



WYDZIAŁ ELEKTRONIKI,
TELEKOMUNIKACJI
I INFORMATYKI



Obwody i sygnały

dr inż. Kamil Stawiarski

5 czerwca 2026



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Ćwiczenia 1

Ćwiczenia 2

Ćwiczenia 3

Ćwiczenia 4

Ćwiczenia 5

Ćwiczenia 6

Ćwiczenia 7

Ćwiczenia 8

Ćwiczenia 9

Ćwiczenia 10

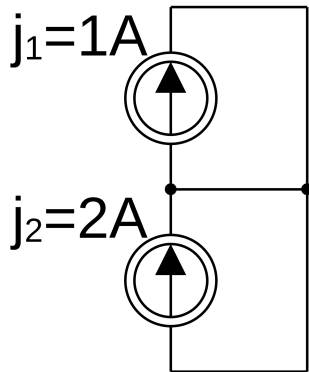
Ćwiczenia 11

Ćwiczenia 12

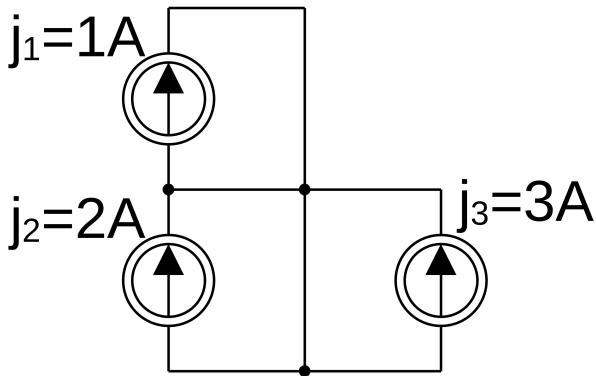
Ćwiczenia 13

Ćwiczenia 14

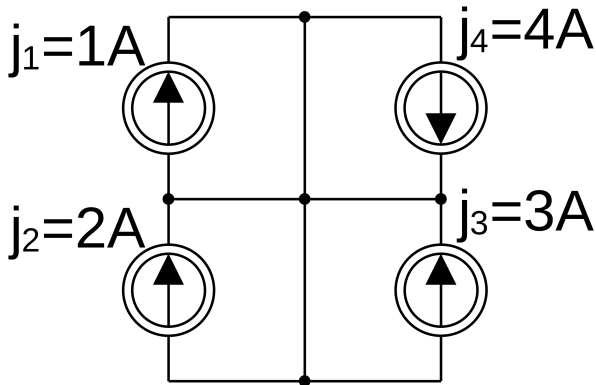
Ćwiczenia 1



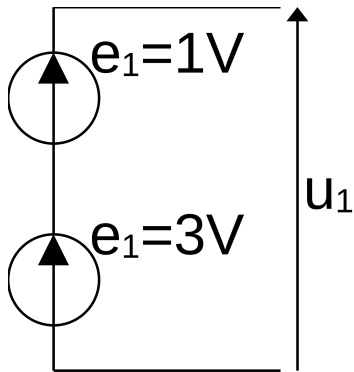
Rysunek: [Zadanie 1](#). Oblicz wszystkie prądy.



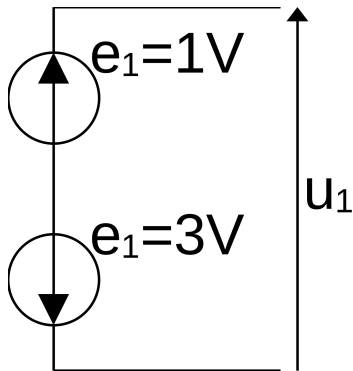
Rysunek: [Zadanie 2](#). Oblicz wszystkie prądy.



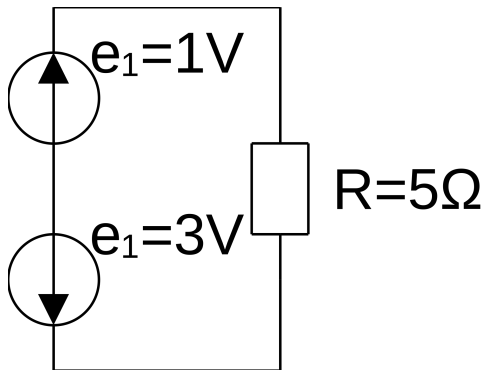
Rysunek: [Zadanie 3](#). Oblicz wszystkie prądy.



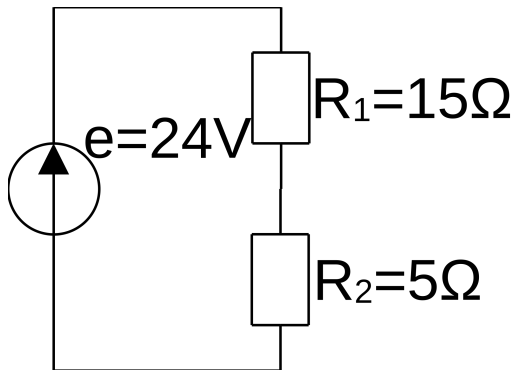
Rysunek: Zadanie 4. Oblicz napięcie u_1 .



