

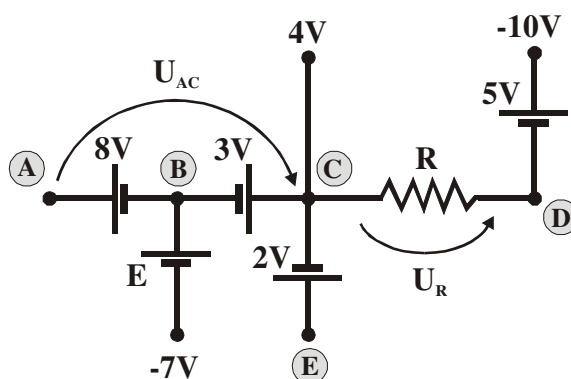
João Miguel Clemente de Sena Esteves

Análise de Circuitos I

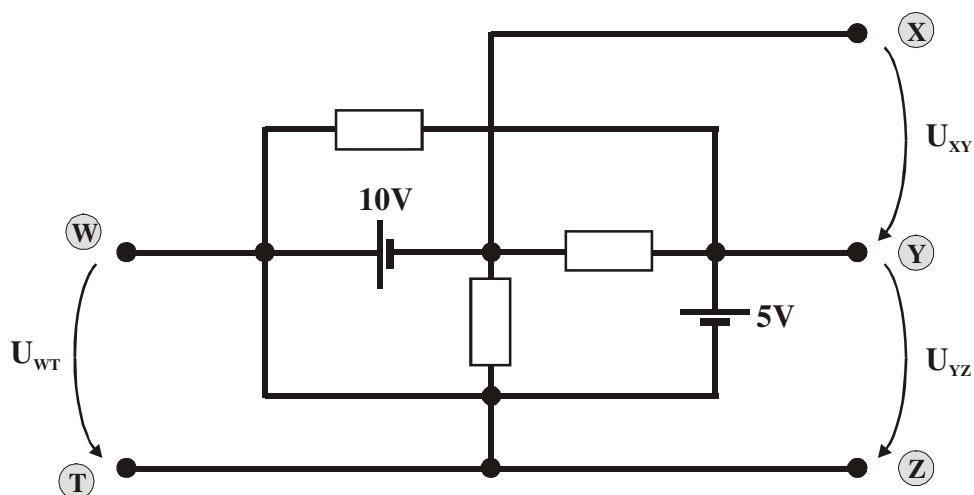
Exercícios

Guimarães, Fevereiro de 2012

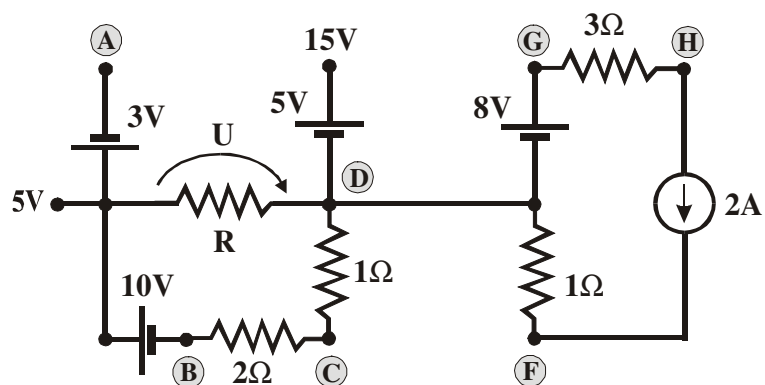
1. Preencha os quadros anexos às figuras.



$U_A =$
 $U_B =$
 $U_C =$
 $U_D =$
 $U_E =$
 $E =$
 $U_R =$
 $U_{AC} =$



$U_{WT} =$
 $U_{XY} =$
 $U_{YZ} =$
 $U_Y =$



$U_A =$
 $U_B =$
 $U_C =$
 $U_D =$

$U_F =$
 $U_G =$
 $U_H =$
 $U =$

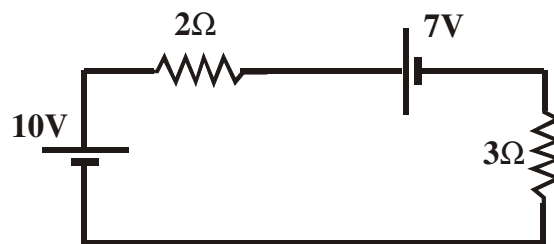
2. Relativamente ao circuito da figura:

2.1 *Determine o número de correntes que existem neste circuito.*

2.2 *Determine o número de tensões que existem neste circuito.*

2.3 *Determine a tensão, a corrente e a potência em jogo em cada componente do circuito.*

2.4 *Verifique quais são os componentes que absorvem energia ao circuito e quais são os componentes que lhe fornecem energia.*



3. Determine o valor da potência em jogo numa resistência de $47\text{k}\Omega$ percorrida por uma corrente constante de 5A .
4. Determine o valor da potência em jogo numa fonte ideal de tensão de 120V que alimenta uma resistência de 100Ω .
5. Determine o valor da energia absorvida durante duas horas por uma resistência de $22\text{k}\Omega$ sujeita a uma tensão constante de 54V .
6. Admitindo que o preço da energia eléctrica é de $0,15\text{€/kWh}$, determine o custo mensal devido ao funcionamento de uma lâmpada de 60W que está ligada 8 horas por dia, 5 dias por semana.
7. Determine o valor da energia fornecida a um circuito, durante cinco horas, por uma fonte ideal de corrente de 30A que se encontra curto-circuitada com um condutor ideal.

8. Determine o valor da energia absorvida durante 90s por um condutor ideal percorrido por uma corrente constante de 200A.

9. Relativamente ao circuito da figura:

9.1 Com o interruptor **K aberto**, determine:

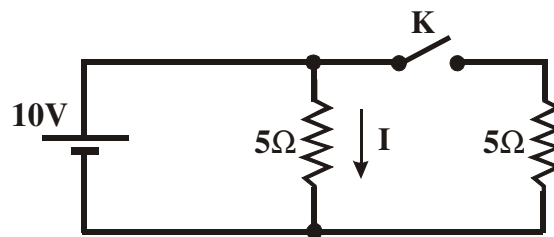
9.1.1 o sentido e o valor da corrente **I**;

9.1.2 a tensão e a potência em jogo em cada componente do circuito.

9.2 Com o interruptor **K fechado**, determine:

9.2.1 o sentido e o valor da corrente **I**;

9.2.2 a tensão e a potência em jogo em cada componente do circuito.



10. Relativamente ao circuito da figura:

10.1 Com o interruptor **K aberto**, determine:

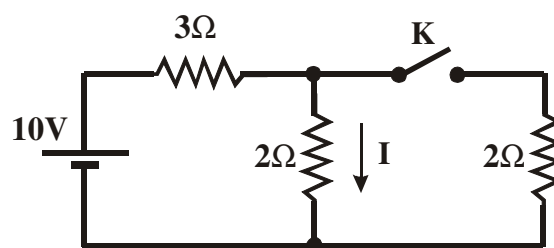
10.1.1 o sentido e o valor da corrente **I**;

10.1.2 a tensão e a potência em jogo em cada componente do circuito.

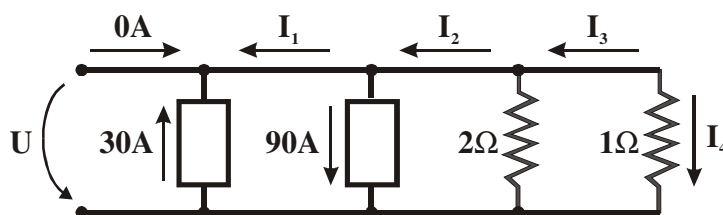
10.2 Com o interruptor **K fechado**, determine:

10.2.1 o sentido e o valor da corrente **I**;

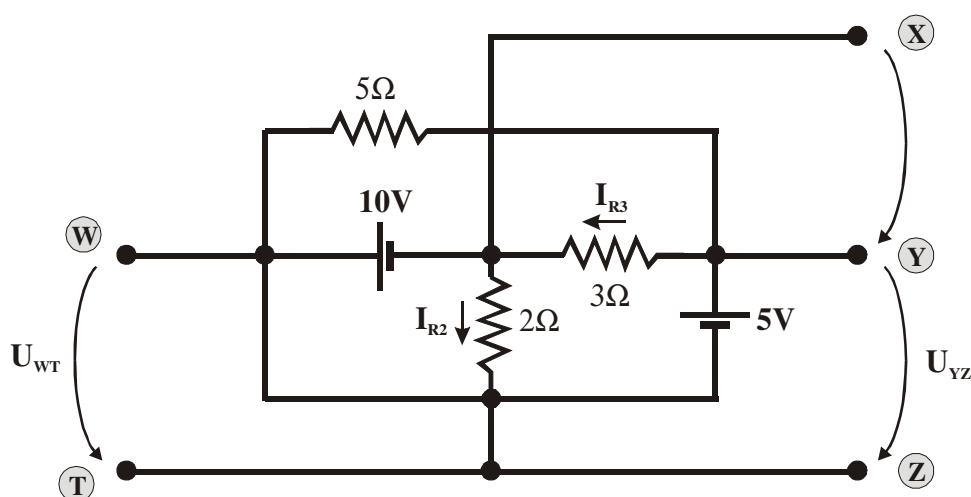
10.2.2 a tensão e a potência em jogo em cada componente do circuito.



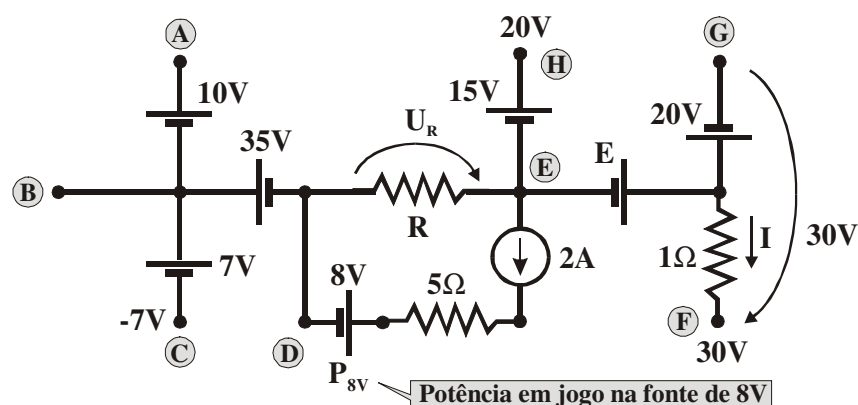
11. Preencha os quadros anexos às figuras.



$I_1 =$
 $I_2 =$
 $I_3 =$
 $I_4 =$
 $U =$



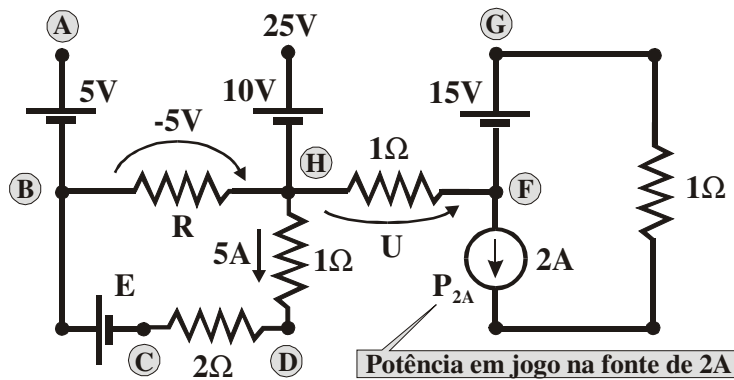
$I_{R2} =$
 $I_{R3} =$



$U_A =$
 $U_B =$
 $U_C = -7V$
 $U_D =$
 $U_E =$
 $U_F = 30V$

$U_G =$
 $U_H = 20V$
 $U_R =$
 $E =$
 $I =$
 $P_{8V} =$

A fonte ideal de tensão de 8V recebe energia do circuito ou fornece-lhe energia?



$U_A =$

$U_B =$

$U_C =$

$U_D =$

$U_F =$

$U_G =$

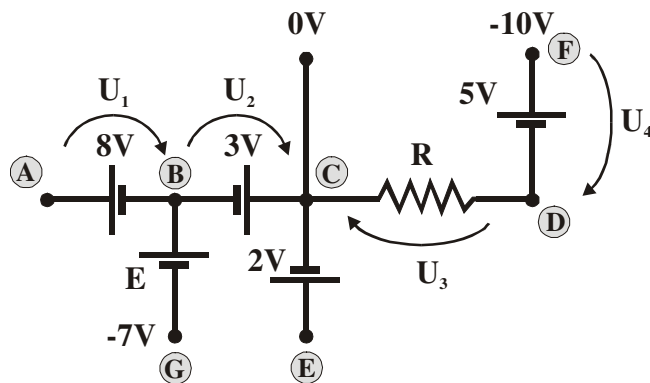
$U_H =$

$E =$

$U =$

$P_{2A} =$

A fonte ideal de corrente recebe energia do circuito ou fornece-lhe energia?



$U_A =$

$U_B =$

$U_C =$

$U_D =$

$U_E =$

$U_1 =$

$U_2 =$

$U_3 =$

$U_4 =$

$E =$

Medidas com **multímetro ideal** a funcionar como **voltímetro no modo DC**:

Ponta vermelha	Ponta preta	Leitura
A	C	
B	D	
C	B	

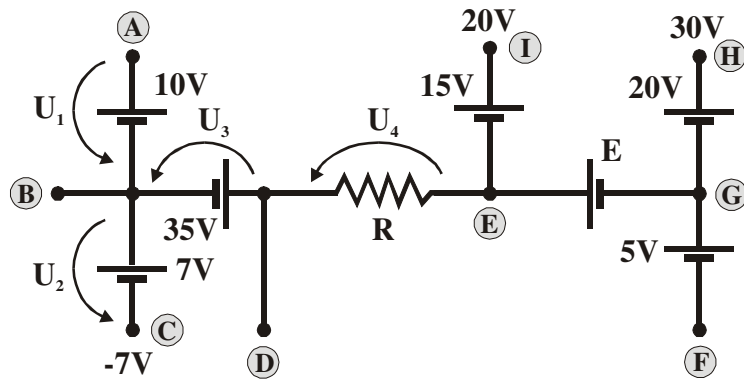
Indique os pontos onde ligar os terminais das pontas de prova de um osciloscópio (a funcionar no modo DC) para medir as tensões referidas, nos casos em que tal medição é possível. Indicar também o estado (ON ou OFF) dos botões INV e ADD (marcar com um X a opção correcta).

