\Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

Não se aplica.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

Não se aplica.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

$$IA = Is1, \text{ como } Is1 = 100 \text{ mA, temos: } \implies IA = 100 \text{ mA}$$

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

Não se aplica.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

Não se aplica.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

Equação na Malha B :

$$R2(IB - IA) + R3IB + R4IB - Vs2 = 0$$

$$R_2 I_B - R_2 I_A + R_3 I_B + R_4 I_B = V_{s2}$$

$$(R_2 + R_3 + R_4) I_B = V_{s2} + R_2 I_A$$

$$I_B = \frac{V_{s2} + R_2 I_A}{(R_2 + R_3 + R_4)} \dots \dots \dots \text{Equação 1}$$

4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.

Substituindo V_{s1} , V_{s2} , I_A e os valores das resistências nas equações acima:

Na Equação 1:

$$I_B = \frac{V_{s2} + R_2 I_A}{(R_2 + R_3 + R_4)}$$

$$I_B = \frac{10 + (1000)(0,1)}{(1000 + 1000 + 1000)}$$

$$I_B = \frac{110}{3000}$$

$$I_B = 0,04 \text{ A}$$

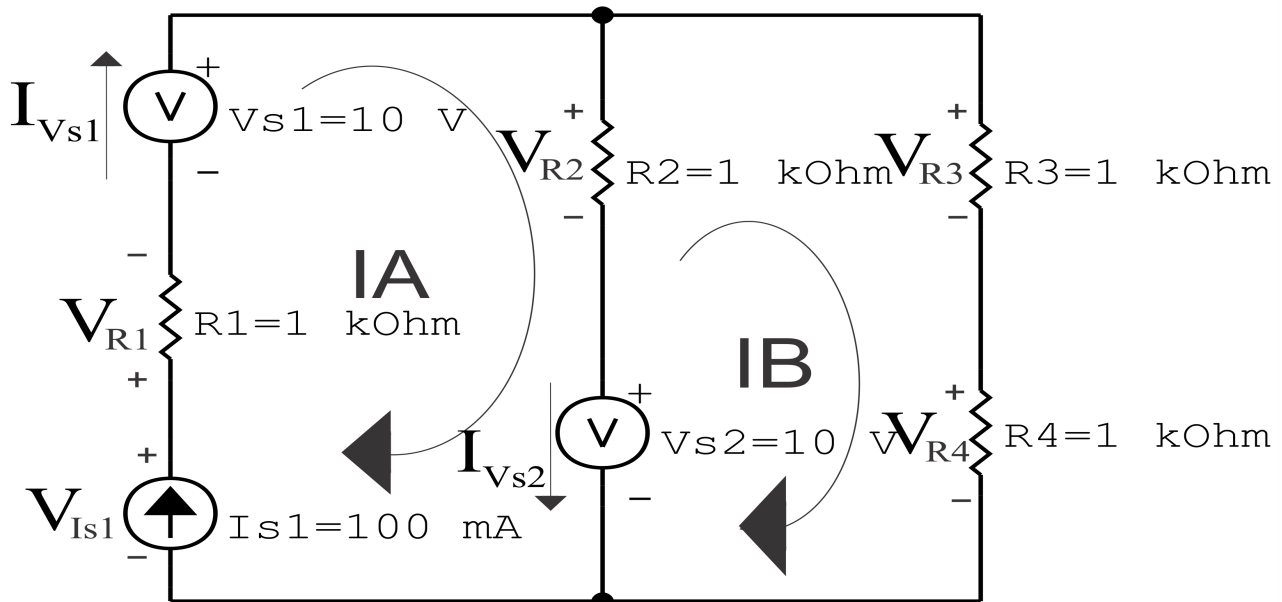
Assim temos:

$$I_A = 0,1 \text{ A}$$

$$I_B = 0,04 \text{ A}$$

5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.

5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.



circ malha cc V I R 06

Figura 26: Circuito elétrico com as convenções de tensão/corrente nos ramos.

5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.

5.2.1 Na resistência $R1$:

$$I_{R1} = IA \implies I_{R1} = 0,1 \text{ A}$$

$$V_{R1} = R1 I_{R1} = (1000)(0,1) \implies V_{R1} = 100 \text{ V}$$

$$P_{R1} = V_{R1} I_{R1} = (100)(0,1) \implies P_{R1} = 10 \text{ W}$$

5.2.2 Na resistência $R2$:

$$I_{R2} = (IA - IB) = (0,1 - (0,04)) \implies I_{R2} = 0,06 \text{ A}$$

$$V_{R2} = R2 I_{R2} = (1000)(0,06) \implies V_{R2} = 63,33 \text{ V}$$

$$P_{R2} = V_{R2} I_{R2} = (63,33)(0,06) \implies P_{R2} = 4,01 \text{ W}$$

5.2.3 Na resistência $R3$:

$$I_{R3} = IB \implies I_{R3} = 0,04 \text{ A}$$

$$V_{R3} = R3I_{R3} = (1000)(0,04) \implies V_{R3} = 36,67 \text{ V}$$

$$P_{R3} = V_{R3}I_{R3} = (36,67)(0,04) \implies P_{R3} = 1,34 \text{ W}$$

5.2.4 Na resistência $R4$:

$$I_{R4} = IC \implies I_{R4} = 0,04 \text{ A}$$

$$V_{R4} = R4I_{R4} = (1000)(0,04) \implies V_{R4} = 36,67 \text{ V}$$

$$P_{R4} = V_{R4}I_{R4} = (36,67)(0,04) \implies P_{R4} = 1,34 \text{ W}$$

5.2.5 Na fonte de corrente I_{s1} :

$$I_{s1} \implies I_{s1} = 0,1 \text{ A}$$

$$V_{I_{s1}} = (V_{R2} + V_{R1} - V_{s1} + V_{s2}) = (63,33 + 100 - 10 + 10) \implies V_{I_{s1}} = 163,33 \text{ V}$$

$$P_{I_{s1}} = -V_{I_{s1}}I_{s1} = -(163,33)(0,1) \implies P_{I_{s1}} = -16,33 \text{ W}$$

5.2.6 Na fonte de tensão V_{s1} :

$$V_{s1} = 10 \text{ V}$$

$$I_{V_{s1}} = IA \implies I_{V_{s1}} = 0,1 \text{ A}$$

$$P_{V_{s1}} = -V_{s1}I_{V_{s1}} = -(10)(0,1) \implies P_{V_{s1}} = -1 \text{ W}$$

5.2.7 Na fonte de tensão V_{s2} :

$$V_{s2} = 10 \text{ V}$$

$$I_{V_{s2}} = (IA - IB) = (0,1 - 0,04) \implies I_{V_{s2}} = 0,06 \text{ A}$$

$$P_{V_{s2}} = -V_{s2}I_{V_{s2}} = -(10)(0,06) \implies P_{V_{s2}} = 0,63 \text{ W}$$

6 Verificação dos resultados

6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).

$$\sum P_F + \sum P_R = 0$$

$$(P_{V_{s1}} + P_{V_{s2}} + P_{I_{s1}}) + (P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4}) = 0$$

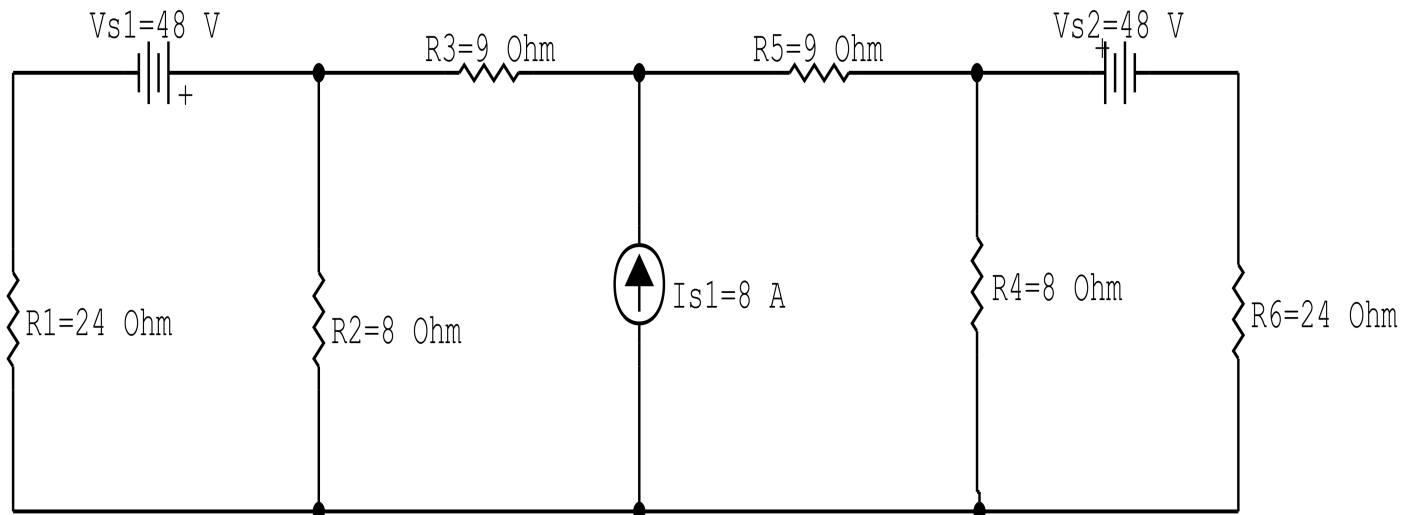
$$(-16,7) + (16,7) = 0$$

6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.