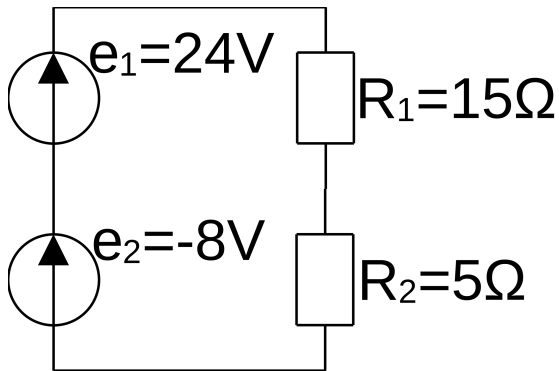
Rysunek: Zadanie 5. Oblicz napięcie u_1 .



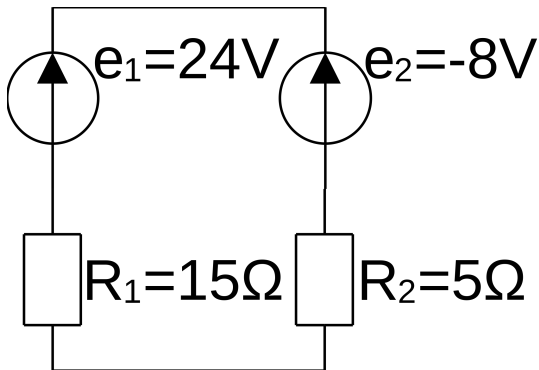
Rysunek: Zadanie 6. Oblicz napięcie i prąd rezystora, wykonaj bilans mocy.



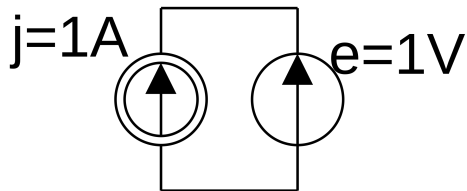
Rysunek: Zadanie 7. Oblicz napięcia i natężenia rezystorów, wykonaj bilans mocy.



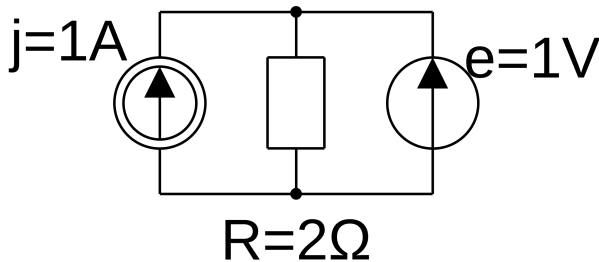
Rysunek: Zadanie 8. Oblicz napięcia i natężenia rezystorów, wykonaj bilans mocy.



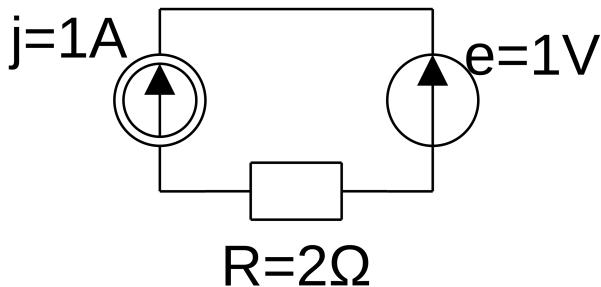
Rysunek: Zadanie 9. Oblicz napięcia i natężenia rezystorów, wykonaj bilans mocy.



Rysunek: [Zadanie 10](#). Wykonaj bilans mocy.

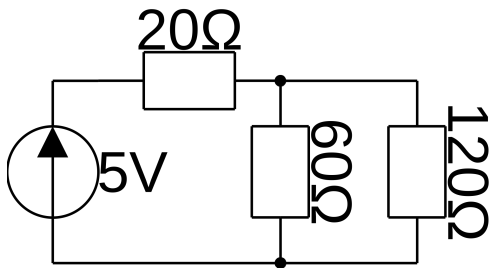


Rysunek: Zadanie 11. Wykonaj bilans mocy.

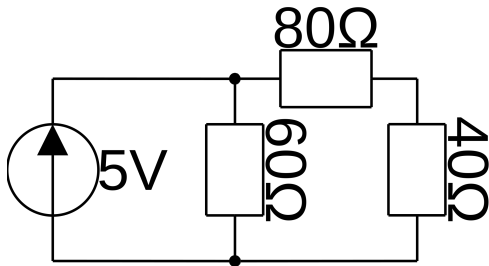


Rysunek: [Zadanie 12](#). Wykonaj bilans mocy.

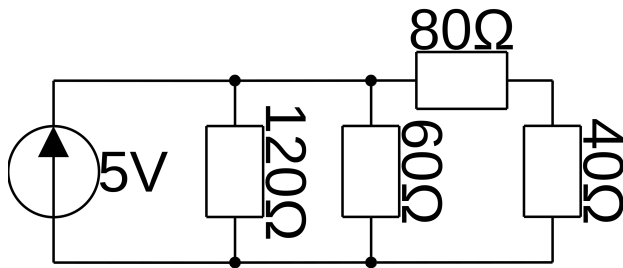
Ćwiczenia 2



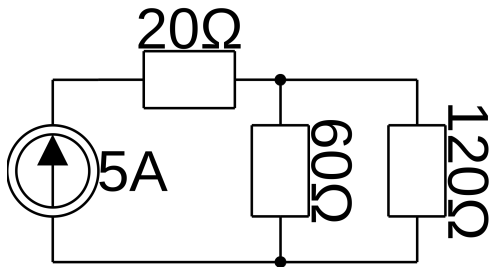
Rysunek: Zadanie 1. Oblicz wszystkie napięcia i prądy.