Nota: a massa do osciloscópio encontra-se ligada ao terminal C da fonte de 2V.

U ₂ e U ₃ simultaneamente				
Não é possível				
Canal 1	P1	Ponto		
	GND1	Ponto		
	INV	ON	OFF	
Canal 2	P2	Ponto		
	GND2	Ponto		
	INV	ON	OFF	
ADD		ON	OFF	

U ₁ e U ₄ simultaneamente				
Não é possível				
Canal 1	P1	Ponto		
	GND1	Ponto		
	INV	ON	OFF	
Canal 2	P2	Ponto		
	GND2	Ponto		
	INV	ON	OFF	
ADD		ON	OFF	

U ₃ e U ₄ simultaneamente				
Não é possível				
Canal 1	P1	Ponto		
	GND1	Ponto		
	INV	ON	OFF	
Canal 2	P2	Ponto		
	GND2	Ponto		
	INV	ON	OFF	
ADD		ON	OFF	



$U_A =$

$U_B =$

$U_D =$

$U_E =$

$U_F =$

$U_1 =$

$U_2 =$

$U_3 =$

$U_4 =$

$E =$

Medidas obtidas com um **multímetro ideal** a funcionar como **voltímetro no modo DC**:

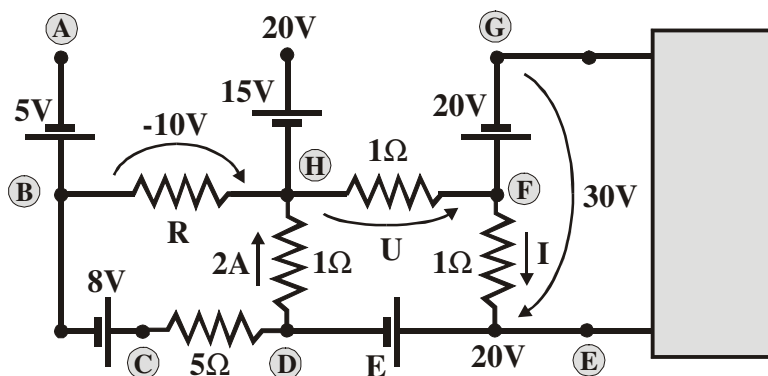
Ponta vermelha	Ponta preta	Leitura
A	B	
B	D	
F	B	

Indique os pontos onde ligar os terminais das pontas de prova de um osciloscópio (a funcionar no modo DC) para medir as tensões referidas, nos casos em que tal medição é possível. Indicar também o estado (ON ou OFF) dos botões INV e ADD (marcar com um X a opção correcta). (**Nota: a massa do osciloscópio encontra-se ligada ao terminal B do circuito**)

U ₂ e U ₃ simultaneamente				
Não é possível				
Canal 1	P1	Ponto		
	GND1	Ponto		
	INV	ON	OFF	
Canal 2	P2	Ponto		
	GND2	Ponto		
	INV	ON	OFF	
ADD		ON	OFF	

U ₁ e U ₃ simultaneamente				
Não é possível				
Canal 1	P1	Ponto		
	GND1	Ponto		
	INV	ON	OFF	
Canal 2	P2	Ponto		
	GND2	Ponto		
	INV	ON	OFF	
ADD		ON	OFF	

U ₃ e U ₄ simultaneamente				
Não é possível				
Canal 1	P1	Ponto		
	GND1	Ponto		
	INV	ON	OFF	
Canal 2	P2	Ponto		
	GND2	Ponto		
	INV	ON	OFF	
ADD		ON	OFF	



$U_A =$

$U_B =$

$U_C =$

$U_D =$

$U_F =$

$U_G =$

$U_H =$

$E =$

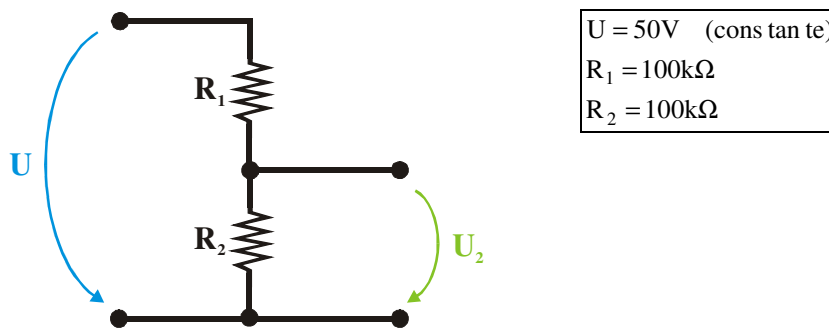
$U =$

$I =$

Medidas obtidas com um **multímetro ideal** a funcionar como **voltímetro no modo DC**:

Ponta vermelha	Ponta preta	Leitura
A	B	
E	F	
G	H	

12. A tensão U_2 é medida recorrendo a um voltímetro de resistência interna R_V .



Calcule o valor de U_2 quando

12.1 $R_V = 1\Omega$

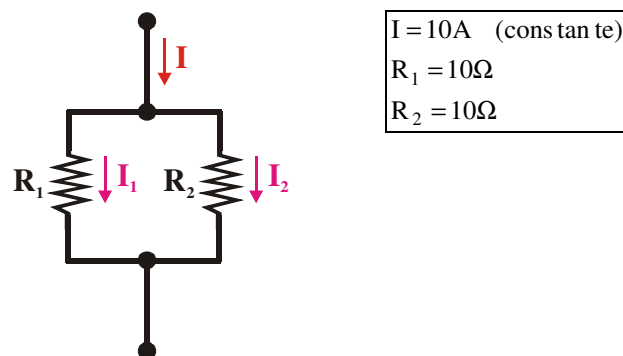
12.2 $R_V = 1k\Omega$

12.3 $R_V = 10k\Omega$

12.4 $R_V = 100k\Omega$

12.5 $R_V = 1M\Omega$

13. A corrente I_2 é medida recorrendo a um amperímetro de resistência interna R_A .



Calcule o valor de I_2 quando

13.1 $R_A = 0,1\Omega$

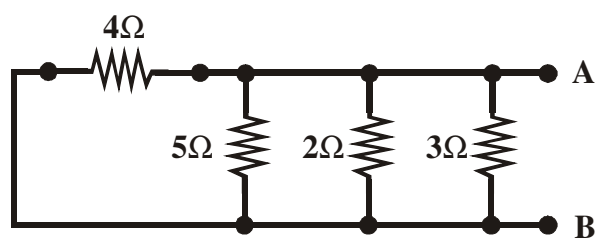
13.2 $R_A = 1\Omega$

13.3 $R_A = 10\Omega$

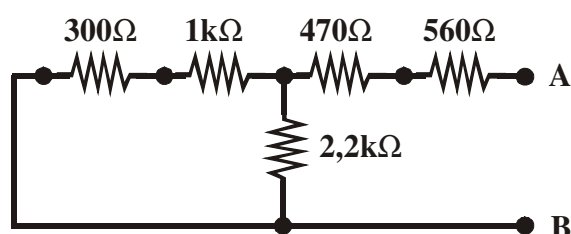
13.4 $R_A = 100\Omega$

13.5 $R_A = 1k\Omega$

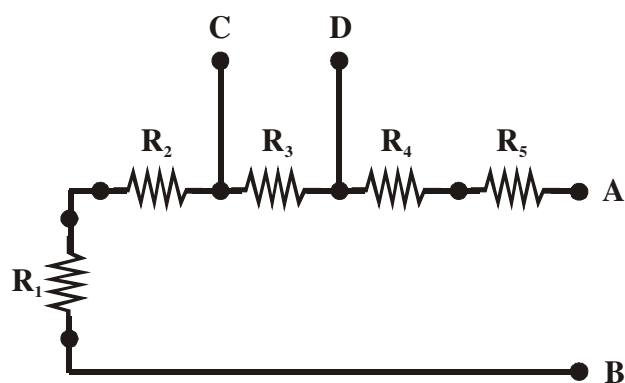
14. Calcule os valores das resistências indicadas junto de cada figura.



$$R_{AB} =$$



$$R_{AB} =$$

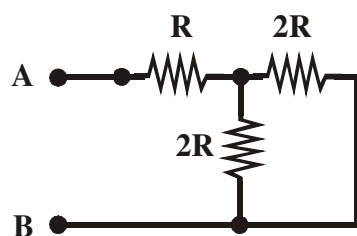


$$R_{AB} =$$

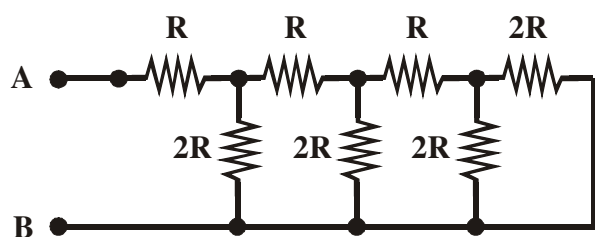
$$R_{CD} =$$

$$R_{AD} =$$

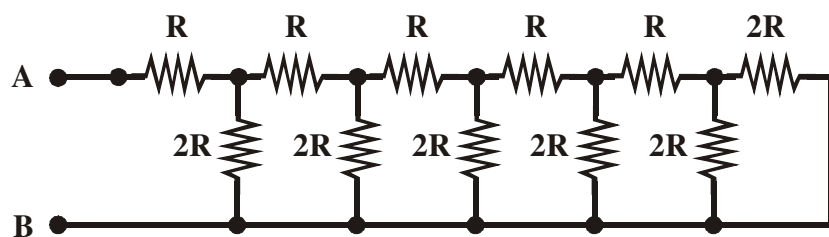
$$R_{BC} =$$



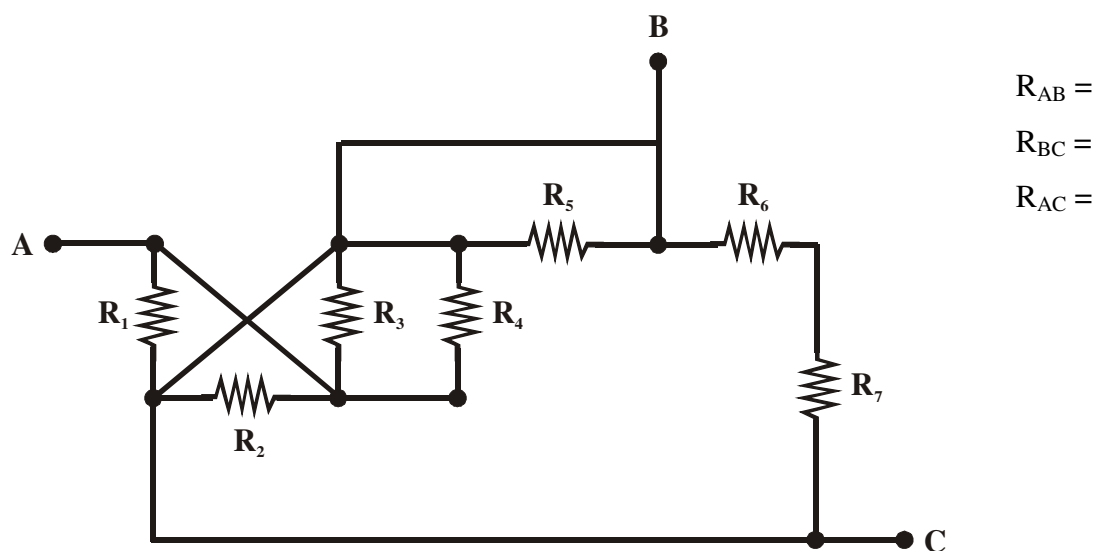
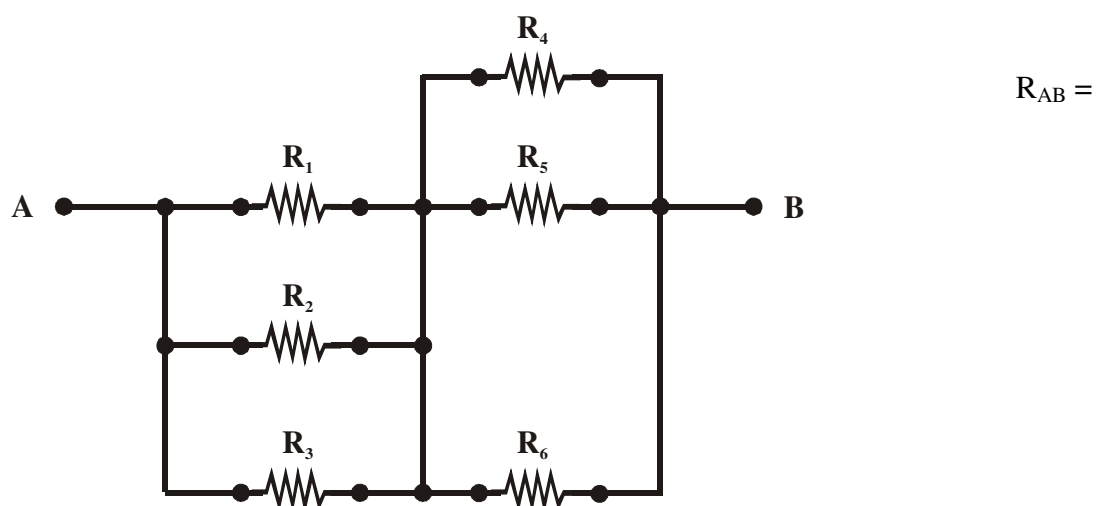
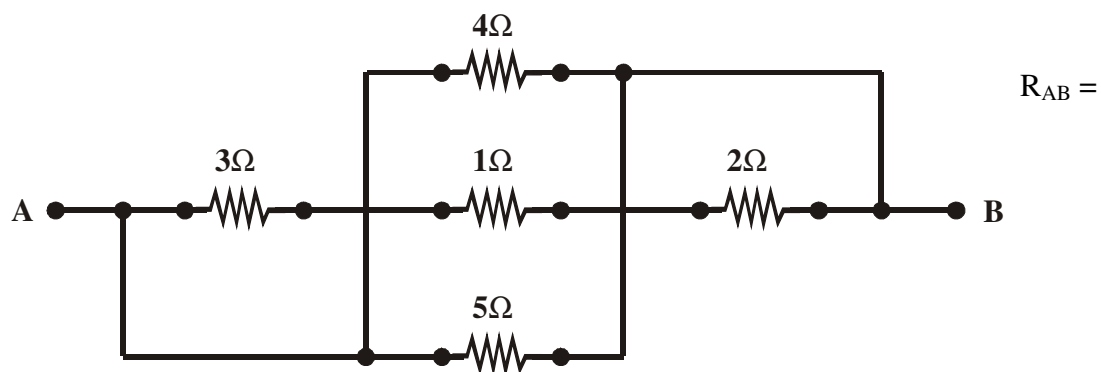
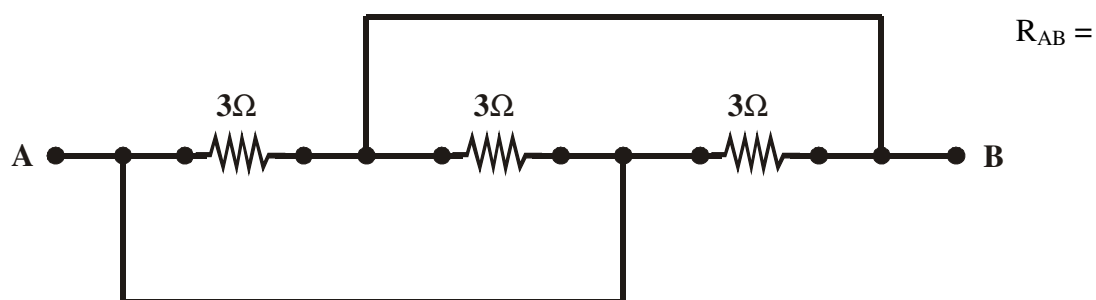
$$R_{AB} =$$