7 Retorno ao domínio do tempo.

7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.

Questão 2.7 : Calcule as potências nas fontes e nos resistores, utilizando análise de malha.



circ malha cc V I R 07

Figura 27: Circuito elétrico 2.7

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

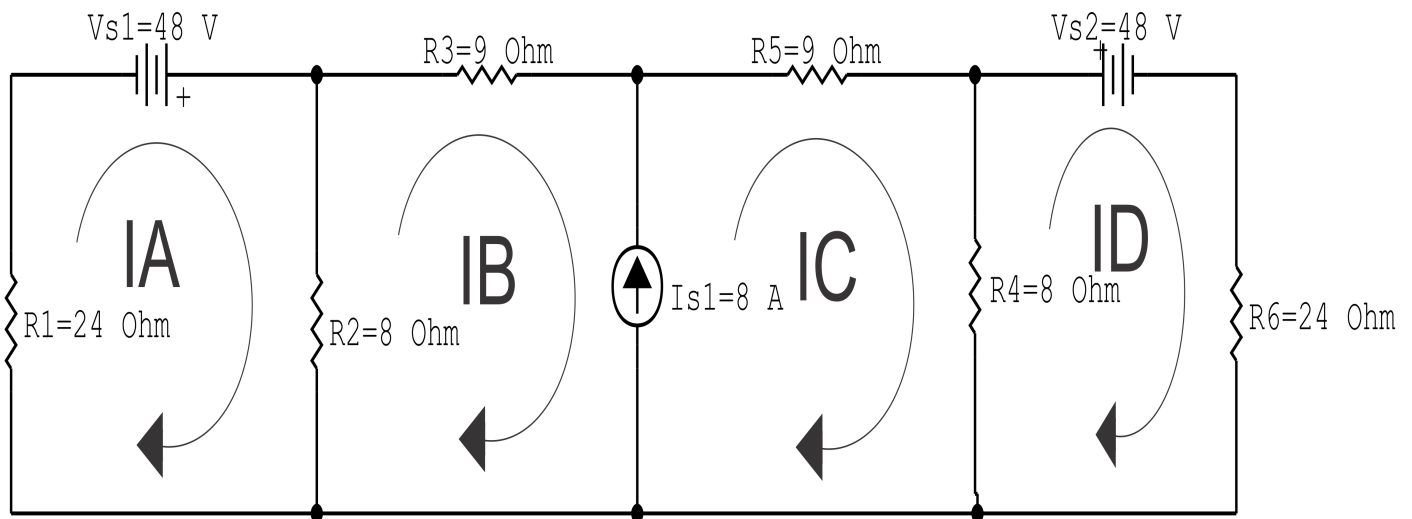
1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.



circ malha cc V I R 07

Figura 28: Circuito elétrico com as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 24\Omega \quad R2 = 8\Omega \quad R3 = 9\Omega \quad R4 = 8\Omega \quad R5 = 9\Omega \quad R6 = 24\text{k}\Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

Não se aplica.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

Não se aplica.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

Não se aplica.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte. Não se aplica.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

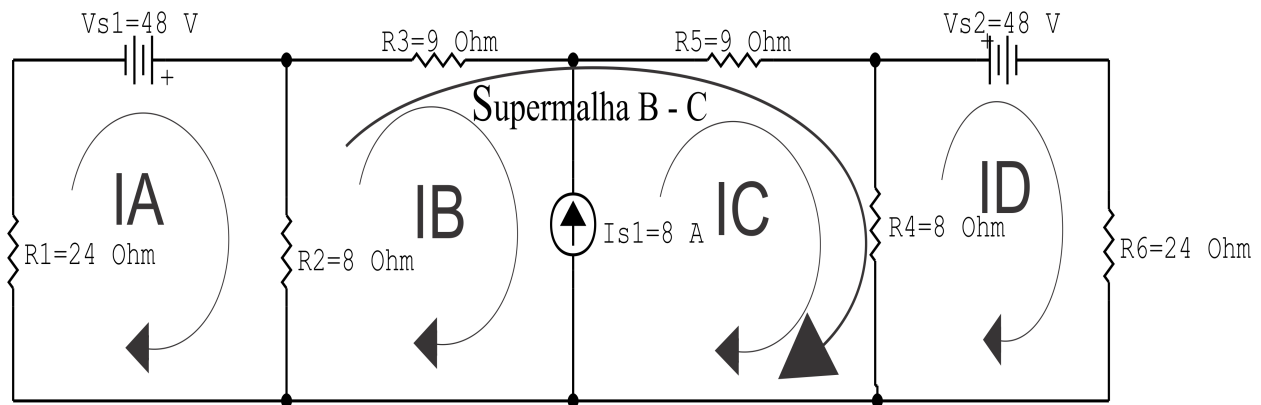
$$-IB + IC = Is1, \text{ e como } Is1 = 8\text{ A} \implies IC = 8 + IB.$$

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

Equação na Malha A :

$$R1IA - Vs1 + R2(IA - IB) = 0$$

$$R1IA + R2IA - R2IB = Vs1$$



circ malha cc V I R 07

Figura 29: Circuito elétrico com a Supermalha identificada.

$$(R1 + R2)IA - R2IB = Vs1 \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Equação na Supermalha B-C :

$$R2(IB - IA) + R3IB + R5IC + R4(IC - ID) = 0$$

$$R2IB - R2IA + R3IB + R5IC + R4IC - R4ID = 0$$

$$-R2IA + (R2 + R3)IB + (R4 + R5)IC - R4ID = 0 \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

Equação na Malha D :

$$R4(ID - IC) + Vs2 + R6ID = 0$$

$$R4ID - R4IC + R6ID = -Vs2$$

$$-R4IC + (R4 + R6)ID = -Vs2 \dots\dots\dots \text{Equação 3}$$

4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.

Substituindo $Vs1$, $Vs2$, IC e os valores das resistências nas equações acima:

Na Equação 1:

$$(R1 + R2)IA - R2IB = Vs1$$

$$(24 + 8)IA - (8)IB = 48$$

$$(32)IA - (8)IB = 48$$

Na Equação 2:

$$-R2IA + (R2 + R3)IB + (R4 + R5)IC - R4ID = 0$$

$$-(8)IA + (8 + 9)IB + (8 + 9)(8 + IB) - (8)ID = 0$$

$$-(8)IA + (8 + 9 + 8 + 9)IB - (8)ID = (8 + 9)8$$

$$-(8)IA + (34)IB - (8)ID = -136$$

Na Equação 3:

$$-R4IC + (R4 + R6)ID = -Vs2$$

$$-(8)(8 + IB) + (8 + 24)ID = -48$$

$$-(8)IB + (32)ID = -48 + 64$$

$$-(8)IB + (32)ID = 16$$

Aplicando o **Teorema de Cramer** nas equações abaixo:

$$(32)IA - (8)IB = 48$$

$$-(8)IA + (34)IB - (8)ID = -136$$

$$-(8)IB + (32)ID = 16$$

$$\begin{bmatrix} 32 & -8 & 0 \\ -8 & 34 & -8 \\ 0 & -8 & 32 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ ID \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 48 \\ -136 \\ 16 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 32 & -8 & 0 \\ -8 & 34 & -8 \\ 0 & -8 & 32 \end{vmatrix} = 34816 - 4096 = \Delta = 30720$$

$$\Delta_{IA} = \begin{vmatrix} 48 & -8 & 0 \\ -136 & 34 & -8 \\ 16 & -8 & 32 \end{vmatrix} = 53248 - 37888 = \Delta_{IA} = 15360$$

$$I_A = \frac{\Delta_{I_A}}{\Delta} = \frac{15\,360}{30\,720} \implies I_A = 0,5 \text{ A}$$

$$\Delta_{I_B} = \begin{vmatrix} 32 & -48 & 0 \\ -8 & -136 & -8 \\ 0 & 16 & 32 \end{vmatrix} = -139\,264 - (-16\,384) = \Delta_{I_B} = -122\,880$$

$$I_B = \frac{\Delta_{I_B}}{\Delta} = \frac{-122\,880}{30\,720} \implies I_B = -4 \text{ A}$$

$$\Delta_{I_D} = \begin{vmatrix} 32 & -8 & 48 \\ -8 & 34 & -136 \\ 0 & -8 & 16 \end{vmatrix} = 20\,480 - (35\,840) = \Delta_{I_D} = -15\,360$$

$$I_D = \frac{\Delta_{I_D}}{\Delta} = \frac{-15\,360}{30\,720} \implies I_D = -0,5 \text{ A}$$