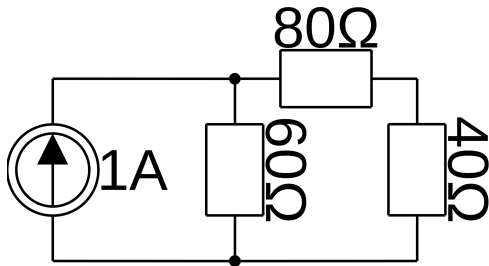
Rysunek: Zadanie 2. Oblicz wszystkie napięcia i prądy.



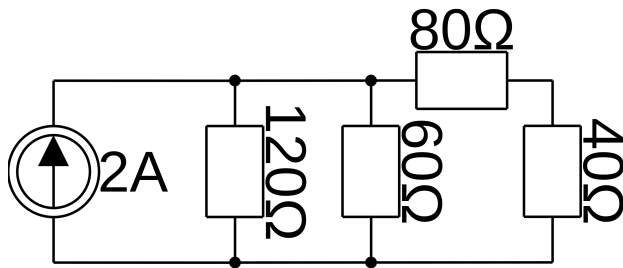
Rysunek: Zadanie 3. Oblicz wszystkie napięcia i prądy.



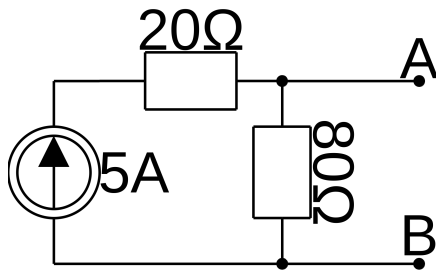
Rysunek: Zadanie 4. Oblicz wszystkie napięcia i prądy.



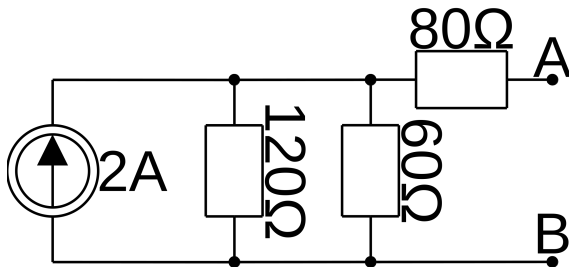
Rysunek: Zadanie 5. Oblicz wszystkie napięcia i prądy.



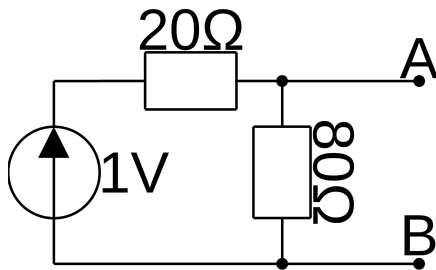
Rysunek: Zadanie 6. Oblicz wszystkie napięcia i prądy.



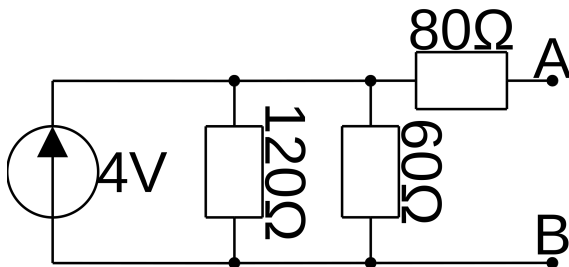
Rysunek: Zadanie 7. Znajdź zastępcze źródła Thevenina i Nortona z perspektywy wyprowadzeń A i B.



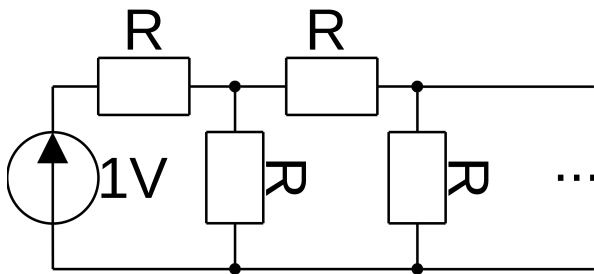
Rysunek: Zadanie 8. Znajdź zastępcze źródła Thevenina i Nortona z perspektywy wyprowadzeń A i B.



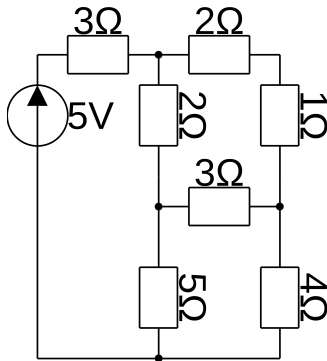
Rysunek: Zadanie 9. Znajdź zastępcze źródła Thevenina i Nortona z perspektywy wyprowadzeń A i B.



Rysunek: Zadanie 10. Znajdź zastępcze źródła Thevenina i Nortona z perspektywy wyprowadzeń A i B.