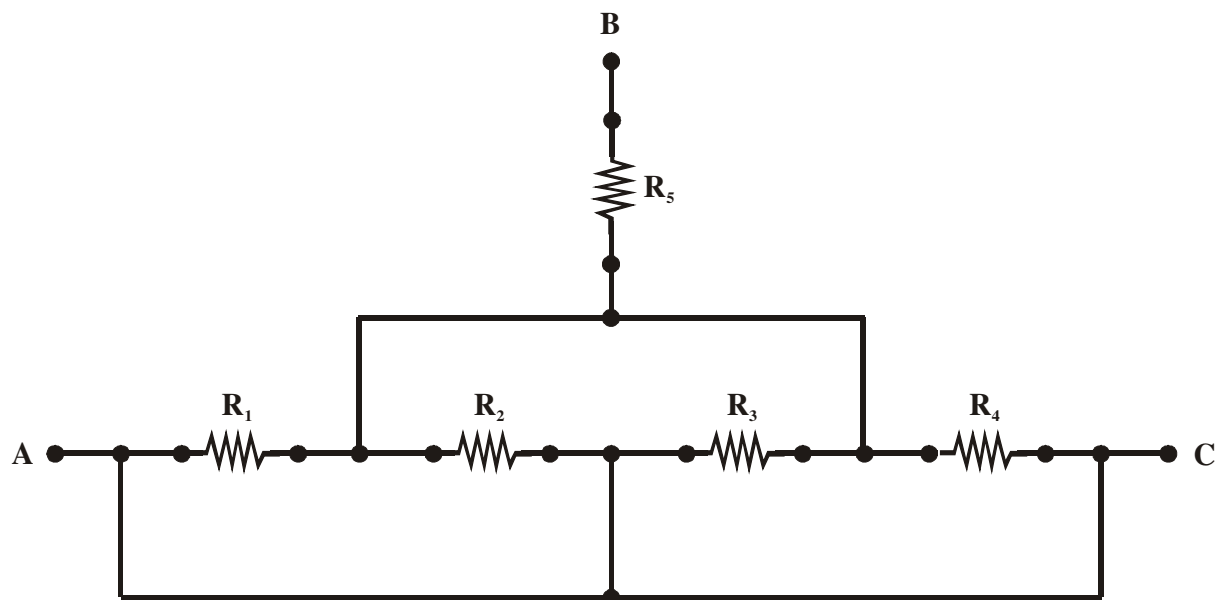


$$R_{AB} =$$



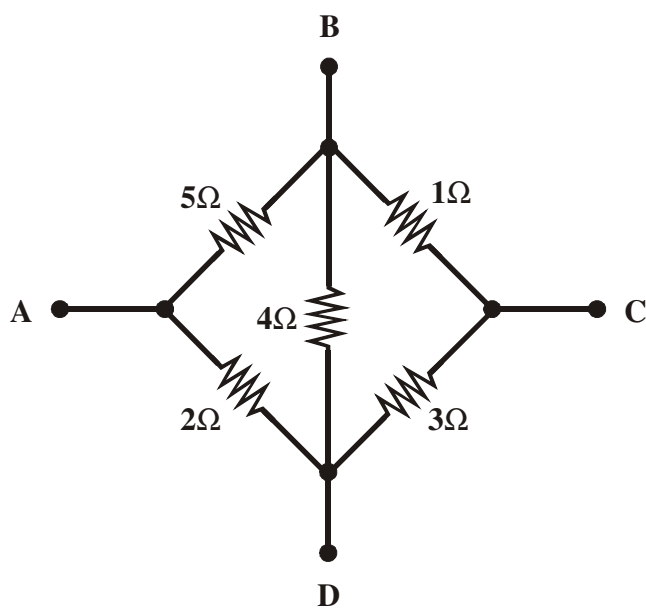
$$R_{AB} =$$





$$R_{AB} =$$

$$R_{AC} =$$



$$R_{AB} =$$

$$R_{BD} =$$

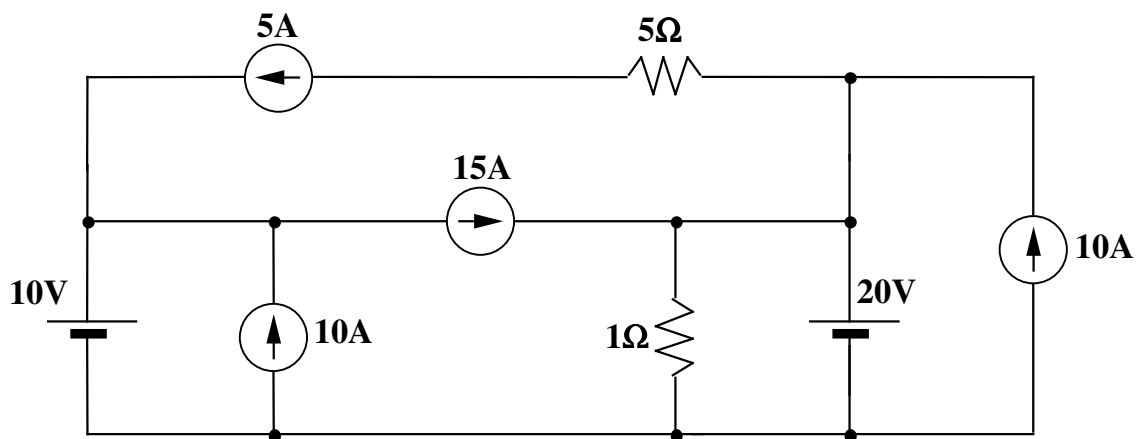
$$R_{AC} =$$

15. Relativamente ao circuito da figura:

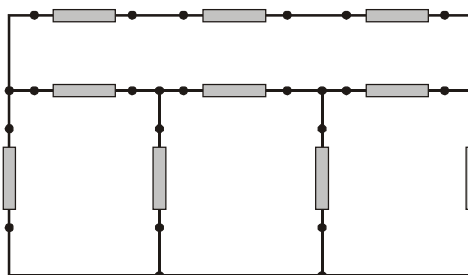
15.1 Determine quais são os componentes que fornecem energia ao circuito.

15.2 Determine quais são os componentes que recebem energia do circuito.

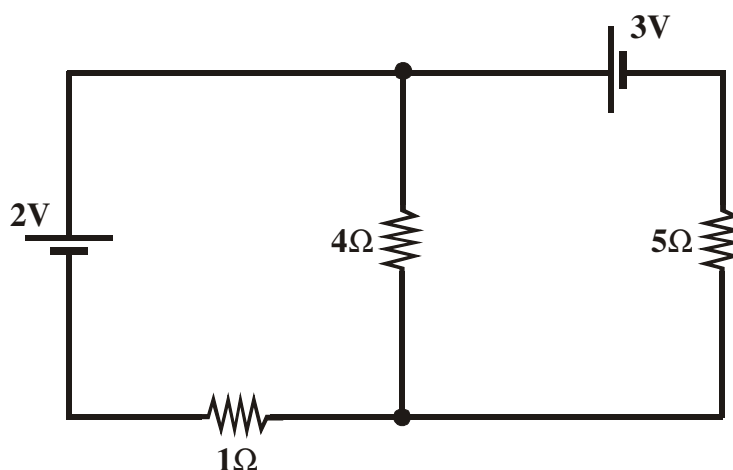
15.3 Calcule o valor da potência em jogo em cada componente do circuito.



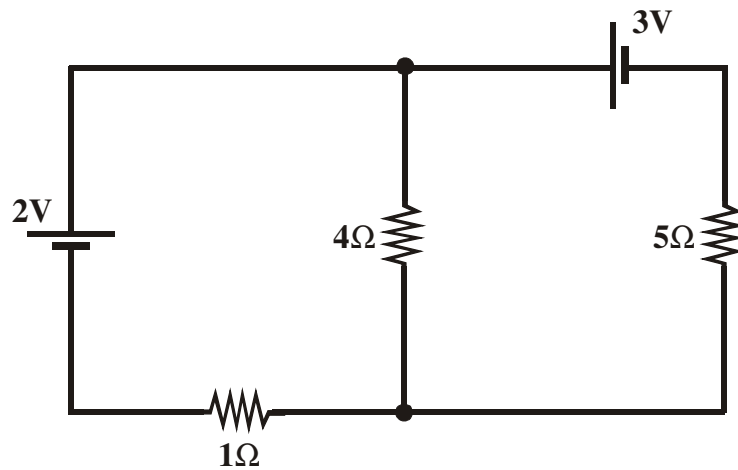
16. Identifique todos os ramos, nós e malhas do circuito.



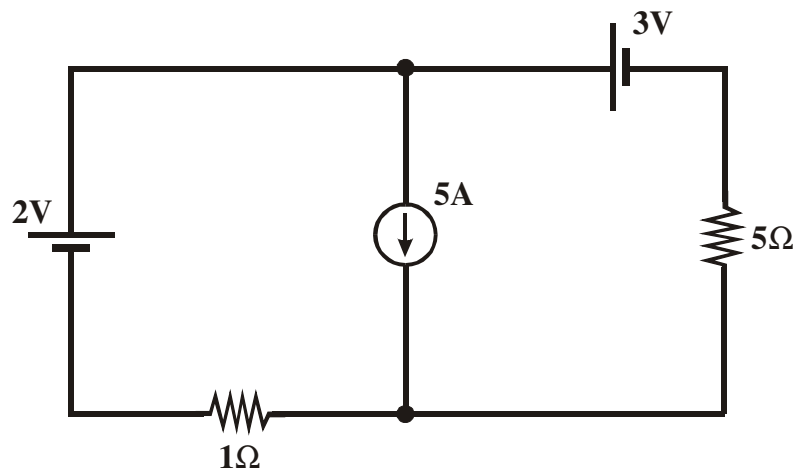
17. Recorrendo às Leis de Kirchhoff, determine as correntes nos ramos do circuito.



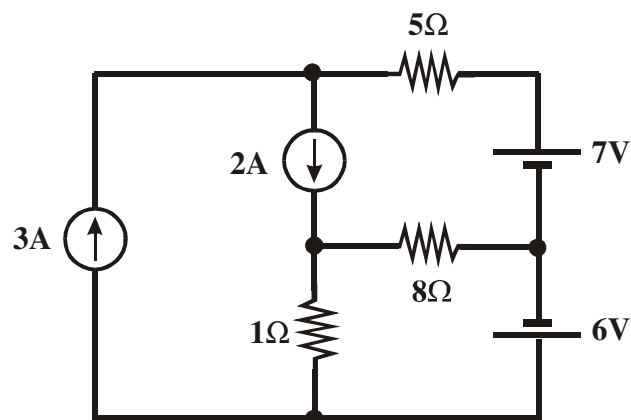
18. Recorrendo ao Método das Correntes Fictícias, determine as correntes nos ramos do circuito.



19. Recorrendo ao Método das Correntes Fictícias, determine as correntes nos ramos do circuito.



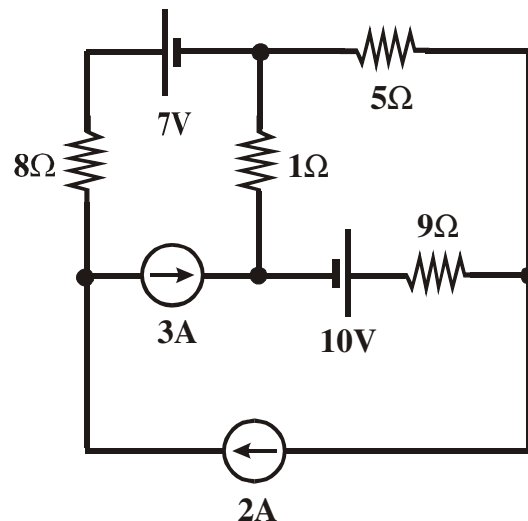
20. Recorrendo ao Método das Correntes Fictícias, determine o valor da potência em jogo na fonte de 6V. Verifique se essa fonte recebe energia do circuito ou lhe fornece energia.