Assim temos:

$$I_A = 0,5 \text{ A}$$

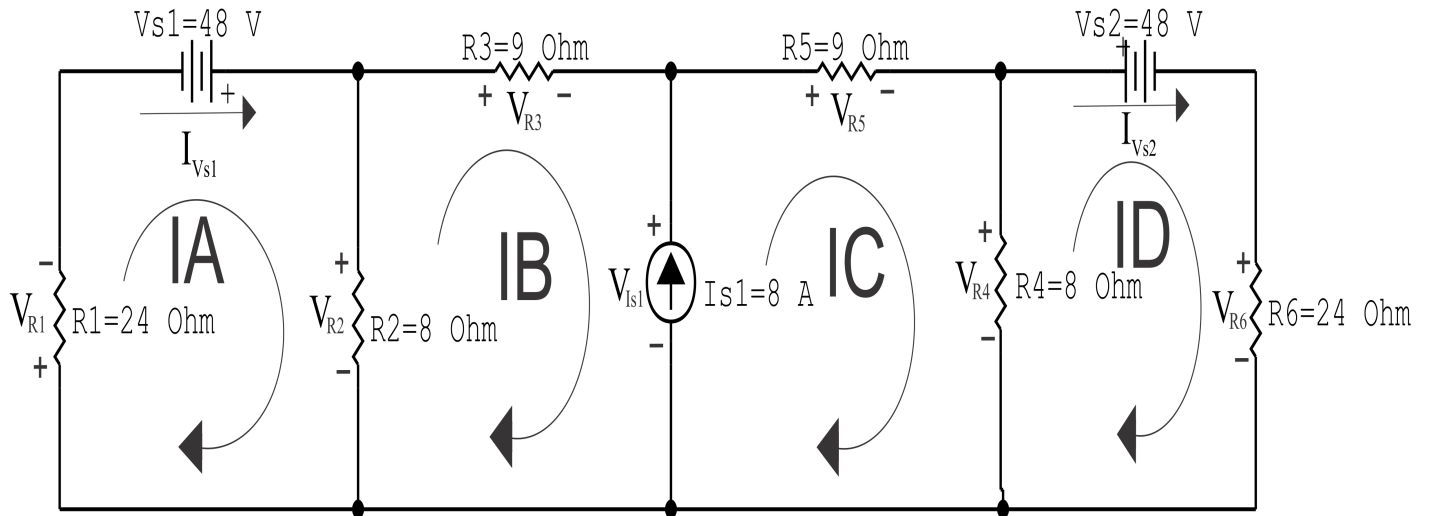
$$I_B = -4 \text{ A}$$

$$I_C = 4 \text{ A}$$

$$I_D = -0,5 \text{ A}$$

5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.

5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.



circ malha cc V I R 07

Figura 30: Circuito elétrico com as convenções de tensão/corrente nos ramos.

5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.

5.2.1 Na resistência $R1$:

$$I_{R1} = IA \implies I_{R1} = 0,5 \text{ A}$$

$$V_{R1} = R1I_{R1} = (24)(0,5) \implies V_{R1} = 12 \text{ V}$$

$$P_{R1} = V_{R1}I_{R1} = (12)(0,5) \implies P_{R1} = 6 \text{ W}$$

5.2.2 Na resistência $R2$:

$$I_{R2} = (IA - IB) = (0,5 - (-4)) \implies I_{R2} = 4,5 \text{ A}$$

$$V_{R2} = R2I_{R2} = (8)(4,5) \implies V_{R2} = 36 \text{ V}$$

$$P_{R2} = V_{R2}I_{R2} = (36)(4,5) \implies P_{R2} = 162 \text{ W}$$

5.2.3 Na resistência $R3$:

$$I_{R3} = IB \implies I_{R3} = -4 \text{ A}$$

$$V_{R3} = R3I_{R3} = (9)(-4) \implies V_{R3} = -36 \text{ V}$$

$$P_{R3} = V_{R3}I_{R3} = (-36)(-4) \implies P_{R3} = 144 \text{ W}$$

5.2.4 Na resistência $R4$:

$$I_{R4} = (IC - ID) = (4 - (-0,5)) \implies I_{R4} = 4,5 \text{ A}$$

$$V_{R4} = R4I_{R4} = (8)(4,5) \implies V_{R4} = 36 \text{ V}$$

$$P_{R4} = V_{R4}I_{R4} = (36)(4,5) \implies P_{R4} = 162 \text{ W}$$

5.2.5 Na resistência $R5$:

$$I_{R5} = IC \implies I_{R5} = 4 \text{ A}$$

$$V_{R5} = R5I_{R5} = (9)(4) \implies V_{R5} = 36 \text{ V}$$

$$P_{R5} = V_{R5}I_{R5} = (36)(4) \implies P_{R5} = 144 \text{ W}$$

5.2.6 Na resistência $R6$:

$$I_{R6} = ID \implies I_{R6} = -0,5 \text{ A}$$

$$V_{R6} = R6I_{R6} = (24)(-0,5) \implies V_{R6} = -12 \text{ kV}$$

$$P_{R6} = V_{R6}I_{R6} = (-12)(-0,5) \implies P_{R6} = 6 \text{ kW}$$

5.2.7 Na fonte de corrente I_{s1} :

$$I_{s1} \implies I_{s1} = 8 \text{ A}$$

$$V_{I_{s1}} = (V_{R4} + V_{R5}) = (36 + 36) \implies V_{I_{s1}} = 72 \text{ kV}$$

$$P_{I_{s1}} = -V_{I_{s1}}I_{s1} = -(72)(8) \implies P_{I_{s1}} = -576 \text{ kW}$$

5.2.8 Na fonte de tensão V_{s1} :

$$V_{s1} = 48 \text{ V}$$

$$I_{V_{s1}} = IA \implies I_{V_{s1}} = 0,5 \text{ A}$$

$$P_{V_{s1}} = -V_{s1}I_{V_{s1}} = -(48)(0,5) \implies P_{V_{s1}} = -24 \text{ W}$$

5.2.9 Na fonte de tensão V_{s2} :

$$V_{s2} = 48 \text{ V}$$

$$I_{V_{s2}} = ID \implies I_{V_{s2}} = -0,5 \text{ A}$$

$$P_{V_{s2}} = -V_{s2}I_{V_{s2}} = -(48)(-0,5) \implies P_{V_{s2}} = -24 \text{ W}$$

6 Verificação dos resultados

6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).

$$\sum P_F + \sum P_R = 0$$

$$(P_{V_{s1}} + P_{V_{s2}} + P_{I_{s1}}) + (P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} + P_{R5} + P_{R6}) = 0$$

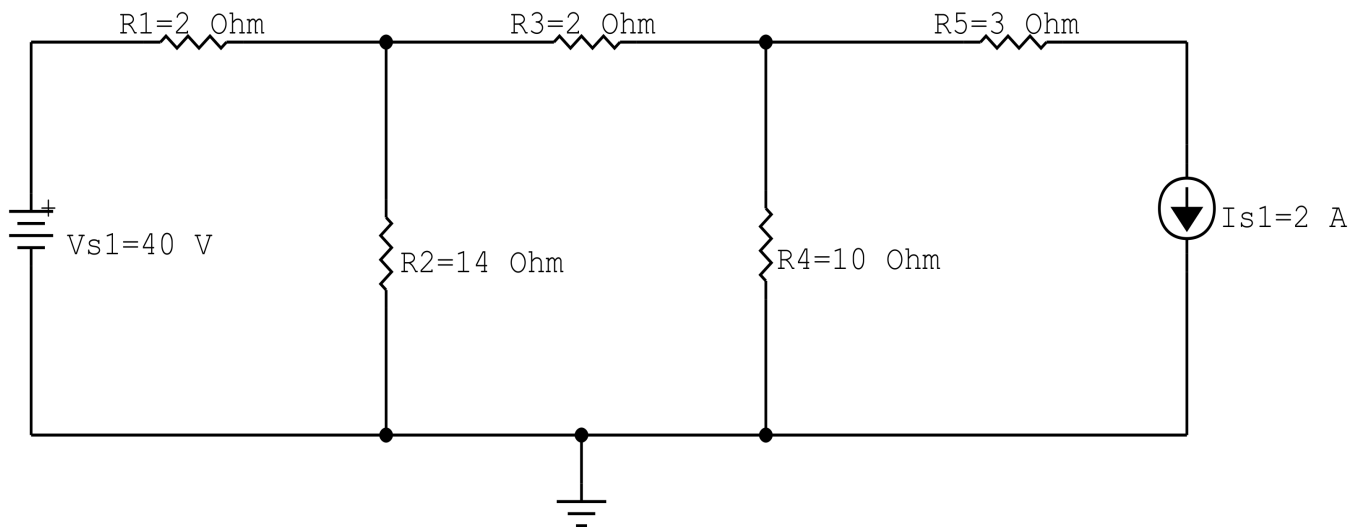
$$(-624) + (624) = 0$$

6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.

7 Retorno ao domínio do tempo.

7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.