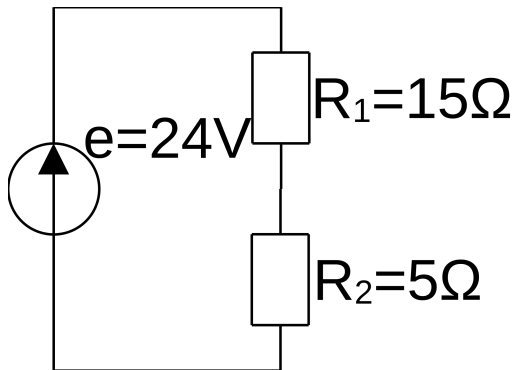


Rysunek: Zadanie 11. Znajdź prąd pobierany z źródła napięciowe.

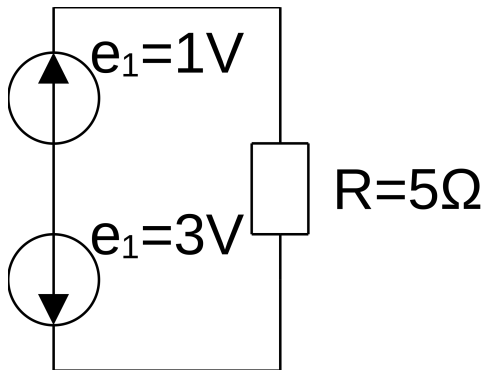


Rysunek: Zadanie 12. Wykonaj bilans mocy.

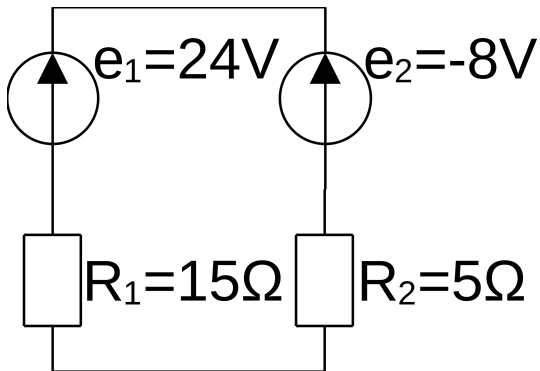
Ćwiczenia 3



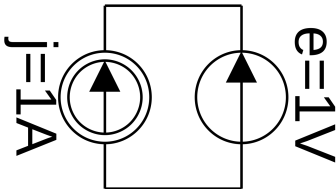
Rysunek: Zadanie 1. Wykonaj bilans mocy.



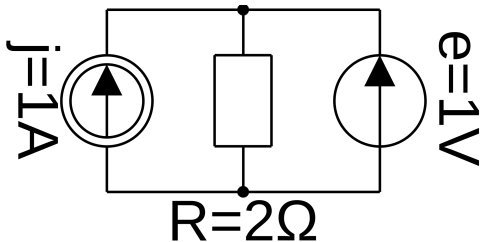
Rysunek: Zadanie 2. Wykonaj bilans mocy.



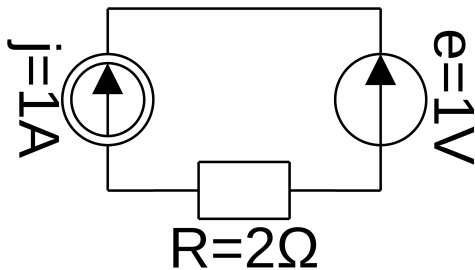
Rysunek: Zadanie 3. Wykonaj bilans mocy.



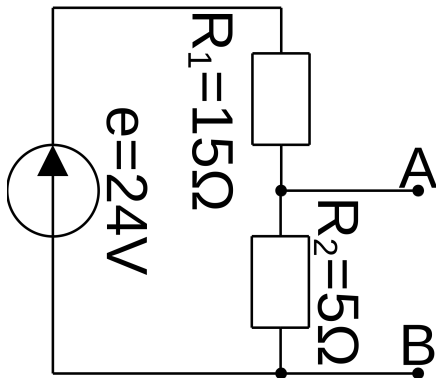
Rysunek: [Zadanie 4](#). Wykonaj bilans mocy.



Rysunek: Zadanie 5. Wykonaj bilans mocy.

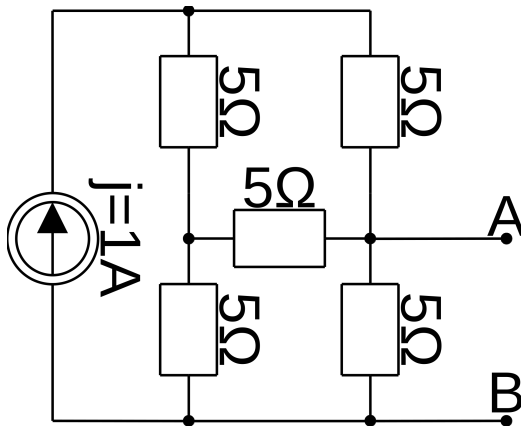


Rysunek: Zadanie 6. Wykonaj bilans mocy.