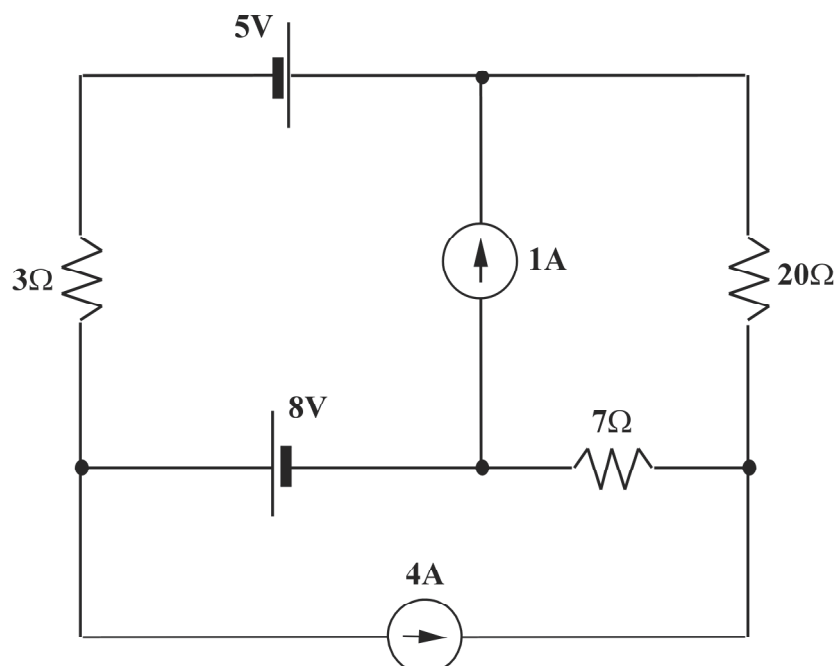
21. Recorrendo ao Método das Correntes Fictícias:

21.1 Verifique se a fonte de 10V recebe energia do circuito ou lhe fornece energia. Determine o valor da potência em jogo nessa fonte.

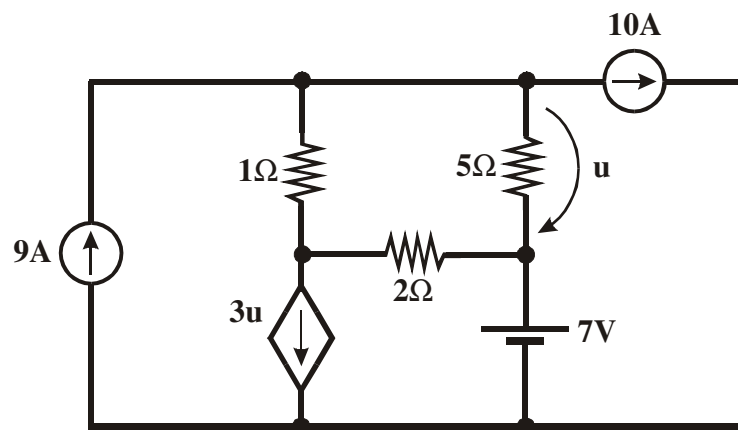
21.2 Compare o método de resolução adoptado com outros aos quais poderia recorrer, indicando vantagens e inconvenientes que resultariam da sua utilização neste exemplo concreto.



22. Utilize o Método das Correntes Fictícias para verificar se a fonte ideal de corrente de 4A recebe energia do circuito ou lhe fornece energia. Calcule o valor da potência em jogo nessa fonte.



23. Recorrendo ao Método das Correntes Fictícias, determine as correntes nos ramos do circuito.

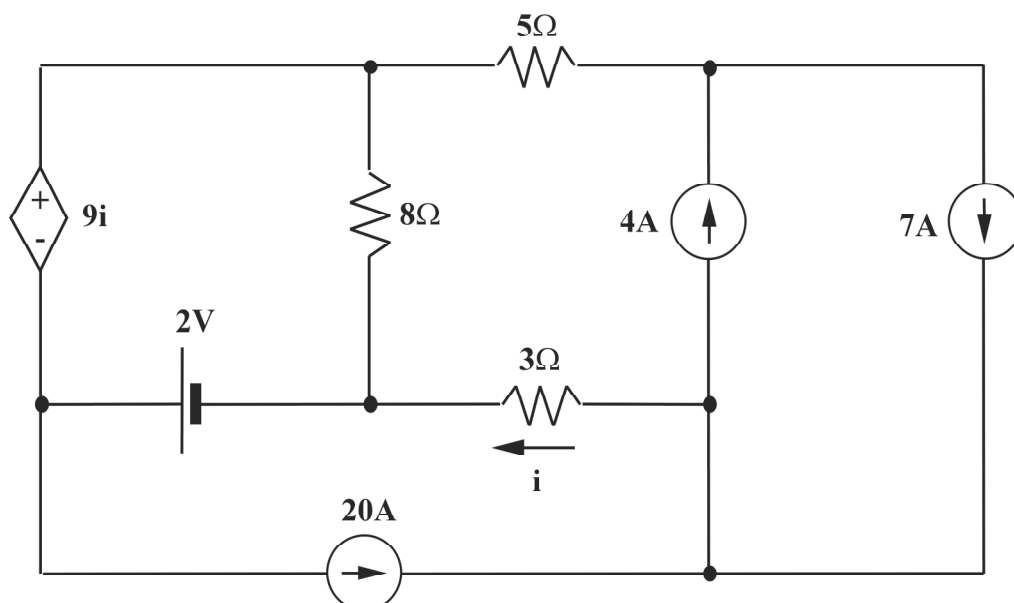


24. Utilizando o Método das Correntes Fictícias:

24.1 Verifique se a fonte de 4A recebe energia do circuito ou lhe fornece energia.

24.2 Calcule o valor da potência em jogo na fonte de 4A.

24.3 Compare o método de resolução adoptado com outros aos quais poderia recorrer, indicando vantagens e inconvenientes que resultariam da sua utilização neste exemplo concreto.



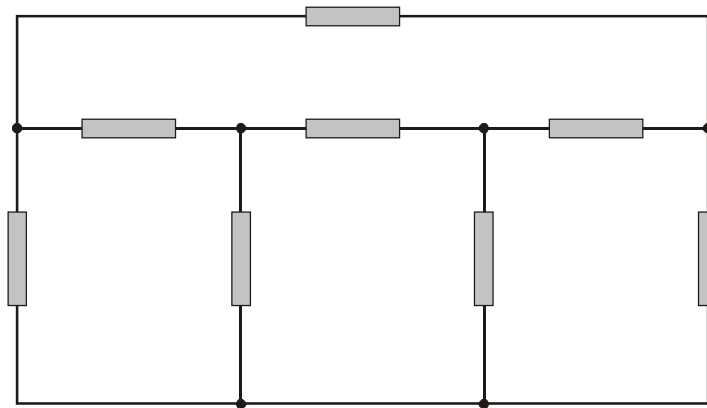
25. Relativamente ao circuito da figura:

25.1 *Identifique os nós do circuito.*

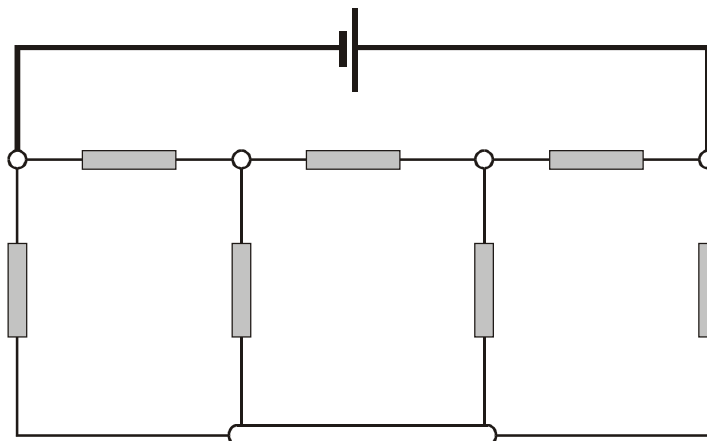
25.2 *Coloque a referência dos potenciais eléctricos no nó mais indicado, tendo em vista o cálculo dos potenciais nos nós usando o Método dos Potenciais nos Nós.*

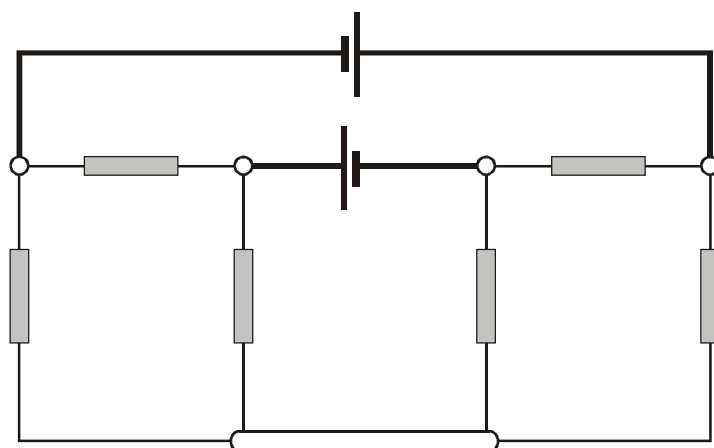
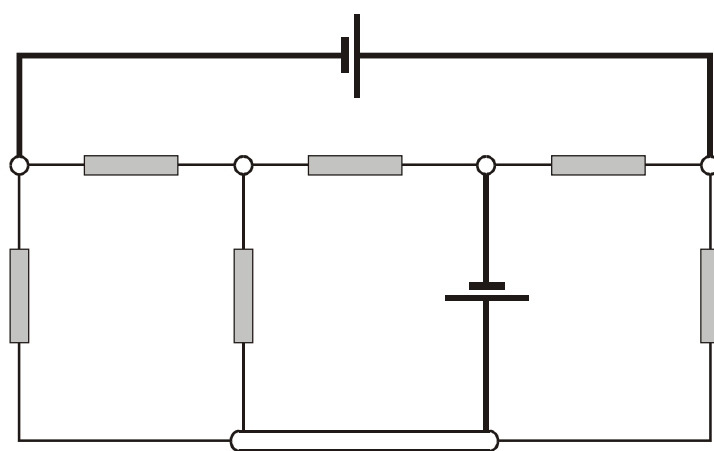
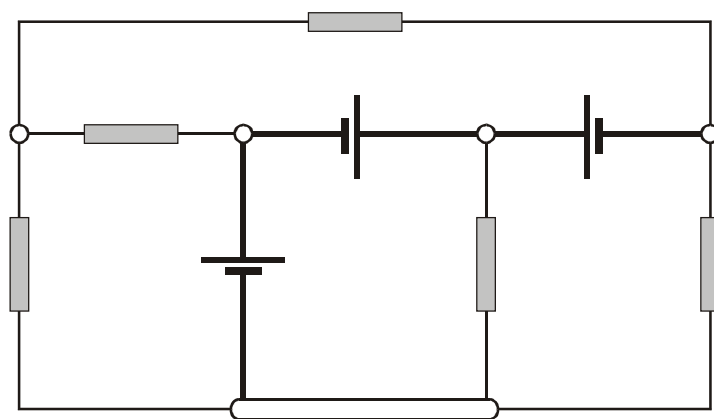
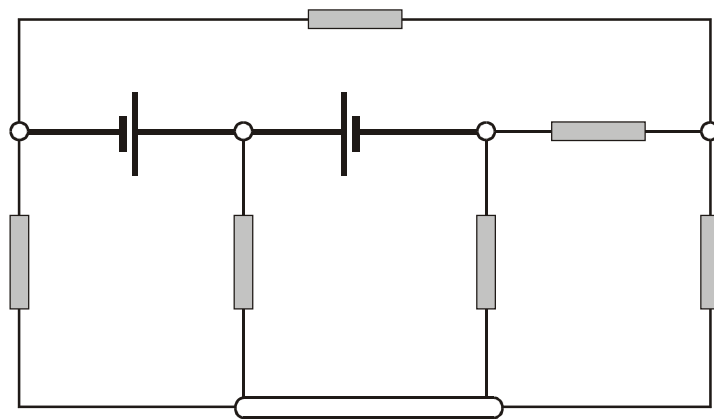
25.3 *Numere convenientemente os nós do circuito, tendo em vista o cálculo dos potenciais nos nós usando o Método dos Potenciais nos Nós.*

25.4 *Indique os sentidos positivos habitualmente considerados para as tensões existentes entre cada nó do circuito e a referência.*

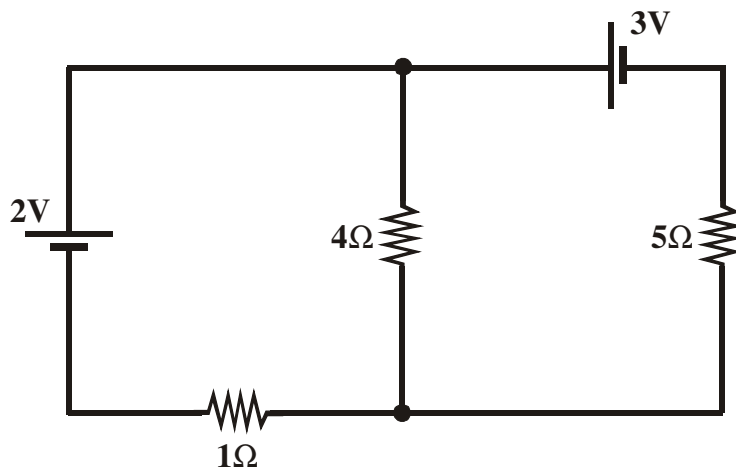


26. Em cada um dos circuitos representados, coloque a referência dos potenciais eléctricos no nó mais indicado, tendo em vista o cálculo dos potenciais nos nós usando o Método dos Potenciais nos Nós.

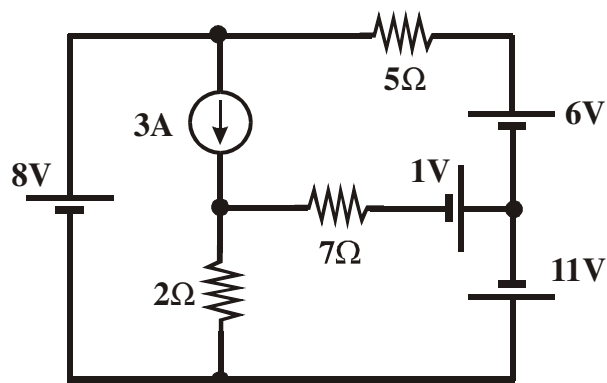




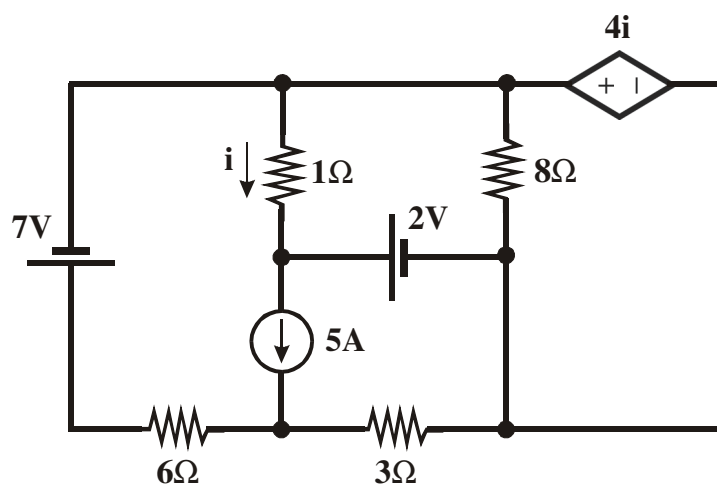
27. Recorrendo ao Método dos Potenciais nos Nós, determine as correntes nos ramos do circuito.