Questão 2.8 : Calcule as potências nas fontes e nos resistores, utilizando análise de malha.



circ malha cc V I R 08

Figura 31: Circuito elétrico 2.8

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

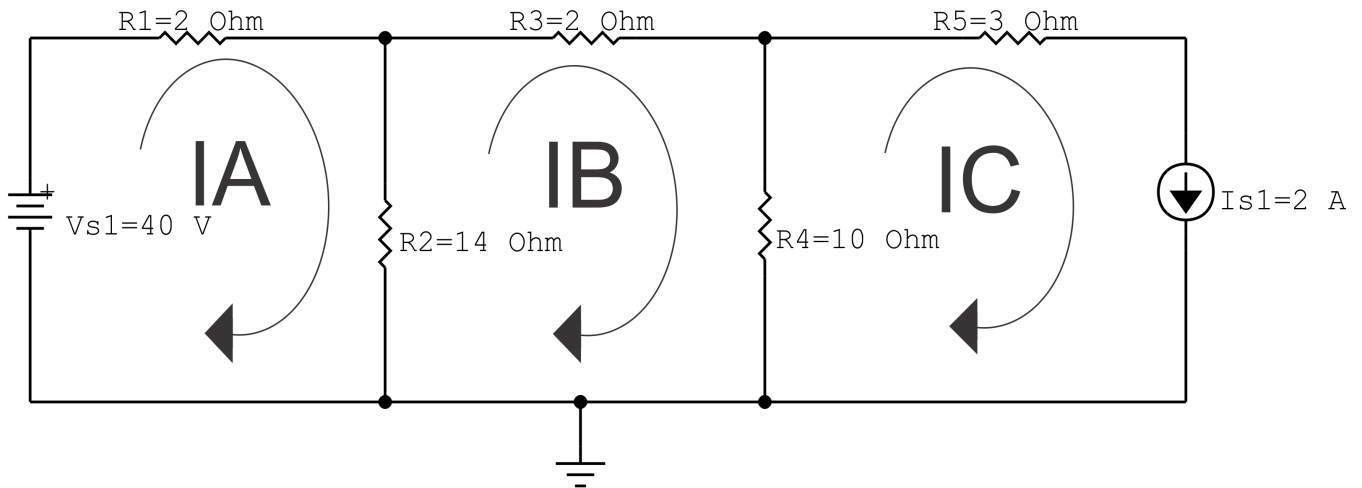
1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.



circ malha cc V I R 08

Figura 32: Circuito elétrico com as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 2 \Omega \quad R2 = 14 \Omega \quad R3 = 2 \Omega \quad R4 = 10 \Omega \quad R5 = 3 \Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

Não se aplica.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

Não se aplica.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

$$IC = Is1, \text{ como } Is1 = 3 \text{ A, temos: } \implies IC = 3 \text{ A}$$

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

Não se aplica.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

Não se aplica.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

Equação na Malha A :

$$-Vs1 + R1IA + R2(IA - IB) = 0$$

$$R1IA + R2IA - R2IB = Vs1$$

$$(R1 + R2)IA - R2IB = Vs1 \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Equação na Malha B :

$$R2(IB - IA) + R3IB + R4(IB - IC) = 0$$

$$R2IB - R2IA + R3IB + R4IB - R4IC = 0$$

$$-R2IA + (R2 + R3 + R4)IB = R4IC \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.

Substituindo $Vs1$, IC e os valores das resistências nas equações acima:

Na Equação 1:

$$(R1 + R2)IA - R2IB = Vs1$$

$$(2 + 14)IA - (20)IB = 40$$

$$(16)IA - (14)IB = 40$$

Na Equação 2:

$$-R2IA + (R2 + R3 + R4)IB = R4IC$$

$$-(14)IA + (14 + 2 + 10)IB = 102$$

$$-(14)IA + (26)IB = 20$$

EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS

$$(16)IA - (14)IB = 40$$

$$-(14)IA + (26)IB = 20$$

Mostrado a seguir na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 16 & -14 \\ -14 & 26 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IB \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 40 \\ 20 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 16 & -14 \\ -14 & 26 \end{vmatrix} = 416 - 196 = \Delta = 220$$

$$\Delta_{IA} = \begin{vmatrix} 40 & -14 \\ 20 & 26 \end{vmatrix} = -1040 - (-280) = \Delta_{IA} = 1320$$

$$IA = \frac{\Delta_{IA}}{\Delta} = \frac{1320}{220} \Rightarrow IA = 6 \text{ A}$$

$$\Delta_{IB} = \begin{vmatrix} 16 & 40 \\ -14 & 20 \end{vmatrix} = 320 - -560 = \Delta_{IB} = 880$$

$$IB = \frac{\Delta_{IB}}{\Delta} = \frac{880}{220} \Rightarrow IB = 4 \text{ A}$$

Assim temos:

$$IA = 6 \text{ A}$$

$$IB = 4 \text{ A}$$

$$IC = 3 \text{ A}$$

5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.

5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.

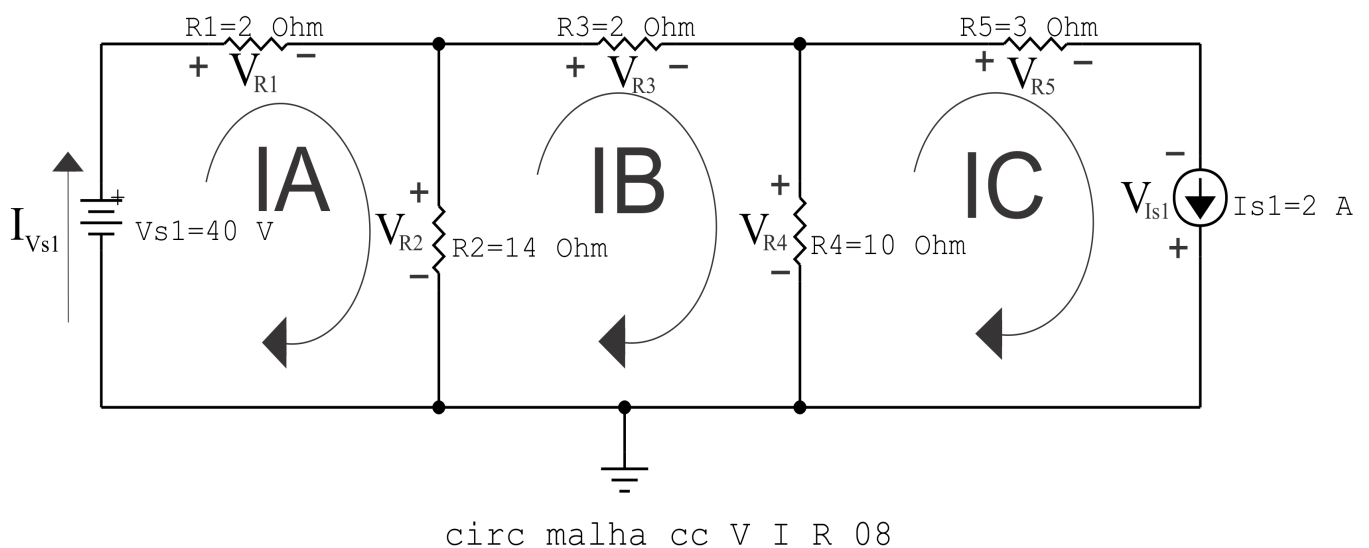


Figura 33: Circuito elétrico com as convenções de tensão/corrente nos ramos.

5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.

5.2.1 Na resistência R_1 :

$$I_{R1} = IA \implies I_{R1} = 6 \text{ A}$$

$$V_{R1} = R_1 I_{R1} = (2)(6) \implies V_{R1} = 12 \text{ V}$$

$$P_{R1} = V_{R1} I_{R1} = (12)(6) \implies P_{R1} = 72 \text{ W}$$

5.2.2 Na resistência R_2 :

$$I_{R2} = (IA - IB) = (6 - (4)) \implies I_{R2} = 2 \text{ A}$$

$$V_{R2} = R_2 I_{R2} = (14)(2) \implies V_{R2} = 28 \text{ V}$$

$$P_{R2} = V_{R2} I_{R2} = (28)(2) \implies P_{R2} = 56 \text{ W}$$

5.2.3 Na resistência R_3 :

$$I_{R3} = IB \implies I_{R3} = 4 \text{ A}$$

$$V_{R3} = R_3 I_{R3} = (2)(4) \implies V_{R3} = 8 \text{ V}$$

$$P_{R3} = V_{R3} I_{R3} = (8)(4) \implies P_{R3} = 32 \text{ W}$$

5.2.4 Na resistência R_4 :

$$I_{R4} = (IB - IC) = (4 - (2)) \implies I_{R4} = 2 \text{ A}$$

$$V_{R4} = R_4 I_{R4} = (10)(2) \implies V_{R4} = 20 \text{ V}$$

$$P_{R4} = V_{R4} I_{R4} = (20)(2) \implies P_{R4} = 40 \text{ W}$$

5.2.5 Na resistência R_5 :

$$I_{R5} = IC \implies I_{R5} = 2 \text{ A}$$

$$V_{R5} = R_5 I_{R5} = (3)(2) \implies V_{R5} = 6 \text{ V}$$

$$P_{R5} = V_{R5} I_{R5} = (6)(2) \implies P_{R5} = 12 \text{ W}$$

5.2.6 Na fonte de corrente I_{s1} :

$$I_{s1} \implies I_{s1} = 2 \text{ A}$$

$$V_{I_{s1}} = -(V_{R4} - V_{R5}) = -(20 - 6) \implies V_{I_{s1}} = -14 \text{ kV}$$

$$P_{I_{s1}} = -V_{I_{s1}} I_{s1} = -(-14)(2) \implies P_{I_{s1}} = 28 \text{ kW}$$

5.2.7 Na fonte de tensão V_{s1} :

$$V_{s1} = 40 \text{ V}$$

$$I_{V_{s1}} = IA \implies I_{V_{s1}} = 6 \text{ A}$$

$$P_{V_{s1}} = -V_{s1} I_{V_{s1}} = -(40)(6) \implies P_{V_{s1}} = -240 \text{ W}$$

6 Verificação dos resultados

6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).

$$\sum P_F + \sum P_R = 0$$

$$(P_{V_{s1}} + P_{I_{s1}}) + (P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} + P_{R5}) = 0$$