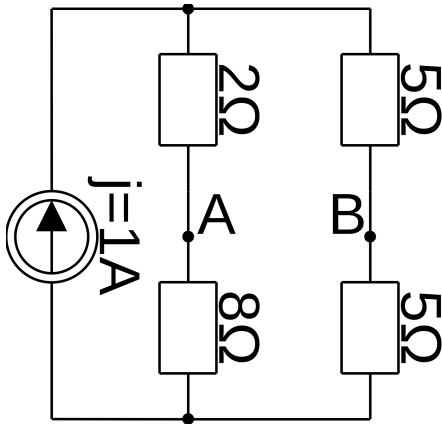
Rysunek: Zadanie 7. Znajdź zastępcze źródła Thevenina i Nortona z perspektywy wyprowadzeń A i B.

Zadanie 8



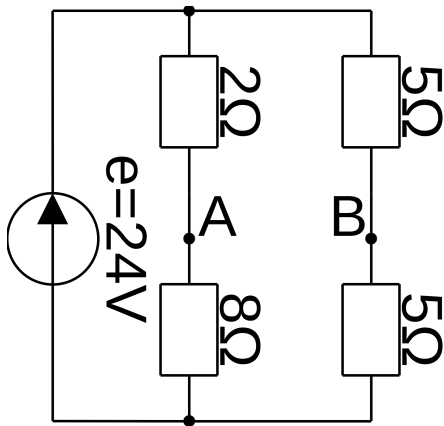
Rysunek: Zadanie 8. Znajdź zastępcze źródła Thevenina i Nortona z perspektywy wyprowadzeń A i B.

Zadanie 9

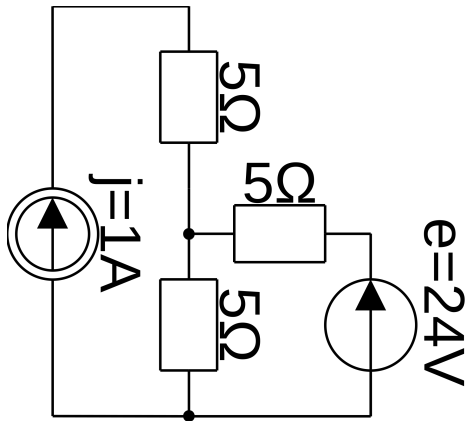


Rysunek: Zadanie 9. Znajdź zastępcze źródła Thevenina i Nortona z perspektywy wyprowadzeń A i B.

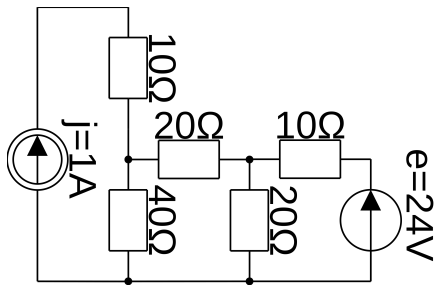
Zadanie 10



Rysunek: Zadanie 10. Znajdź zastępcze źródła Thevenina i Nortona z perspektywy wyprowadzeń A i B.

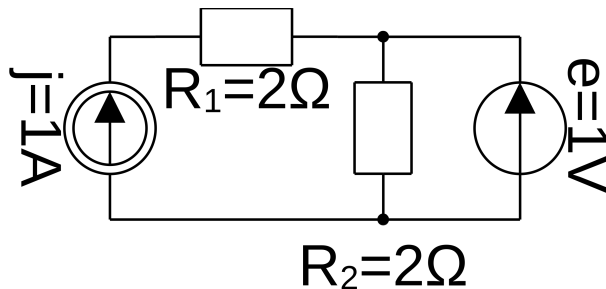


Rysunek: Zadanie 11. Wykonaj bilans mocy. Użyj metody zamiany źródeł.

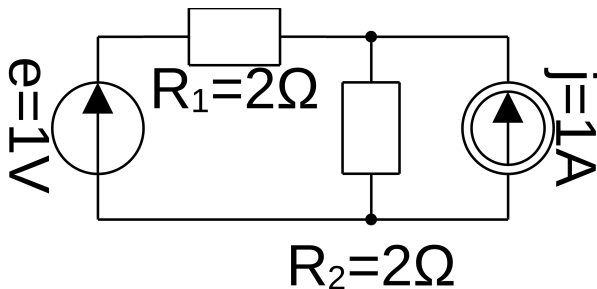


Rysunek: Zadanie 12. Wykonaj bilans mocy. Użyj metody zamiany źródeł.