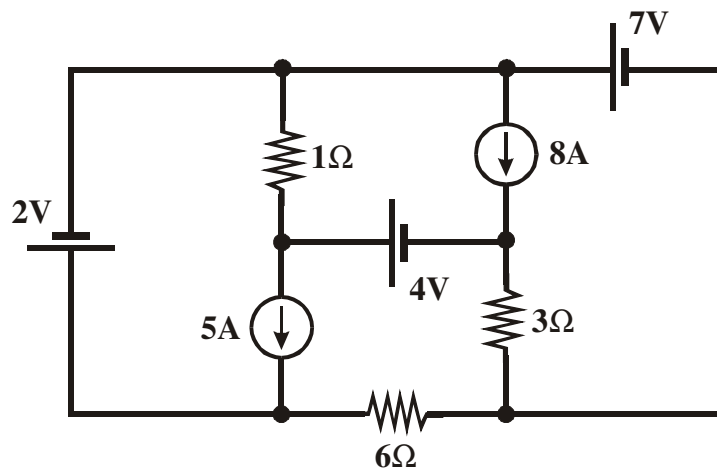
28. Recorrendo ao Método dos Potenciais nos Nós, determine o valor da potência em jogo na fonte ideal de corrente. Verifique se essa fonte recebe energia do circuito ou lhe fornece energia.



29. Recorrendo ao Método dos Potenciais nos Nós, determine o valor da potência em jogo na fonte ideal de corrente. Verifique se essa fonte recebe energia do circuito ou lhe fornece energia.

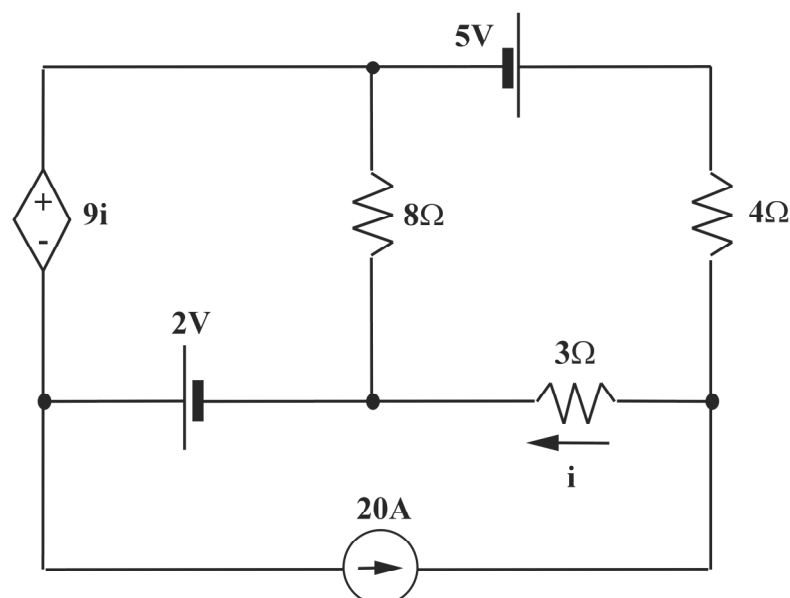


30. Recorrendo ao Método dos Potenciais nos Nós, determine o valor da potência em jogo na fonte de 4V. Verifique se essa fonte recebe energia do circuito ou lhe fornece energia.

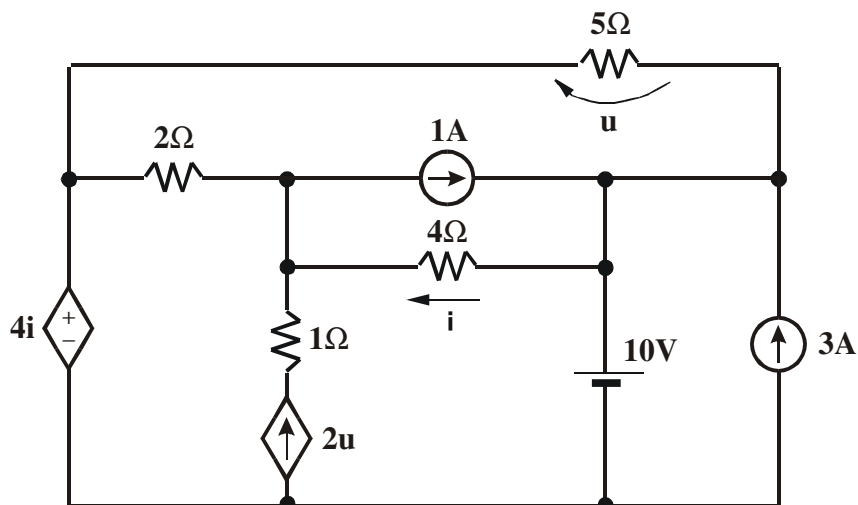


31. Utilize o Método dos Potenciais nos Nós para verificar se a fonte ideal de corrente recebe energia do circuito ou lhe fornece energia. Calcule o valor da potência em jogo nessa fonte.

31.1 Compare o método de resolução adoptado com outros aos quais poderia recorrer, indicando vantagens e inconvenientes que resultariam da sua utilização neste exemplo concreto.



32. Recorrendo ao Método dos Potenciais nos Nós, determine o valor da potência em jogo na fonte de 1A. Verifique se essa fonte recebe energia do circuito ou lhe fornece energia.



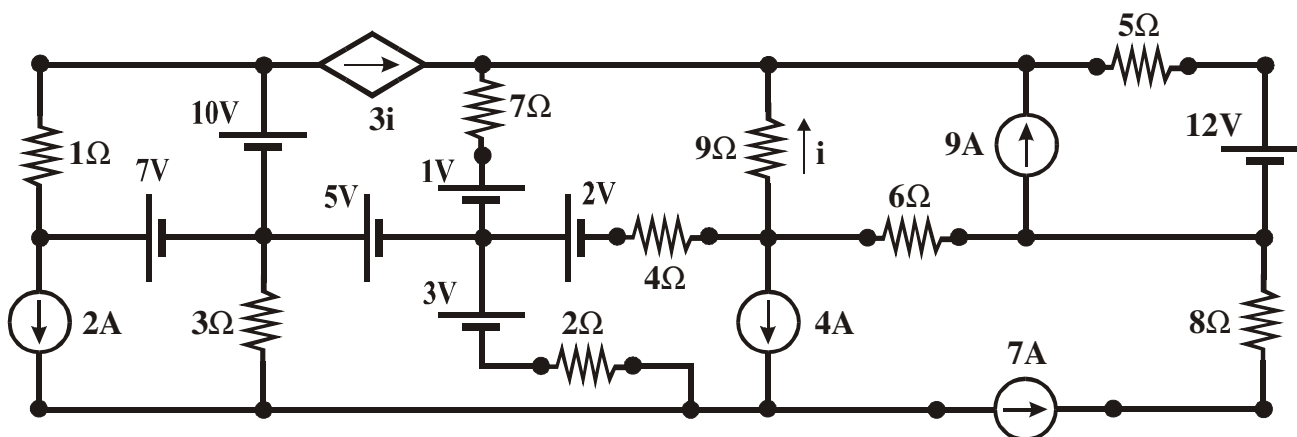
33. Relativamente ao circuito da figura:

33.1 Assinale e numere, na figura, todos os nós do circuito.

33.2 Coloque a referência dos potenciais eléctricos no nó mais indicado, tendo em vista o cálculo dos potenciais nos nós usando o Método dos Potenciais nos Nós.

33.3 Escreva a equação de correntes (funções dos potenciais nos nós) para o nó comum à fonte de 9A e à resistência de 6Ω .

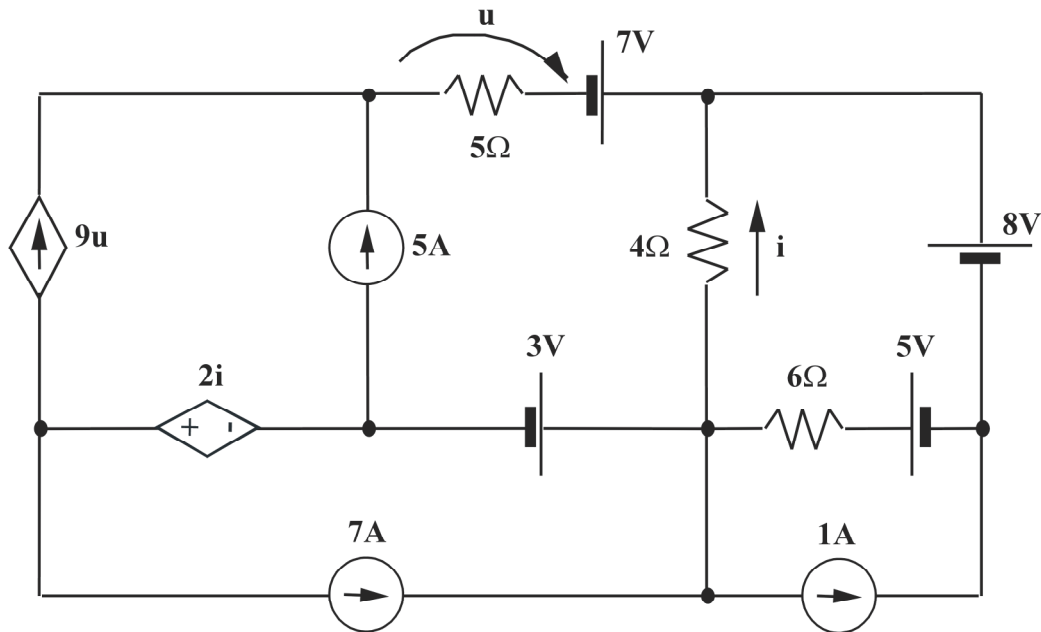
33.4 Assinale na figura todas as correntes consideradas ao escrever a equação referida no ponto anterior.



34. Relativamente ao circuito da figura:

34.1 Apresente um sistema de equações que permita determinar os potenciais de todos os nós do circuito relativamente à referência que escolher (**não resolva o sistema!**).

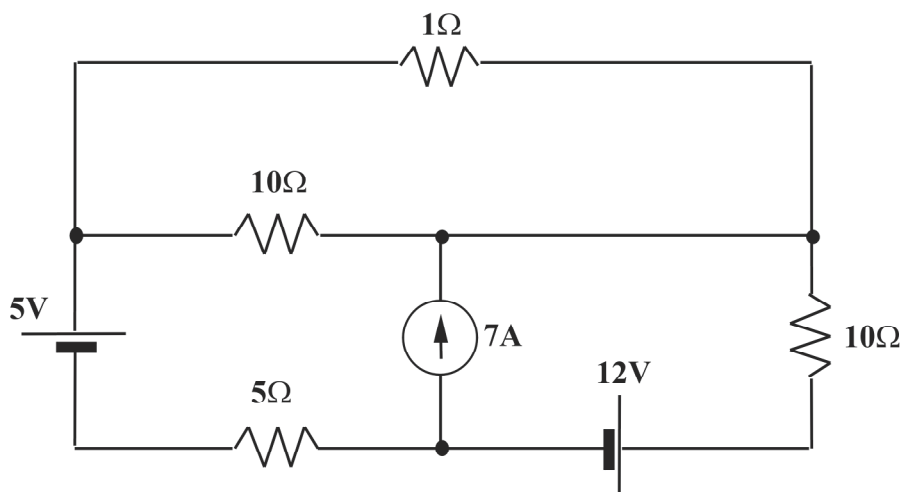
34.2 Apresente uma expressão que permita, em função dos potenciais nos nós, calcular o valor da potência em jogo na fonte ideal de tensão de 5V.