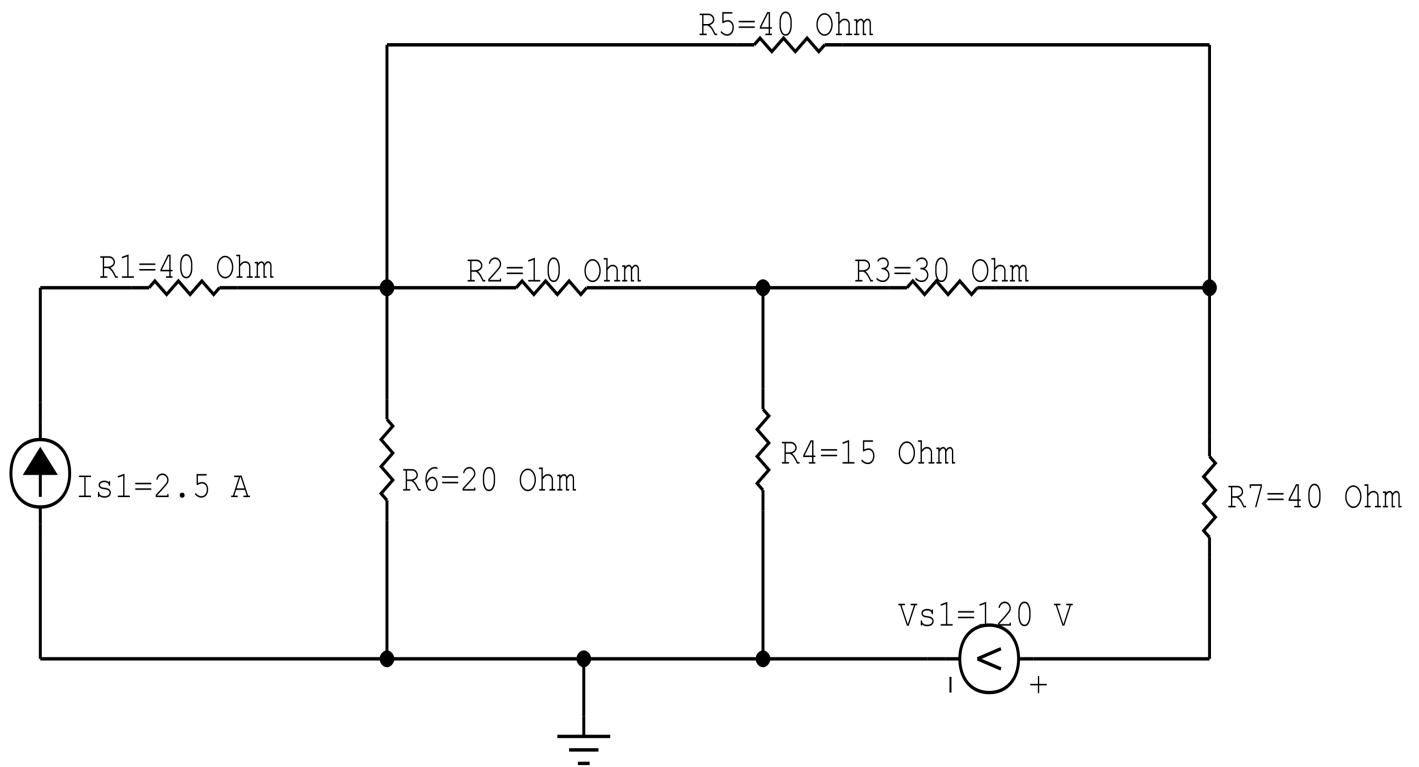
$$(-212) + (212) = 0$$

6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.

7 Retorno ao domínio do tempo.

7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.

Questão 2.9 : Calcule as potências nas fontes e nos resistores, utilizando análise de malha.



circ malha cc V I R 09

Figura 34: Circuito elétrico 2.9

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

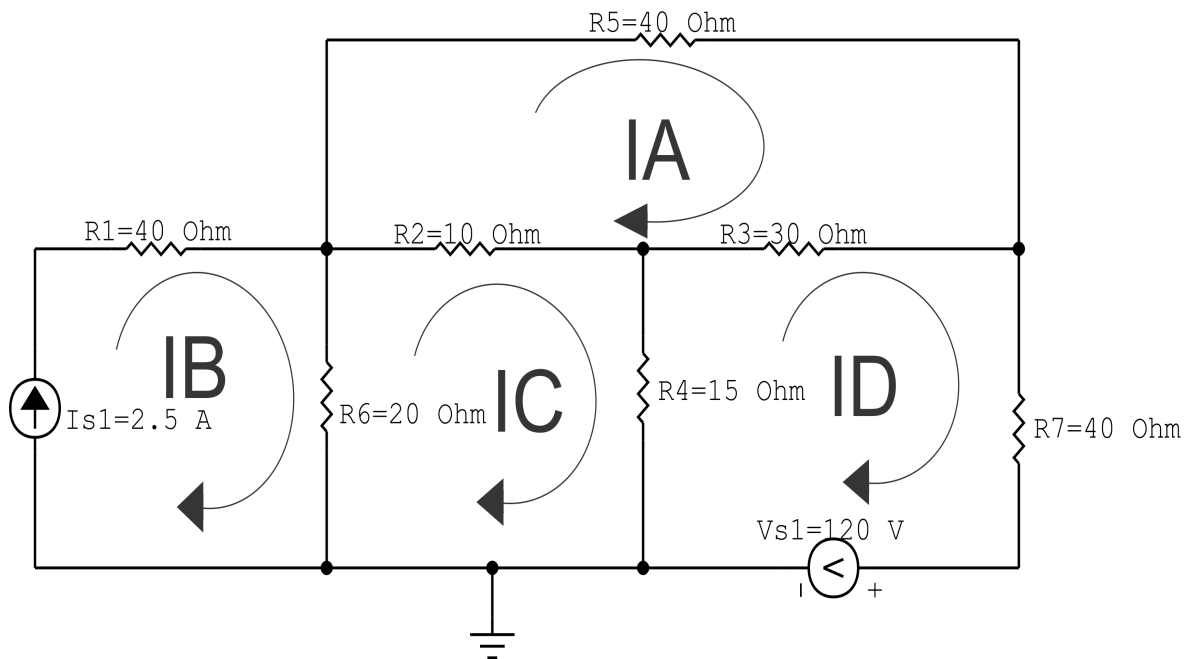
1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.



circ malha cc V I R 09

Figura 35: Circuito elétrico com as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$\begin{aligned} R1 &= 40 \Omega & R2 &= 10 \Omega & R3 &= 30 \Omega & R4 &= 15 \Omega & R5 &= 40 \Omega \\ R6 &= 20 \Omega & R7 &= 40 \Omega & & & & & & \end{aligned}$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

Não se aplica.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

Não se aplica.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

$$IB = Is1, \text{ como } Is1 = 2,5 \text{ A, temos: } \implies IC = 2,5 \text{ A}$$

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

Não se aplica.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

Não se aplica.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

Equação na Malha A :

$$R5IA + R3(IA - ID) + R2(IA - IC) = 0$$

$$R5IA + R3IA - R3ID + R2IA - R2IC = 0$$

$$(R5 + R3 + R2)IA - R2IC - R3ID = 0 \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Equação na Malha C :

$$R6(IC - IB) + R2(IC - IA) + R4(IC - ID) = 0$$

$$R6IC - R6IB + R2IC - R2IA + R4IC - R4ID = 0$$

$$-R2IA + (R6 + R2 + R4)IC - R4ID = R6IB \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

Equação na Malha D :

$$R4(ID - IC) + R3(ID - IA) + R7ID + Vs1 = 0$$

$$R4ID - R4IC + R3ID - R3IA + R7ID = -Vs1$$

$$-R3IA - R4IC + (R4 + R3 + R7)ID = -Vs1 \dots\dots\dots \text{Equação 3}$$

4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.

Substituindo $Vs1$, IB e os valores das resistências nas equações acima:

Na Equação 1:

$$(R5 + R3 + R2)IA - R2IC - R3ID = 0$$

$$(40 + 30 + 10)IA - (10)IC - (30)ID = 0$$

$$(80)IA - (10)IC - (30)ID = 0$$

Na Equação 2:

$$-R2IA + (R6 + R2 + R4)IC - R4ID = R6IB$$

$$-(10)IA + (20 + 10 + 15)IC - (15)ID = (20)(2,5)$$

$$-(10)IA + (45)IC - (15)ID = 50$$

Na Equação 3:

$$-R_3IA - R_4IC + (R_4 + R_3 + R_7)ID = -V_{s1}$$

$$-(30)IA - (15)IC + (15 + 30 + 40)ID = (-120)$$

$$-(30)IA - (15)IB + (85)ID = -120$$

Aplicando o **Teorema de Cramer** nas equações abaixo:

$$(80)IA - (10)IC - (30)ID = 0$$

$$-(10)IA + (45)IC - (15)ID = 50$$

$$-(30)IA - (15)IB + (85)ID = -120$$

$$\begin{bmatrix} 80 & -10 & -30 \\ -10 & 45 & -15 \\ -30 & -15 & 85 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IC \\ ID \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 50 \\ -120 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 80 & -10 & -30 \\ -10 & 45 & -15 \\ -30 & -15 & 85 \end{vmatrix} = 297\,000 - 67\,000 = \Delta = 230\,000$$

$$\Delta_{IA} = \begin{vmatrix} 0 & -10 & -30 \\ 50 & 45 & -15 \\ -120 & -15 & 85 \end{vmatrix} = 4500 - 119\,500 = \Delta_{IA} = -115\,000$$

$$IA = \frac{\Delta_{IA}}{\Delta} = \frac{-115\,000}{230\,000} \Rightarrow IA = -0,5\text{ A}$$

$$\Delta_{IC} = \begin{vmatrix} 80 & 0 & -30 \\ -10 & 50 & -15 \\ -30 & -120 & 85 \end{vmatrix} = 304\,000 - 189\,000 = \Delta_{IC} = 115\,000$$

$$IC = \frac{\Delta_{IC}}{\Delta} = \frac{115\,000}{230\,000} \Rightarrow IC = 0,5\text{ A}$$

$$\Delta_{ID} = \begin{vmatrix} 80 & -10 & 0 \\ -10 & 45 & 50 \\ -30 & -15 & -120 \end{vmatrix} = -417\,000 - (-72\,000) = \Delta_{ID} = -345\,000$$

$$ID = \frac{\Delta_{ID}}{\Delta} = \frac{-345\,000}{230\,000} \Rightarrow ID = -1,5 \text{ A}$$