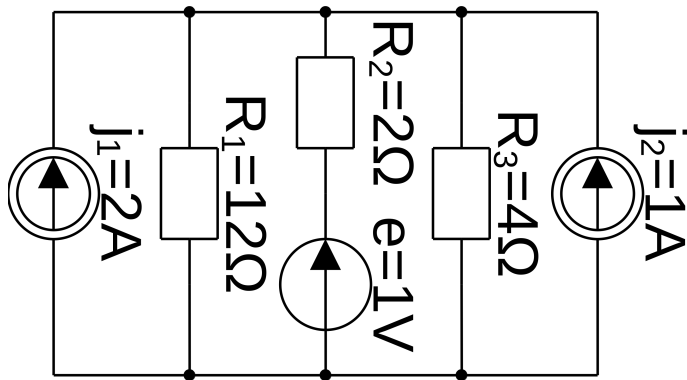
Ćwiczenia 4



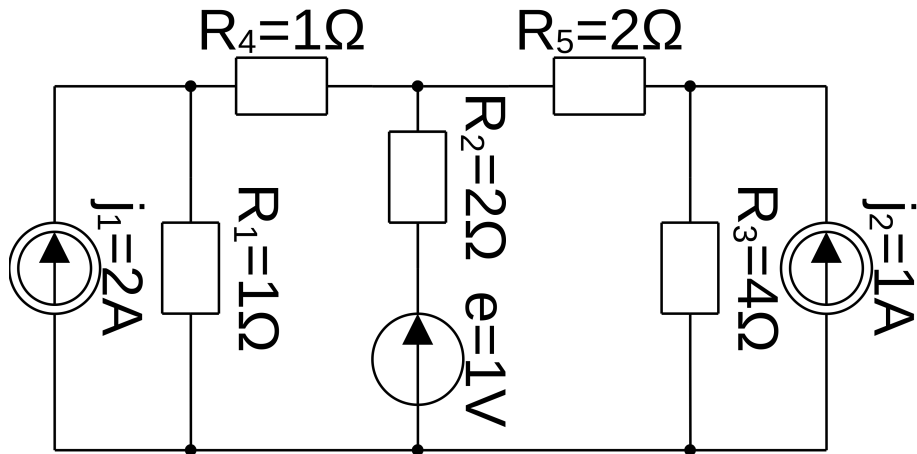
Rysunek: Zadanie 1. Wykonaj bilans mocy.

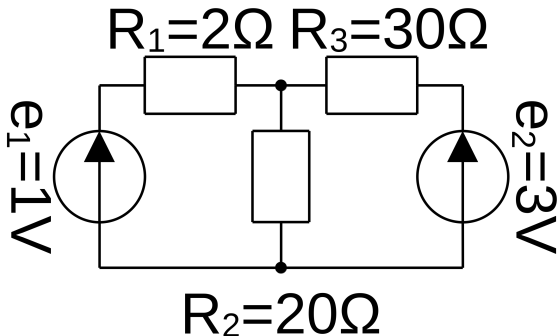


Rysunek: Zadanie 2. Wykonaj bilans mocy.

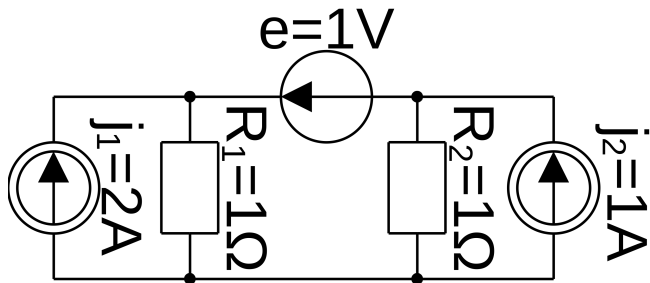


Rysunek: Zadanie 3. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

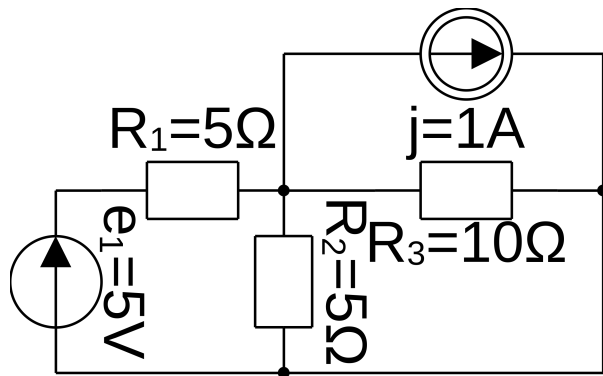




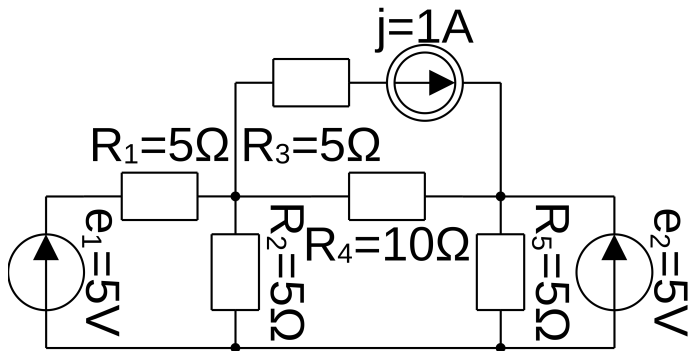
Rysunek: Zadanie 5. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