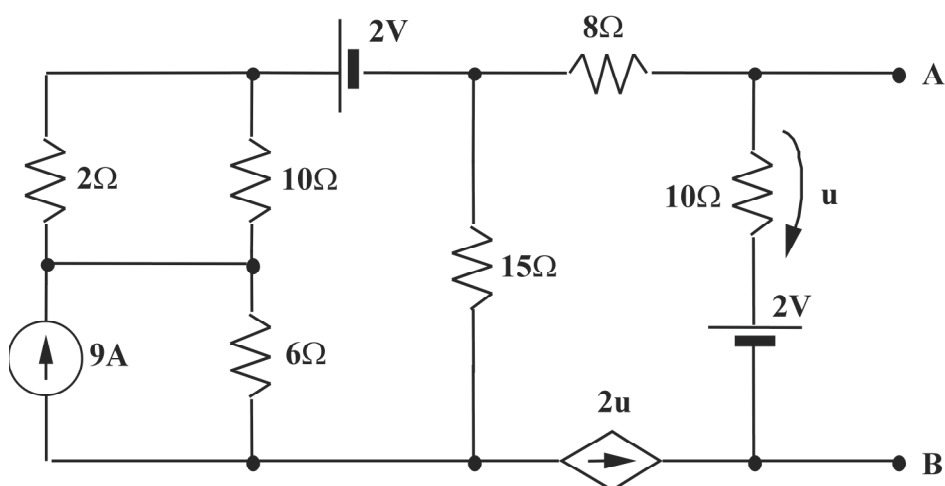
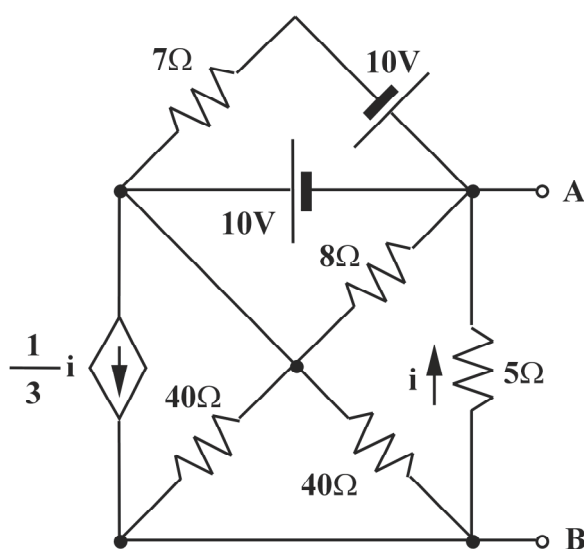
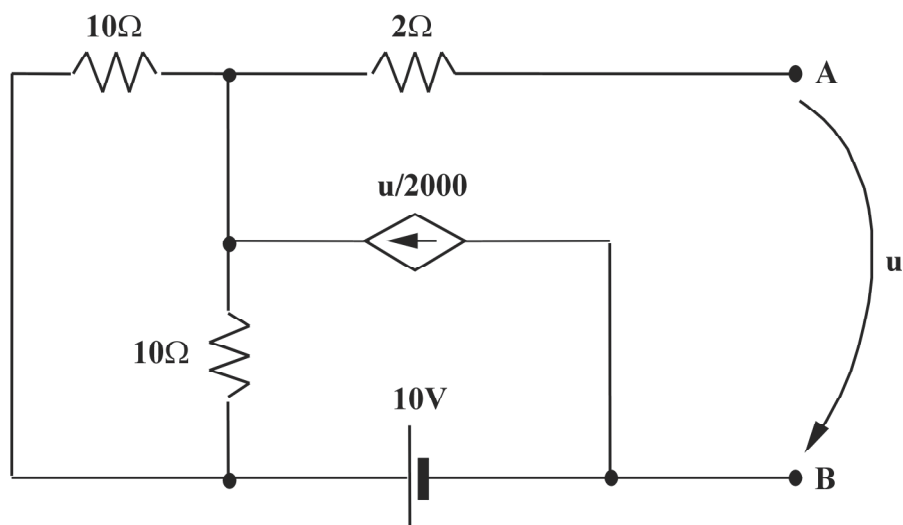
35. Recorrendo ao Princípio da Sobreposição:

35.1 Verifique se a fonte de 5V recebe energia do circuito ou lhe fornece energia. Calcule o valor da potência em jogo nessa fonte.

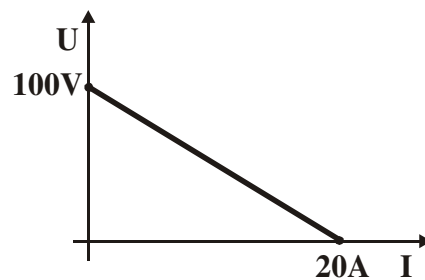
35.2 Justifique todas as afirmações, cálculos e eventuais simplificações que efectuar.



36. Determine os equivalentes de Thévenin e de Norton, relativamente aos pontos A e B, de cada um dos circuitos apresentados.



37. O gráfico apresenta a evolução da tensão presente nos terminais de uma fonte de energia, em função da corrente debitada por essa fonte.



- 37.1 Determine o valor da tensão que existe entre os terminais da fonte quando esta se encontra em vazio.
- 37.2 Determine o valor da corrente de curto-circuito da fonte.
- 37.3 Determine o valor da resistência interna da fonte.
- 37.4 Determine o Equivalente de Thévenin da fonte.
- 37.5 Determine o Equivalente de Norton da fonte.
- 37.6 Determine o valor da tensão que existe entre os terminais da fonte quando esta alimenta uma resistência de 15Ω .
- 37.7 Determine o valor da corrente debitada pela fonte quando esta alimenta uma resistência de 3Ω .
- 37.8 Determine o valor da resistência de carga quando a tensão que existe entre os terminais da fonte é de 37V .
- 37.9 Determine o valor da resistência de carga quando a corrente debitada pela fonte é de 18A .
- 37.10 Verifique se esta fonte se aproxima mais de uma fonte ideal de tensão ou de uma fonte ideal de corrente, quando alimenta uma carga que pode variar
- entre 80Ω e 90Ω .
 - entre $0,1\Omega$ e $0,7\Omega$.
- 37.11 Determine o valor máximo de potência que esta fonte pode entregar a uma carga resistiva.

38. Uma resistência cujo valor pode variar entre 1Ω e 50Ω foi ligada aos terminais de uma fonte linear de energia. Após vários ensaios, verificou-se que a potência na resistência atinge um máximo de $5W$ quando o seu valor é de 20Ω .

38.1 Determine o Equivalente de Thévenin da fonte de energia.

39. Uma fonte de energia apresenta uma tensão de $15V$ entre os seus terminais quando se encontra em vazio. Se curto-circuitada com um condutor de resistência desprezável, a fonte debita uma corrente de $7,5A$.

39.1 Determine o valor da resistência interna da fonte.

39.2 Determine o valor da tensão que existe entre os terminais da fonte quando esta alimenta uma resistência de 8Ω .

39.3 Determine o valor máximo da potência entregue por esta fonte a uma carga resistiva.

39.4 Verifique se esta fonte se aproxima mais de uma fonte ideal de tensão ou de uma fonte ideal de corrente, quando alimenta uma carga que pode variar entre 50Ω e 100Ω .

40. Uma fonte linear de energia possui uma resistência interna de 10Ω . O valor máximo da potência que esta fonte pode entregar a uma carga resistiva é $1000W$.

40.1 Determine o valor da tensão que existe entre os terminais da fonte quando esta se encontra em vazio.

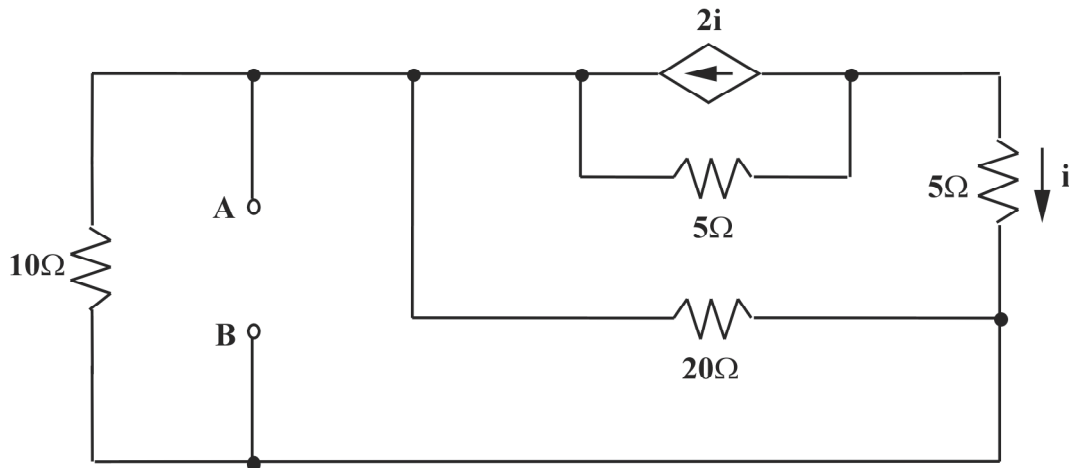
40.2 Determine o valor da corrente de curto-circuito desta fonte.

40.3 Determine o valor da resistência de carga quando a tensão que existe entre os terminais da fonte é de $160V$.

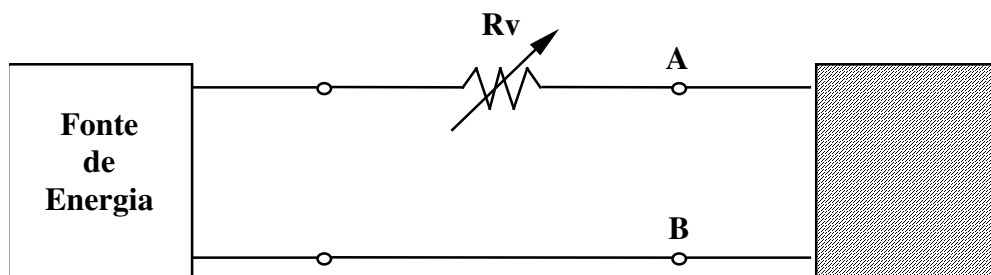
40.4 Determine o valor da resistência de carga quando a corrente debitada pela fonte é de $5A$.

41. Uma fonte de energia apresenta, em aberto, uma tensão de **10V** nos seus terminais. Se curto-circuitada com um condutor de resistência desprezável, a mesma fonte debita uma corrente de **1mA**.

41.1 Utilize o teorema de Thévenin para determinar se esta fonte recebe energia do circuito da figura ou lhe fornece energia quando ligada entre os terminais **A** e **B**.



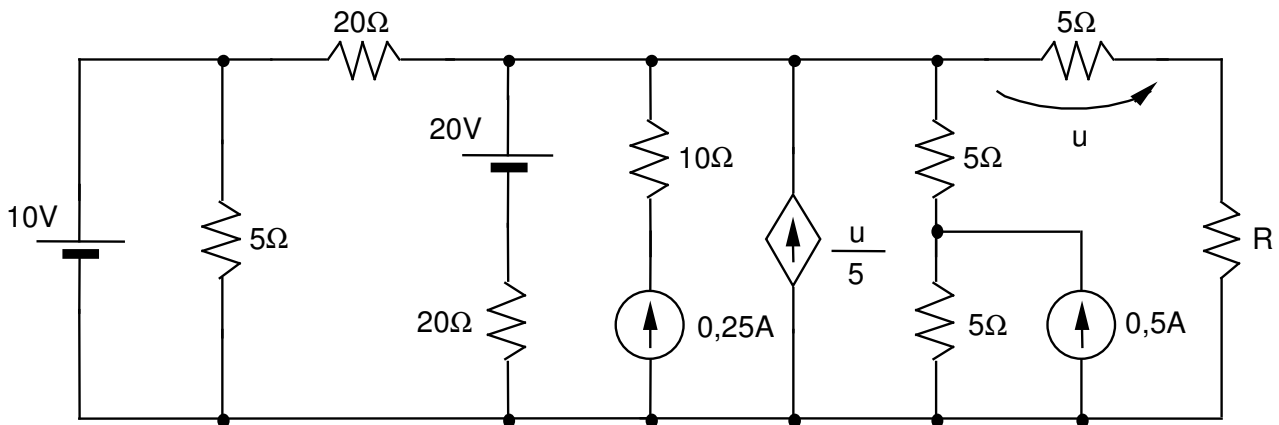
41.2 De acordo com a figura seguinte, entre a fonte e o circuito já estudado coloca-se uma resistência ajustável **R_v**, cujo valor pode variar entre **0Ω** e **5Ω**. Do ponto de vista da nova carga assim constituída, verifique se a fonte de energia se aproxima mais de uma fonte ideal de tensão ou de uma fonte ideal de corrente.



42. Relativamente ao circuito da figura:

42.1 Calcule R de modo a que a potência em jogo nesta resistência seja de $2W$.

42.2 Calcule o valor de R de modo a que a potência que o circuito lhe fornece tenha o maior valor possível. Determine o valor dessa potência.

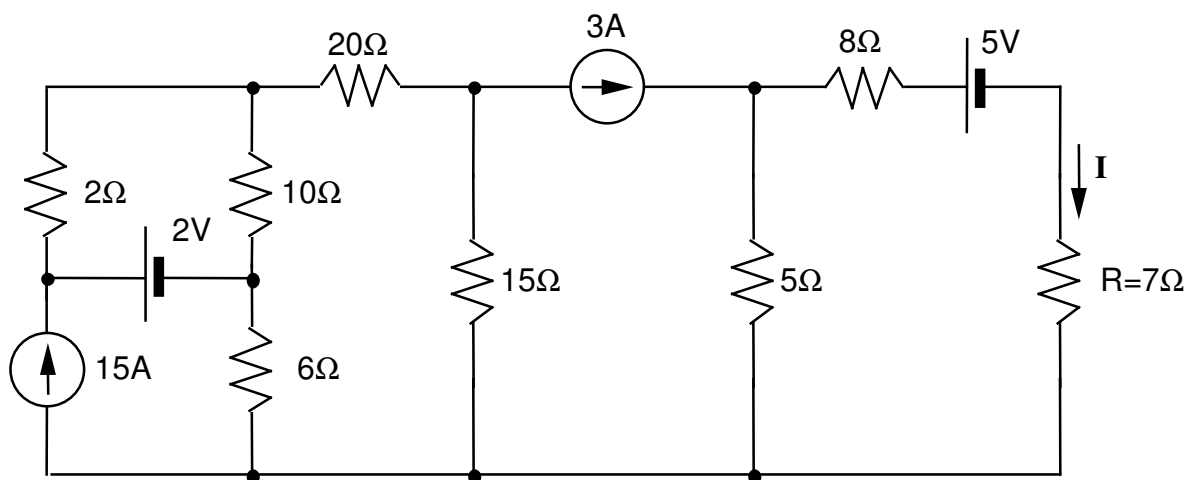


43. Relativamente ao circuito da figura:

43.1 Calcule o valor da potência em jogo em $R = 7\Omega$.

43.2 Calcule o valor de R por forma a que $I = 0,25A$.

43.3 Justifique a escolha do método de resolução adoptado, bem como eventuais simplificações que efectuar.



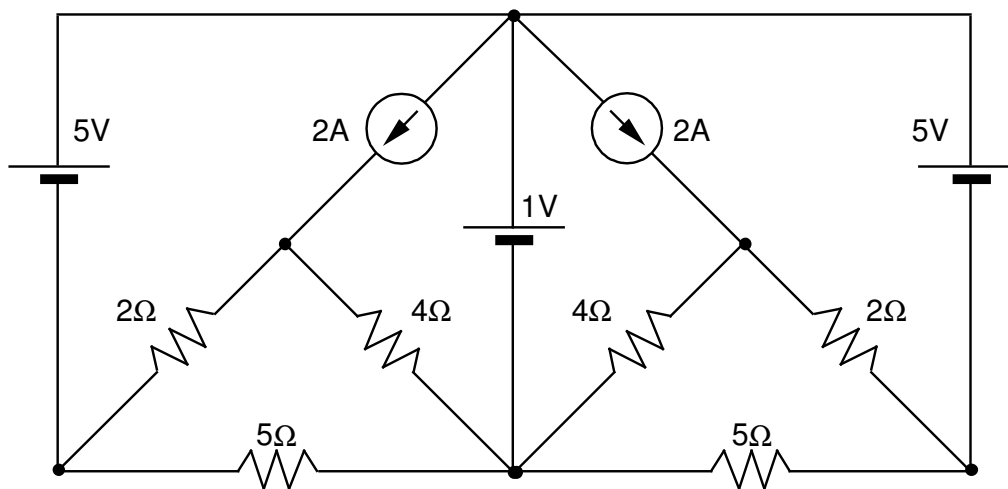
44. Relativamente ao circuito da figura (que é simétrico relativamente à fonte de 1V):