Assim temos:

$$IA = -0,5 \text{ A}$$

$$IB = 2,5 \text{ A}$$

$$IC = 0,5 \text{ A}$$

$$ID = -1,5 \text{ A}$$

5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.

5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.

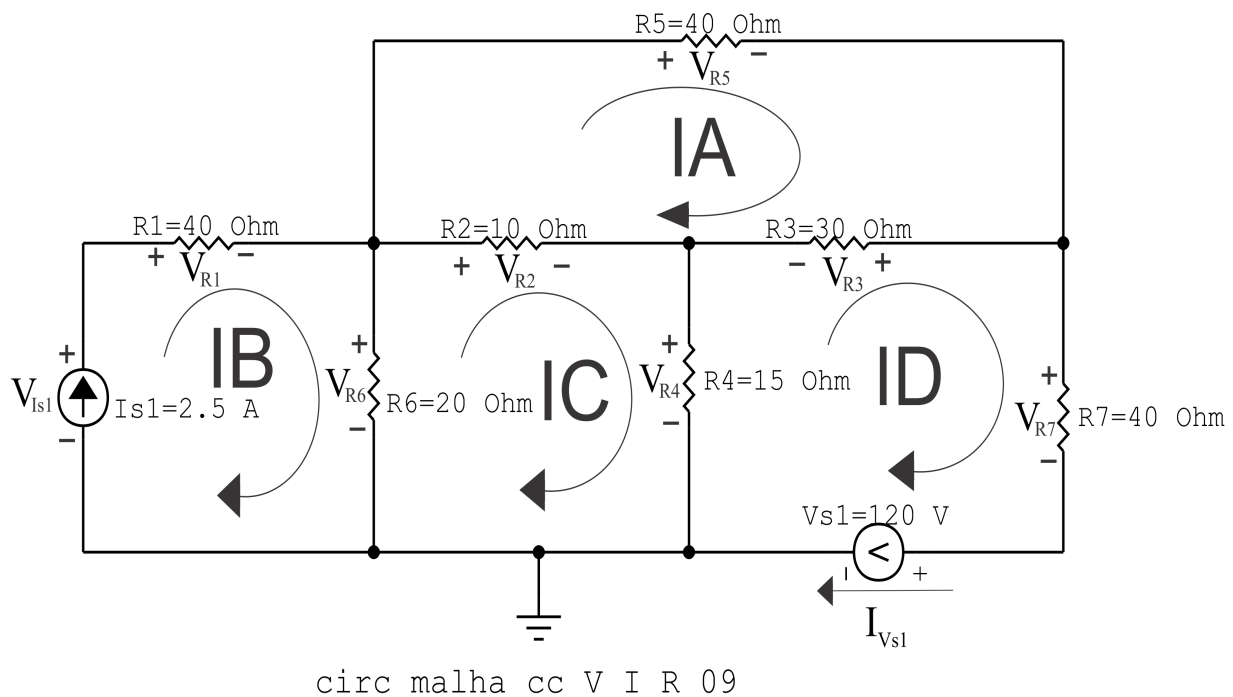


Figura 36: Circuito elétrico com as convenções de tensão/corrente nos ramos.

5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.

5.2.1 Na resistência R_1 :

$$I_{R1} = IB \implies I_{R1} = 2,5 \text{ A}$$

$$V_{R1} = R_1 I_{R1} = (40)(2,5) \implies V_{R1} = 100 \text{ V}$$

$$P_{R1} = V_{R1} I_{R1} = (100)(2,5) \implies P_{R1} = 250 \text{ W}$$

5.2.2 Na resistência R_2 :

$$I_{R2} = (IC - IA) = (0,5 - (-0,5)) \implies I_{R2} = 1 \text{ A}$$

$$V_{R2} = R_2 I_{R2} = (10)(1) \implies V_{R2} = 10 \text{ V}$$

$$P_{R2} = V_{R2} I_{R2} = (10)(1) \implies P_{R2} = 10 \text{ W}$$

5.2.3 Na resistência R_3 :

$$I_{R3} = (IA - ID) = (-0,5 - (-1,5)) \implies I_{R3} = 1 \text{ A}$$

$$V_{R3} = R_3 I_{R3} = (30)(1) \implies V_{R3} = 30 \text{ V}$$

$$P_{R3} = V_{R3} I_{R3} = (30)(1) \implies P_{R3} = 30 \text{ W}$$

5.2.4 Na resistência R_4 :

$$I_{R4} = (IC - ID) = (0,5 - (-1,5)) \implies I_{R4} = 2 \text{ A}$$

$$V_{R4} = R_4 I_{R4} = (15)(2) \implies V_{R4} = 30 \text{ V}$$

$$P_{R4} = V_{R4} I_{R4} = (30)(2) \implies P_{R4} = 60 \text{ W}$$

5.2.5 Na resistência R_5 :

$$I_{R5} = IA \implies I_{R5} = -0,5 \text{ A}$$

$$V_{R5} = R_5 I_{R5} = (40)(-0,5) \implies V_{R5} = -20 \text{ V}$$

$$P_{R5} = V_{R5} I_{R5} = (-20)(-0,5) \implies P_{R5} = 10 \text{ W}$$

5.2.6 Na resistência R_6 :

$$I_{R6} = (IB - IC) = (2,5 - (0,5)) \implies I_{R6} = 2 \text{ A}$$

$$V_{R6} = R_6 I_{R6} = (20)(2) \implies V_{R6} = 40 \text{ V}$$

$$P_{R6} = V_{R6} I_{R6} = (40)(2) \implies P_{R6} = 80 \text{ W}$$

5.2.7 Na resistência $R7$:

$$I_{R7} = ID \implies I_{R7} = -1,5 \text{ A}$$

$$V_{R7} = R7I_{R7} = (40)(-1,5) \implies V_{R7} = -60 \text{ V}$$

$$P_{R7} = V_{R7}I_{R7} = (-60)(-1,5) \implies P_{R7} = 90 \text{ W}$$

5.2.8 Na fonte de corrente I_{s1} :

$$I_{s1} \implies I_{s1} = 2,5 \text{ A}$$

$$V_{I_{s1}} = (V_{R1} + V_{R6}) = (100 + 40) \implies V_{I_{s1}} = 140 \text{ V}$$

$$P_{I_{s1}} = -V_{I_{s1}}I_{s1} = -(140)(2,5) \implies P_{I_{s1}} = -350 \text{ W}$$

5.2.9 Na fonte de tensão V_{s1} :

$$V_{s1} = 120 \text{ V}$$

$$I_{V_{s1}} = -ID \implies I_{V_{s1}} = 1,5 \text{ A}$$

$$P_{V_{s1}} = -V_{s1}I_{V_{s1}} = -(120)(1,5) \implies P_{V_{s1}} = -180 \text{ W}$$

6 Verificação dos resultados

6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).

$$\sum P_F + \sum P_R = 0$$

$$(P_{V_{s1}} + P_{I_{s1}}) + (P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} + P_{R5} + P_{R6} + P_{R7}) = 0$$