Rysunek: Zadanie 6. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

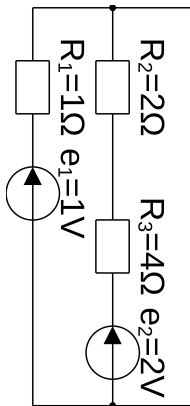


Rysunek: Zadanie 7. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

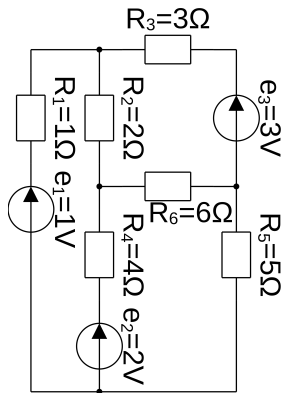


Rysunek: Zadanie 8. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

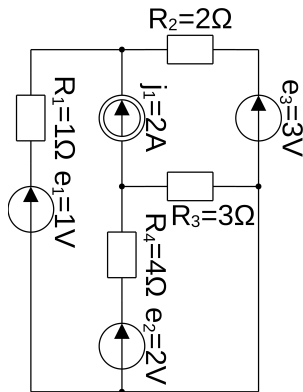
Ćwiczenia 5



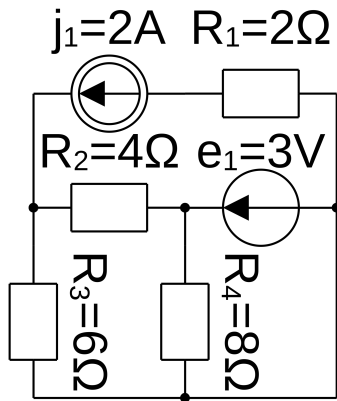
Rysunek: Zadanie 1. Wykonaj bilans mocy.



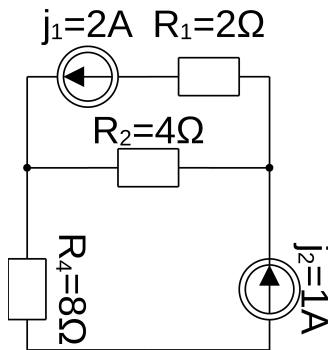
Rysunek: Zadanie 2. Wykonaj bilans mocy.



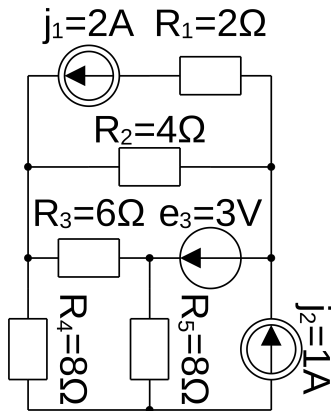
Rysunek: Zadanie 3. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



Rysunek: Zadanie 4. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

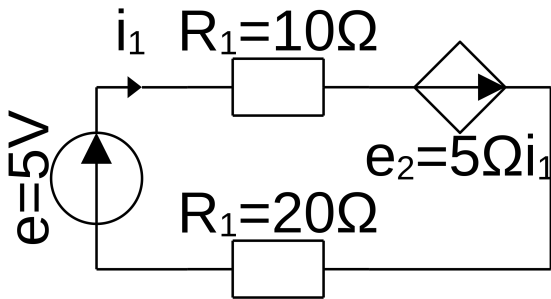


Rysunek: Zadanie 5. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

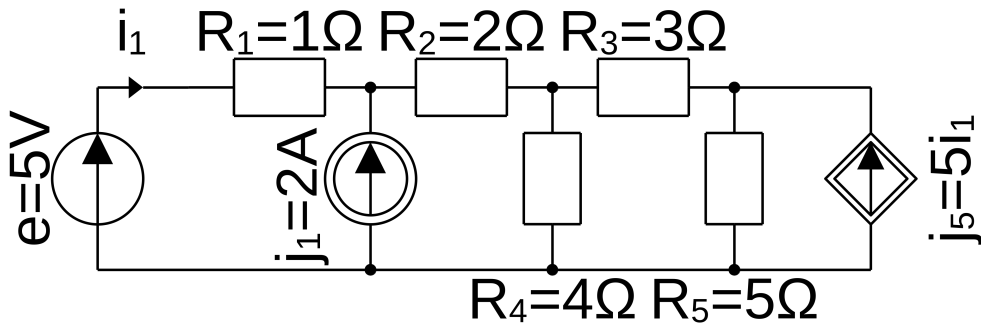


Rysunek: Zadanie 6. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

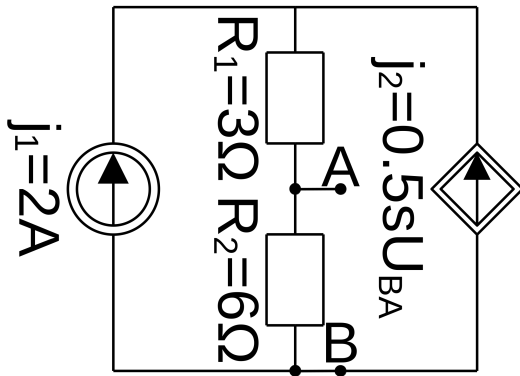
Ćwiczenia 6



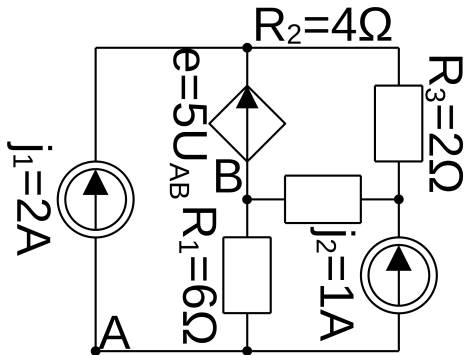
Rysunek: Zadanie 1. Wykonaj bilans mocy.