44.1 Indique os componentes que fornecem energia ao circuito.

44.2 Indique os componentes que recebem energia do circuito.

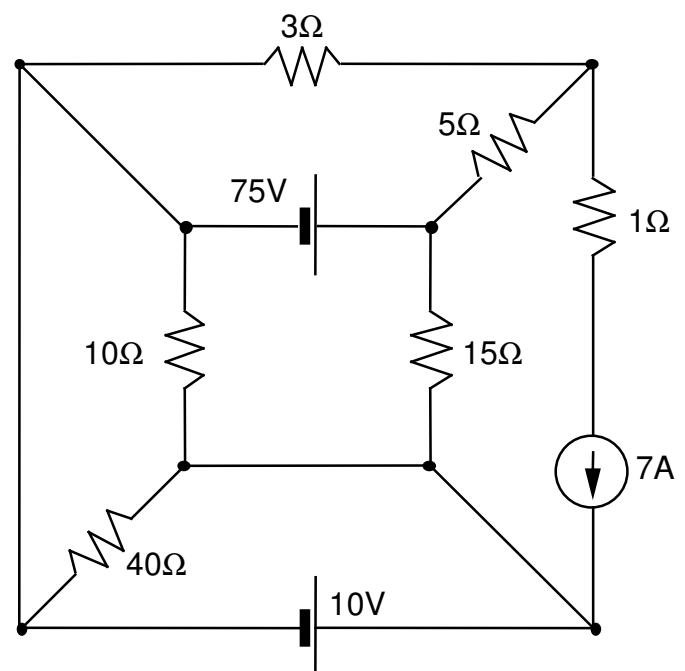
44.3 Calcule o valor da potência em jogo em cada componente do circuito.

44.4 Justifique a escolha do método de resolução adoptado, bem como eventuais simplificações que efectuar.



45. Verifique se a fonte ideal de corrente recebe energia do circuito ou lhe fornece energia. Calcule o valor da potência em jogo nessa fonte.

45.1 Justifique a escolha do método de resolução adoptado, bem como eventuais simplificações que efectuar.



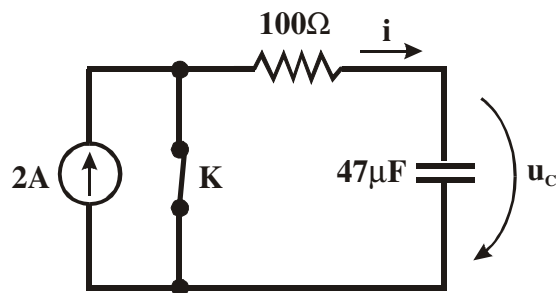
48. No circuito da figura, o interruptor K encontra-se inicialmente fechado. No instante $t = t_0$, verifica-se que $u_C = 0V$. O interruptor é aberto nesse instante e novamente fechado 5ms depois. Determine:

48.1 o primeiro instante depois de t_0 em que $u_C = 100V$.

48.2 o valor máximo de u_C .

48.3 o valor de u_C no instante $t = t_0 + 7ms$.

48.4 o valor de i no instante $t = t_0 + 7ms$.



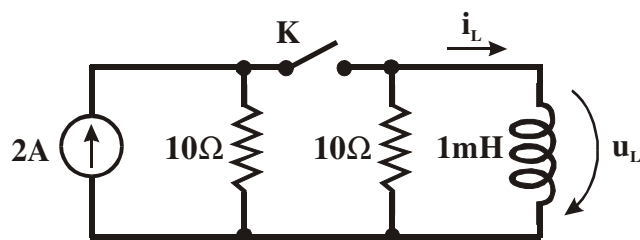
49. No circuito da figura, o interruptor K encontra-se inicialmente aberto. No instante $t = t_0$, verifica-se que $i_L = 0A$. O interruptor é fechado nesse instante e novamente aberto 0,3ms depois. Determine:

49.1 o equivalente de Thévenin do circuito que alimenta a bobina quando K está fechado.

49.2 o primeiro instante depois de t_0 em que $i_L = 1A$.

49.3 o valor de i_L no instante $t = t_0 + 0,3ms$.

49.4 o valor de u_L no instante $t = t_0 + 0,45ms$.



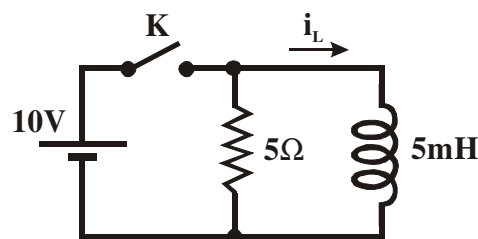
50. No circuito da figura, o interruptor K encontra-se inicialmente aberto. No instante $t = t_0$, verifica-se que $i_L = 0A$. O interruptor é fechado nesse instante e novamente aberto 10ms depois. Determine:

50.1 o primeiro instante depois de t_0 em que $i_L = 10A$.

50.2 o valor máximo de i_L .

50.3 o valor de i_L no instante $t = t_0 + 11,5ms$.

50.4 o valor da tensão na resistência no instante $t = t_0 + 11,5ms$ (marque na figura o sentido desta tensão).



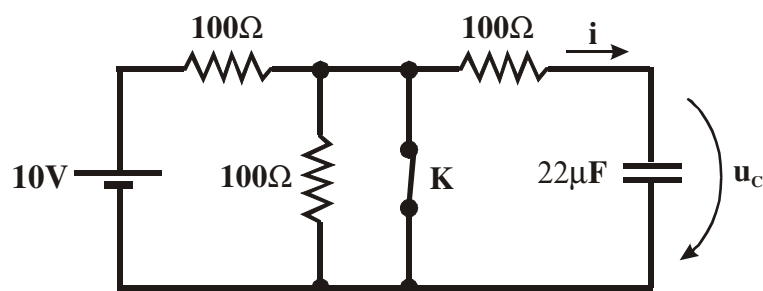
51. No circuito da figura, o interruptor K encontra-se inicialmente fechado. No instante $t = t_0$, verifica-se que $u_C = 0V$. O interruptor é aberto nesse instante e novamente fechado 6,6ms depois. Determine:

51.1 o equivalente de Thévenin do circuito que alimenta o condensador quando K está aberto.

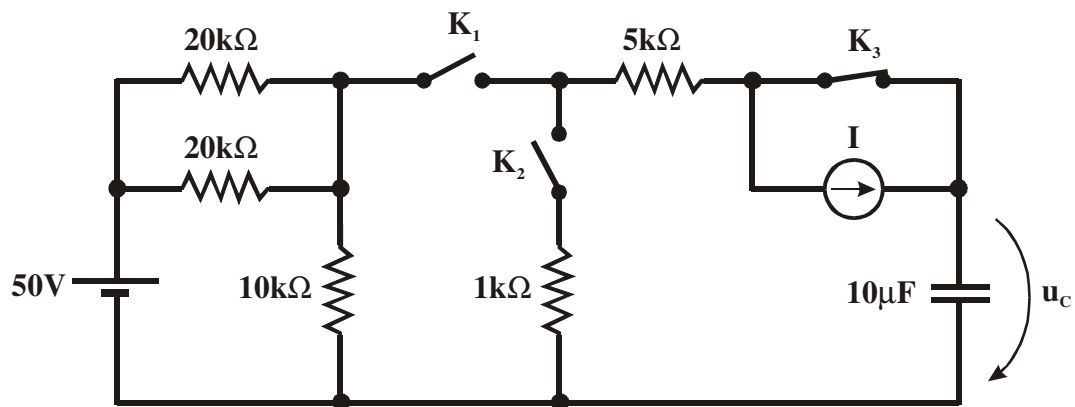
51.2 o primeiro instante depois de t_0 em que $u_C = 1V$.

51.3 o valor de u_C no instante $t = t_0 + 6,6ms$.

51.4 o valor de i no instante $t = t_0 + 8,8ms$.



52. Preencha os quadros anexos à figura.



K_1 fechado	K_2 aberto	K_3 fechado
Tensão de Thévenin do circuito ligado ao condensador		
Resistência de Thévenin do circuito ligado ao condensador		
Constante de tempo do circuito		
Valor de u_C em regime permanente		

K_1 aberto	K_2 aberto	K_3 fechado
Resistência de Thévenin do circuito ligado ao condensador		

-	-	K_3 aberto
---	---	--------------

Resistência de Thévenin do circuito ligado ao condensador		
---	--	--

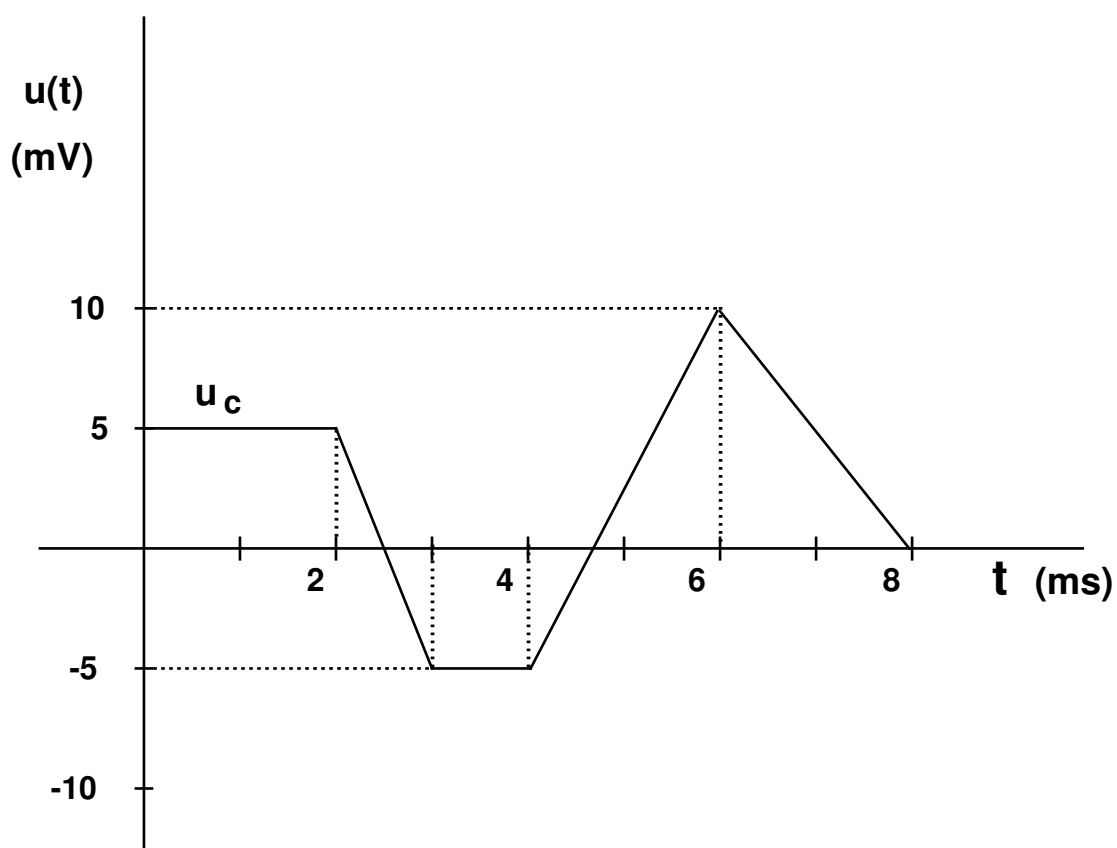
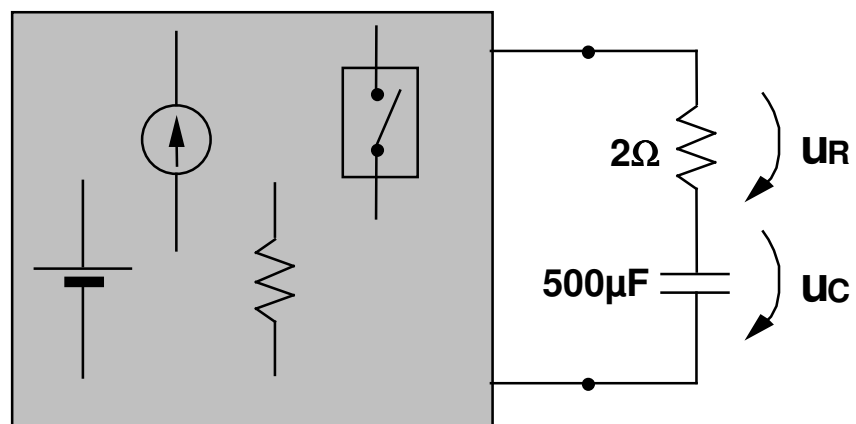
K_1 aberto	K_2 fechado	K_3 fechado
Tensão de Thévenin do circuito ligado ao condensador		
Resistência de Thévenin do circuito ligado ao condensador		
Constante de tempo do circuito		
Valor de u_C em regime permanente		

- **Condições iniciais:**
 K_1 aberto, K_2 aberto, K_3 fechado e $u_C = 0$.
- K_1 é fechado no instante t_0 e aberto 250ms depois.
- K_2 é fechado no instante $t_0 + 500\text{ms}$.
- K_3 é aberto no instante $t_0 + 600\text{ms}$ e fechado quando u_C atinge 20V.