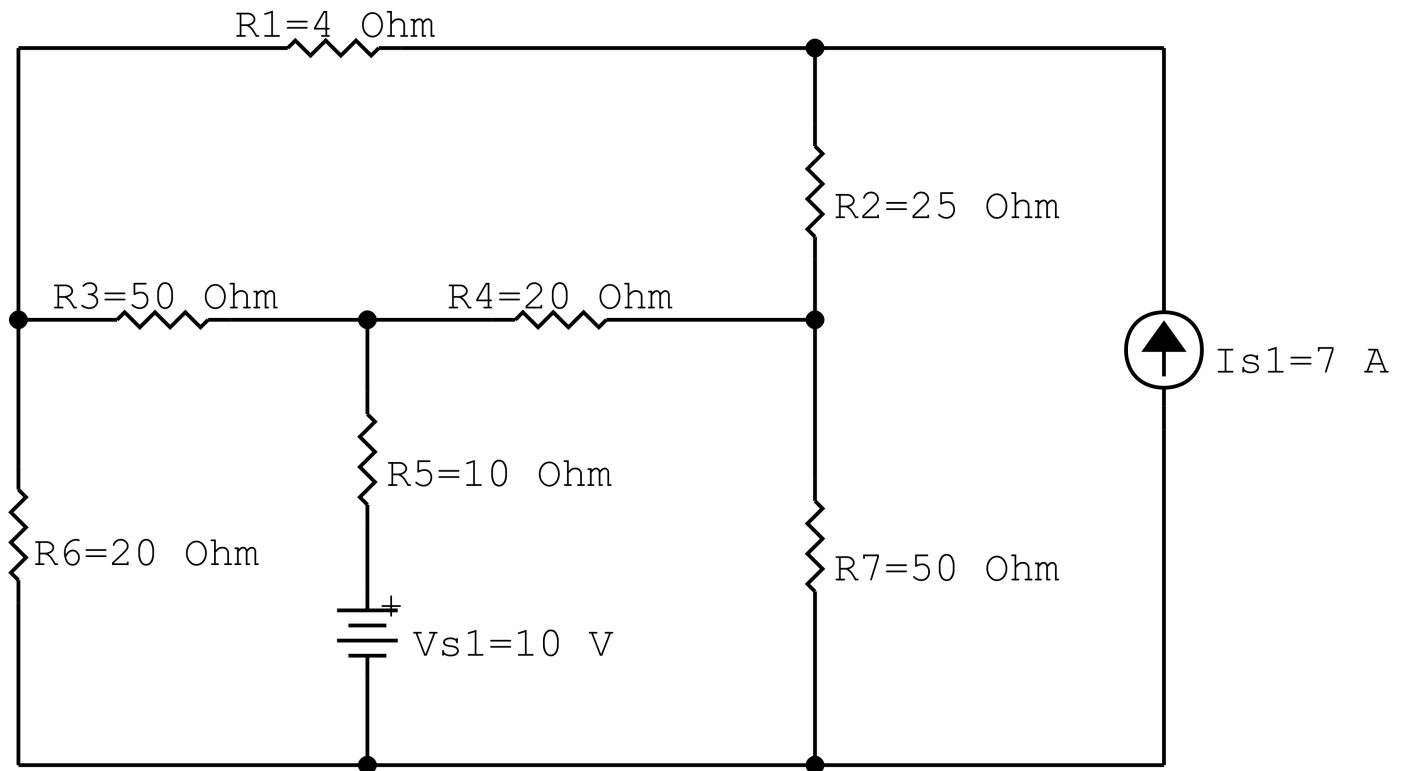
$$(-530) + (530) = 0$$

6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.

7 Retorno ao domínio do tempo.

7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.

Questão 2.10 : Calcule as potências nas fontes e nos resistores, utilizando análise de malha.



circ malha cc V I R 10

Figura 37: Circuito elétrico 2.10

Aplicando o Roteiro de Análise de Malha

1 Identificar o Circuito

- 1.1 Se o circuito apresentar fontes de corrente alternada e estiver no domínio do tempo, aplicar a transformada fasorial para os elementos do circuito.

2 Identificar as malhas.

2.1 Identificar as malhas.

2.2 Definir as correntes fictícias das malhas no sentido horário.

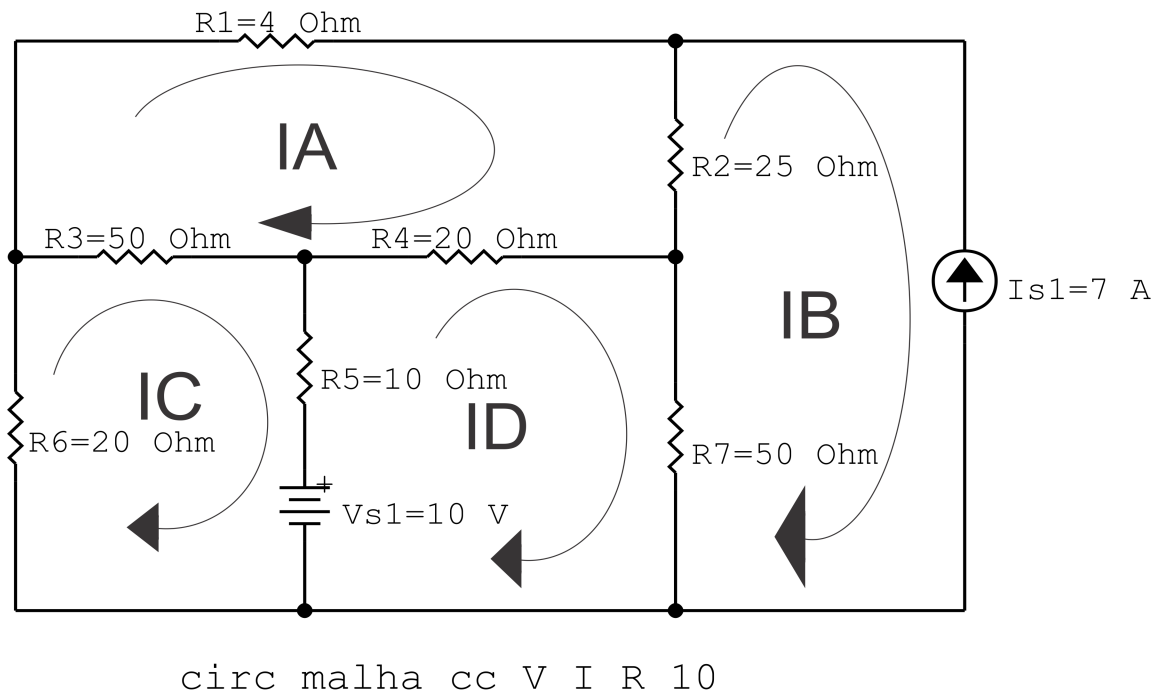


Figura 38: Circuito elétrico com as malhas identificadas

3 Obter as Equações Simultâneas

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

***Ao se aplicar a LKT na supermalha, deve se utilizar a corrente fictícia da malha em que o ramo está diretamente envolvido.**

****Considerar que o terminal de um elemento passivo onde a corrente fictícia da malha estiver entrando, possui potencial mais elevado.**

3.1 Definir as impedâncias e admitâncias do circuito.

$$R1 = 4 \Omega \quad R2 = 25 \Omega \quad R3 = 50 \Omega \quad R4 = 20 \Omega \quad R5 = 10 \Omega$$
$$R6 = 20 \Omega \quad R7 = 50 \Omega$$

3.2 Se todas as fontes são de tensão e independentes: obter as equações por simples inspeção.

Não se aplica.

3.3 Se possui fontes dependentes: estabelecer seu valor em função das correntes fictícias das malhas.

Não se aplica.

3.4 Se possuir fontes de corrente:

3.4.1 Se há fonte de corrente nos ramos externos do circuito.

3.4.1.1 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

$$IB = Is1, \text{ como } Is1 = 7 \text{ A, temos: } \implies IC = 7 \text{ A}$$

3.4.2 Se há fonte de corrente nos ramos internos do circuito.

3.4.2.1 Identificar a Supermalha.

Não se aplica.

3.4.2.2 Estabelecer a LKC em um dos nós por onde flui a corrente desta fonte.

Não se aplica.

3.5 Estabelecer as equações LKT para as malhas e/ou supermalhas.

Equação na Malha A :

$$R_1 I_A + R_2 (I_A - I_B) + R_4 (I_A - I_D) + R_3 (I_A - I_C) = 0$$

$$R_1 I_A + R_2 I_A - R_2 I_B + R_4 I_A - R_4 I_D + R_3 I_A - R_3 I_C = 0$$

$$(R_1 + R_2 + R_4 + R_3) I_A - R_3 I_C - R_4 I_D = R_2 I_B \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Equação na Malha C :

$$R_3 (I_C - I_A) + R_5 (I_C - I_D) + V_{s1} + R_6 I_C = 0$$

$$R_3 I_C - R_3 I_A + R_5 I_C - R_5 I_D + R_6 I_C = -V_{s1}$$

$$-R_3 I_A + (R_3 + R_5 + R_6) I_C - R_5 I_D = -V_{s1} \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

Equação na Malha D :

$$R_4 (I_D - I_A) + R_7 (I_D - I_B) - V_{s1} + R_5 (I_D - I_C) = 0$$

$$R_4 I_D - R_4 I_A + R_7 I_D - R_7 I_B + R_5 I_D - R_5 I_C = V_{s1}$$

$$-R_4 I_A - R_5 I_C + (R_4 + R_7 + R_5) I_D = V_{s1} + R_7 I_B \dots\dots\dots \text{Equação 3}$$

4 Resolver as equações simultâneas para obter as correntes fictícias das malhas.

Substituindo V_{s1} , I_B e os valores das resistências nas equações acima:

Na Equação 1:

$$(R_1 + R_2 + R_4 + R_3) I_A - R_3 I_C - R_4 I_D = R_2 I_B$$

$$(4 + 25 + 20 + 50) I_A - (50) I_C - (20) I_D = (25)(-7)$$

$$(99) I_A - (50) I_C - (20) I_D = -175$$

Na Equação 2:

$$-R_3 I_A + (R_3 + R_5 + R_6) I_C - R_5 I_D = -V_{s1}$$

$$-(50)IA + (50 + 10 + 20)IC - (10)ID = -10$$

$$-(50)IA + (80)IC - (10)ID = -10$$

Na Equação 3:

$$-R_4IA - R_5IC + (R_4 + R_7 + R_5)ID = Vs1 + R_7IB$$

$$-(20)IA - (10)IC + (20 + 50 + 10)ID = (10) + (50)(7)$$

$$-(20)IA - (10)IB + (80)ID = -340$$

Aplicando o **Teorema de Cramer** nas equações abaixo:

$$(99)IA - (50)IC - (20)ID = -175$$

$$-(50)IA + (80)IC - (10)ID = -10$$

$$-(20)IA - (10)IB + (80)ID = -340$$

$$\begin{bmatrix} 99 & -50 & -20 \\ -50 & 80 & -10 \\ -20 & -10 & 80 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} IA \\ IC \\ ID \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -175 \\ -10 \\ -340 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 99 & -50 & -20 \\ -50 & 80 & -10 \\ -20 & -10 & 80 \end{vmatrix} = 613\,600 - 241\,900 = \Delta = 371\,700$$

$$\Delta_{IA} = \begin{vmatrix} -175 & -50 & -20 \\ -10 & 80 & -10 \\ -340 & -10 & 80 \end{vmatrix} = -1\,292\,000 - 566\,500 = \Delta_{IA} = -1\,858\,500$$

$$IA = \frac{\Delta_{IA}}{\Delta} = \frac{-1\,858\,500}{371\,700} \Rightarrow IA = -5\text{ A}$$

$$\Delta_{IC} = \begin{vmatrix} 99 & -175 & -20 \\ -50 & -10 & -10 \\ -20 & -340 & 80 \end{vmatrix} = -454\,200 - 1\,032\,600 = \Delta_{IC} = -1\,486\,800$$

$$IC = \frac{\Delta_{IC}}{\Delta} = \frac{-1\,486\,800}{371\,700} \Rightarrow IC = -4\text{ A}$$

$$\Delta_{ID} = \begin{vmatrix} 99 & -50 & -175 \\ -50 & 80 & -10 \\ -20 & -10 & -340 \end{vmatrix} = -2\,790\,300 - (-560\,100) = \Delta_{ID} = -2\,230\,200$$

$$ID = \frac{\Delta_{ID}}{\Delta} = \frac{-2\,230\,200}{371\,700} \Rightarrow ID = -6\text{ A}$$

Assim temos:

$$IA = -5\text{ A}$$

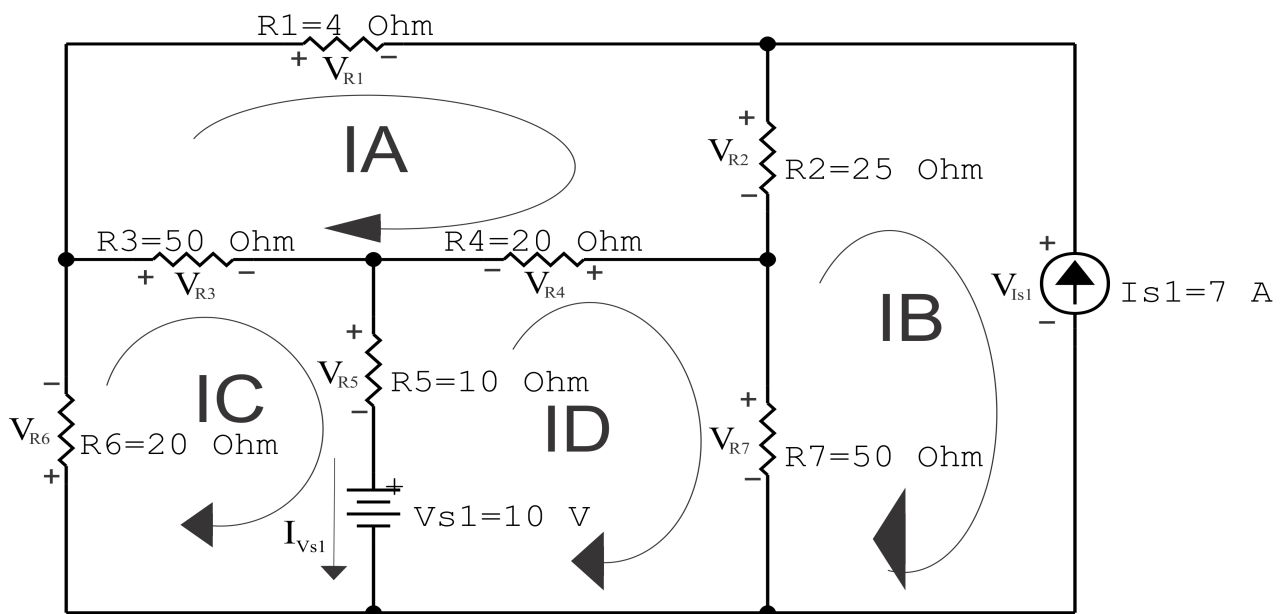
$$IB = -7\text{ A}$$

$$IC = -4\text{ A}$$

$$ID = -6\text{ A}$$

5 Obter os parâmetros (tensões, correntes e potências), nos ramos desejados.

5.1 Estabelecer a convenção dos mesmos, no circuito.



circ malha cc V I R 10

Figura 39: Circuito elétrico com as convenções de tensão/corrente nos ramos.

5.2 Cálculo das variáveis pretendidas.

5.2.1 Na resistência R_1 :

$$I_{R1} = IA \implies I_{R1} = -5 \text{ A}$$

$$V_{R1} = R_1 I_{R1} = (4)(-5) \implies V_{R1} = -20 \text{ V}$$

$$P_{R1} = V_{R1} I_{R1} = (-20)(-5) \implies P_{R1} = 100 \text{ W}$$

5.2.2 Na resistência R_2 :

$$I_{R2} = (IA - IB) = (-5 - (-7)) \implies I_{R2} = 2 \text{ A}$$

$$V_{R2} = R_2 I_{R2} = (25)(2) \implies V_{R2} = 50 \text{ V}$$

$$P_{R2} = V_{R2} I_{R2} = (50)(2) \implies P_{R2} = 100 \text{ W}$$

5.2.3 Na resistência R_3 :

$$I_{R3} = (IC - IA) = (-4 - (-5)) \implies I_{R3} = 1 \text{ A}$$

$$V_{R3} = R_3 I_{R3} = (50)(1) \implies V_{R3} = 50 \text{ V}$$

$$P_{R3} = V_{R3} I_{R3} = (50)(1) \implies P_{R3} = 50 \text{ W}$$

5.2.4 Na resistência R_4 :

$$I_{R4} = (IA - ID) = (-5 - (-6)) \implies I_{R4} = 1 \text{ A}$$

$$V_{R4} = R_4 I_{R4} = (20)(1) \implies V_{R4} = 20 \text{ V}$$

$$P_{R4} = V_{R4} I_{R4} = (20)(1) \implies P_{R4} = 20 \text{ W}$$

5.2.5 Na resistência R_5 :

$$I_{R5} = (IC - ID) = (-4 - (-6)) \implies I_{R5} = 2 \text{ A}$$

$$V_{R5} = R_5 I_{R5} = (10)(2) \implies V_{R5} = 20 \text{ V}$$

$$P_{R5} = V_{R5} I_{R5} = (20)(2) \implies P_{R5} = 40 \text{ W}$$

5.2.6 Na resistência R_6 :

$$I_{R6} = (IC \implies I_{R6} = -4 \text{ A}$$

$$V_{R6} = R_6 I_{R6} = (20)(-4) \implies V_{R6} = -80 \text{ V}$$

$$P_{R6} = V_{R6} I_{R6} = (-80)(-4) \implies P_{R6} = 320 \text{ W}$$

5.2.7 Na resistência $R7$:

$$I_{R7} = (ID - IB) = (-6 - (-7)) \implies I_{R7} = 1 \text{ A}$$

$$V_{R7} = R7 I_{R7} = (50)(1) \implies V_{R7} = 50 \text{ V}$$

$$P_{R7} = V_{R7} I_{R7} = (50)(1) \implies P_{R7} = 50 \text{ W}$$

5.2.8 Na fonte de corrente I_{s1} :

$$I_{s1} \implies I_{s1} = 7 \text{ A}$$

$$V_{I_{s1}} = (V_{R1} + V_{R6}) = (100 + 40) \implies V_{I_{s1}} = 140 \text{ V}$$

$$P_{I_{s1}} = -V_{I_{s1}} I_{s1} = -(140)(7) \implies P_{I_{s1}} = -980 \text{ W}$$

5.2.9 Na fonte de tensão V_{s1} :

$$V_{s1} = 10 \text{ V}$$

$$I_{V_{s1}} = (IC - ID) = (-4 - (-6)) \implies I_{V_{s1}} = 2 \text{ A}$$

$$P_{V_{s1}} = -V_{s1} I_{V_{s1}} = -(10)(2) \implies P_{V_{s1}} = -20 \text{ W}$$

6 Verificação dos resultados

6.1 A prova pode ser obtida através da LKT nas malhas ($\sum v = 0$) e a Lei de conservação de energia ($\sum S = 0$).

$$\sum P_F + \sum P_R = 0$$

$$(P_{V_{s1}} + P_{I_{s1}}) + (P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} + P_{R5} + P_{R6} + P_{R7}) = 0$$

$$(-680) + (680) = 0$$

6.2 Se for o caso realizar as devidas conversões necessárias.

7 Retorno ao domínio do tempo.

7.1 Realizar a transformada inversa dos itens solicitados.