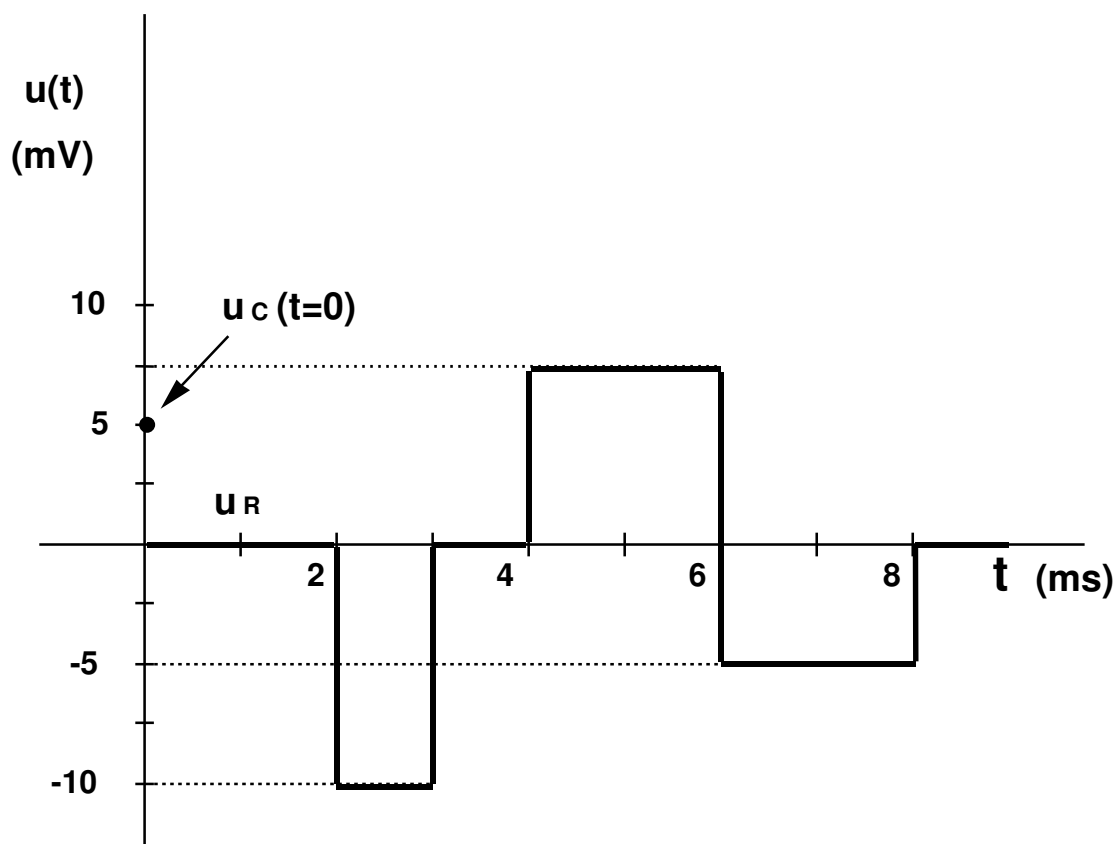
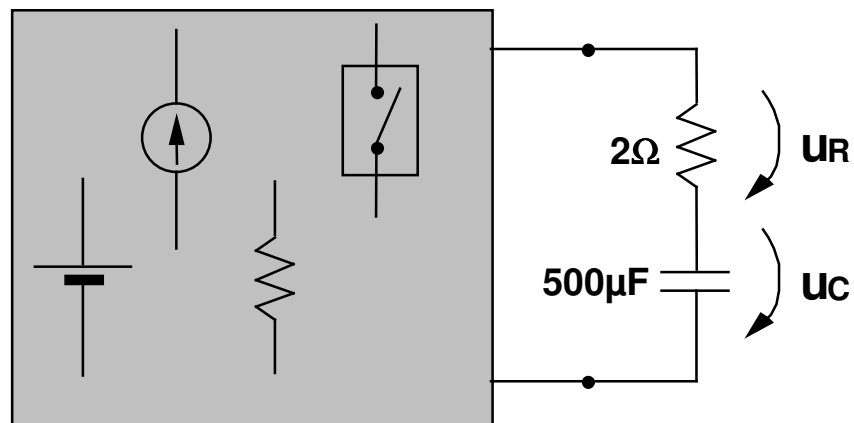
K_1 fechado	K_2 fechado	K_3 fechado
Tensão de Thévenin do circuito ligado ao condensador		
Resistência de Thévenin do circuito ligado ao condensador		
Constante de tempo do circuito		
Valor de u_C em regime permanente		

Valor máximo efectivamente atingido por u_C	
Valor de u_C no instante $t_0 + 51\text{ms}$	
Instante em que u_C atinge pela segunda vez o valor 15V	
Valor de I tal que K_3 permaneça aberto 50ms	

53. Esboce o gráfico da tensão $u_R(t)$.



54. No instante $t = 0$ o condensador encontra-se carregado com uma tensão de 5mV. Esboce o gráfico da tensão $u_C(t)$.



55. O condensador **C** carrega-se quando se fecha o interruptor **INT** e descarrega-se quando se abre esse interruptor. O gráfico mostra a corrente na resistência **R₂** em função do tempo.

55.1 No mesmo sistema de eixos desenhe o gráfico da corrente i_c no condensador.

55.2 Suponha que:

$$E = 12V$$

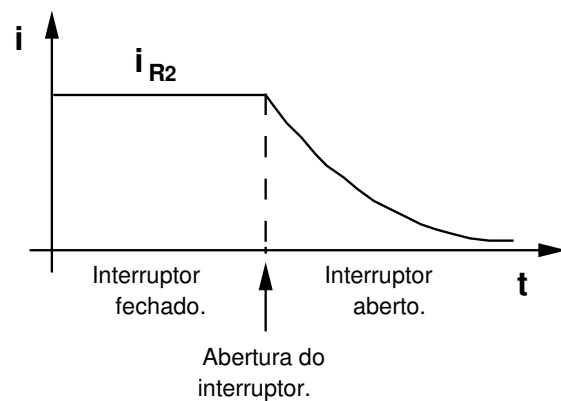
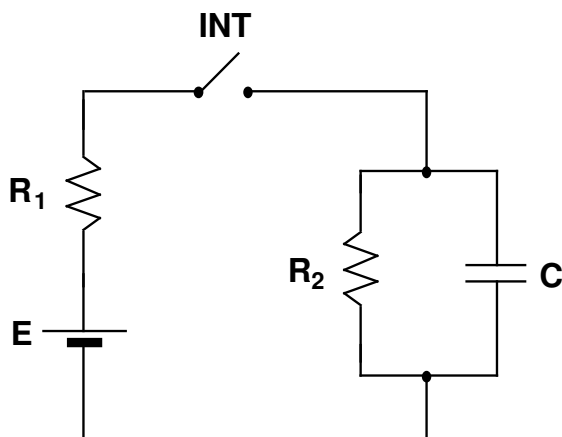
$$R_1 = 10k\Omega$$

$$R_2 = 5k\Omega$$

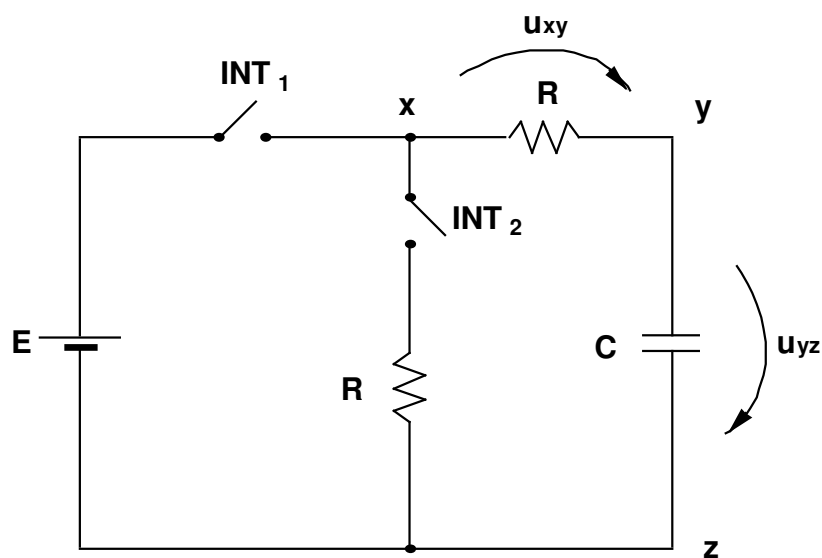
$$C = 1000\mu F$$

55.2.1 Calcule o valor inicial de i_{R2} (imediatamente antes de se abrir o interruptor).

55.2.2 Calcule o valor da tensão presente nos terminais do condensador 8 segundos depois de o interruptor ter sido aberto.

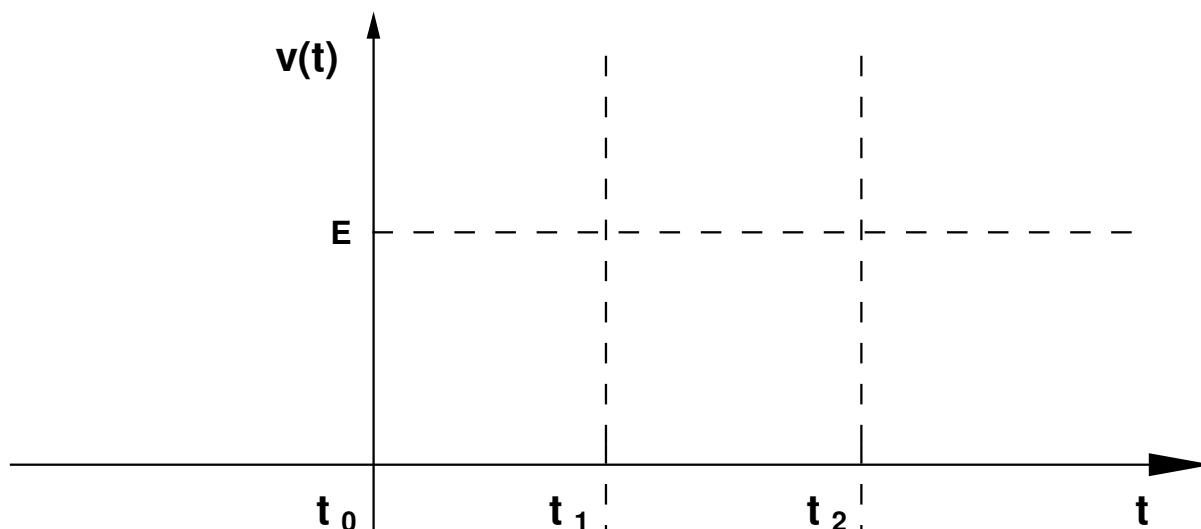


56. Desenhe os gráficos da variação no tempo das tensões u_{xy} e u_{yz} , indicando os valores máximos e mínimos.



Estado inicial (antes de t_0):

- C descarregado.
- **INT₁** e **INT₂** abertos.



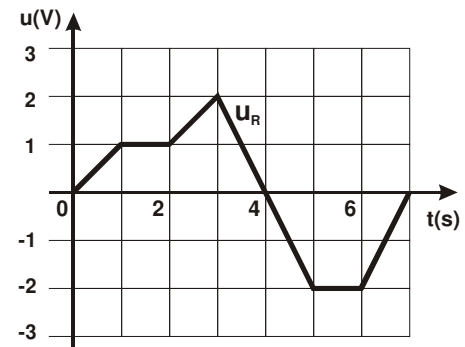
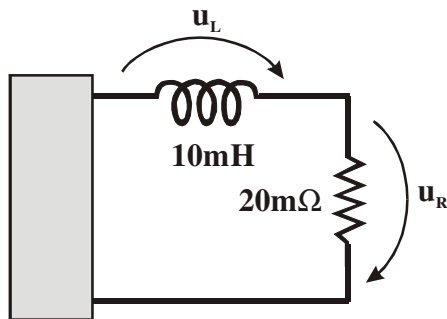
INT 1	A	Fecho	F	Abertura	A	A
INT 2	A	A	A	Fecho	F	

A - Interruptor aberto.

F - Interruptor fechado.

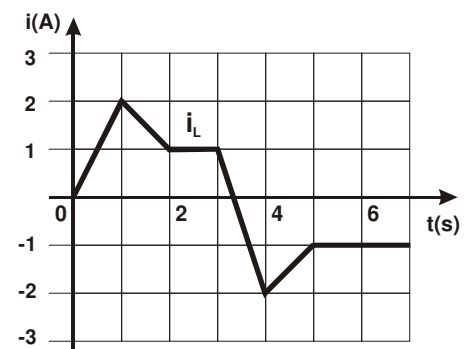
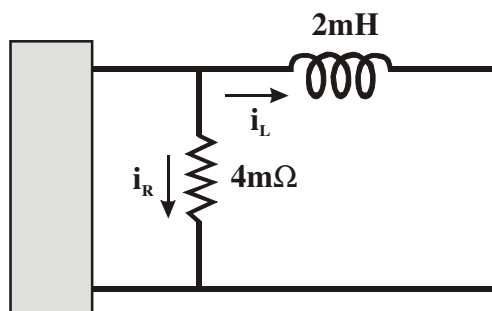
57. No gráfico está representado um período completo da tensão periódica u_R .

57.1 Desenhe, no mesmo gráfico, a evolução temporal da tensão u_L .



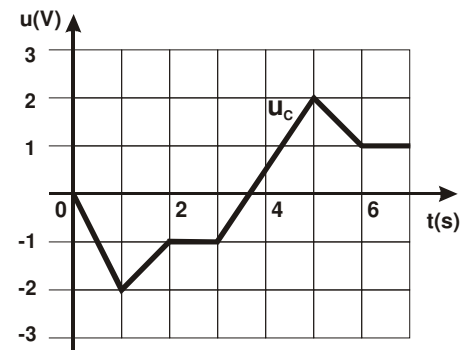
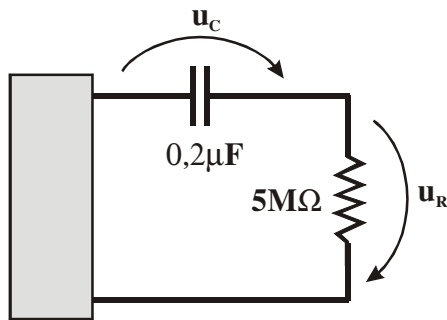
58. No gráfico está representado um período completo da corrente periódica i_L .

58.1 Desenhe, no mesmo gráfico, a evolução temporal da corrente i_R .



59. No gráfico está representado um período completo da tensão periódica u_C .

59.1 Desenhe, no mesmo gráfico, a evolução temporal da tensão u_R .



60. No gráfico está representado um período completo da corrente periódica i_R .

60.1 Desenhe, no mesmo gráfico, a evolução temporal da corrente i_C .