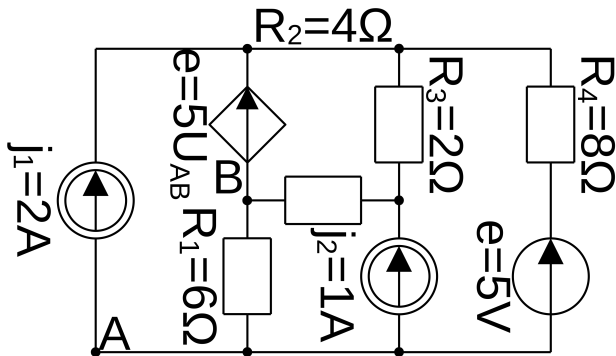
Rysunek: Zadanie 2. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



Rysunek: Zadanie 3. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

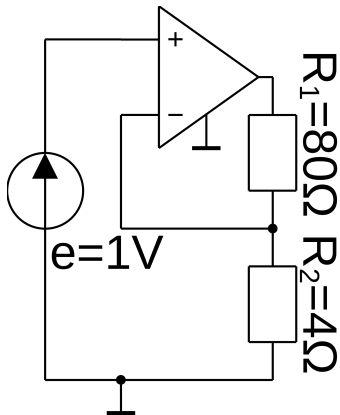


Rysunek: Zadanie 4. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

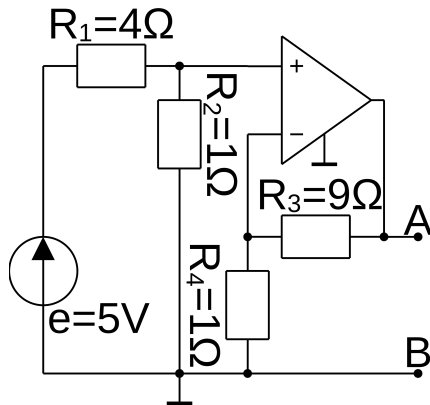


Rysunek: Zadanie 5. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

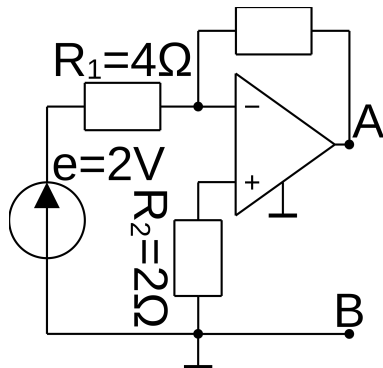
Ćwiczenia 7



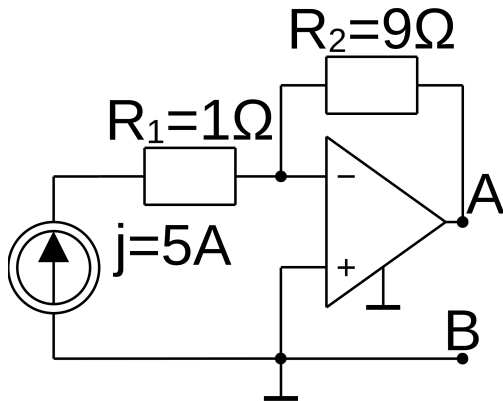
Rysunek: Zadanie 1. Wykonaj bilans mocy.



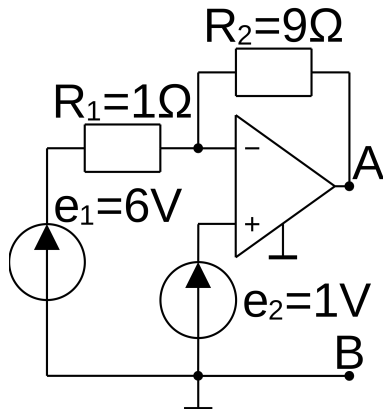
Rysunek: Zadanie 2. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



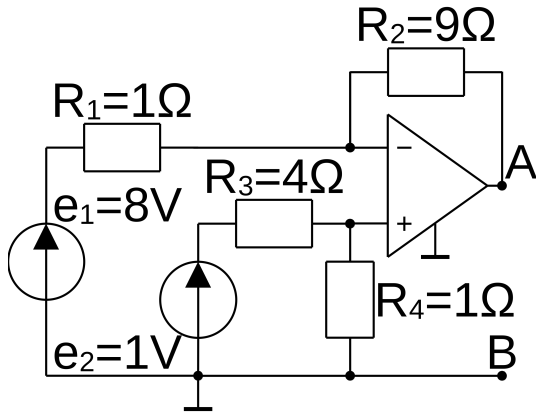
Rysunek: Zadanie 3. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



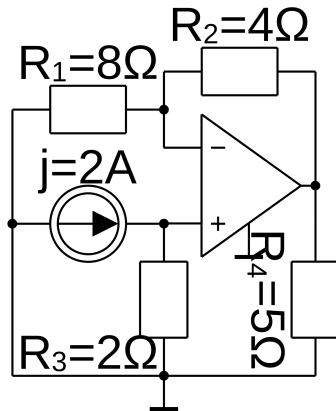
Rysunek: Zadanie 4. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



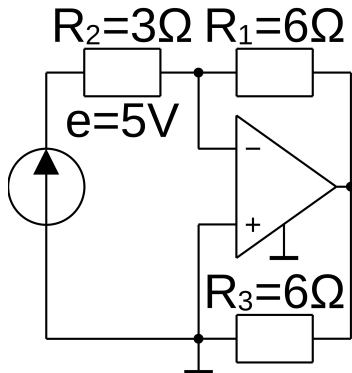
Rysunek: Zadanie 5. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



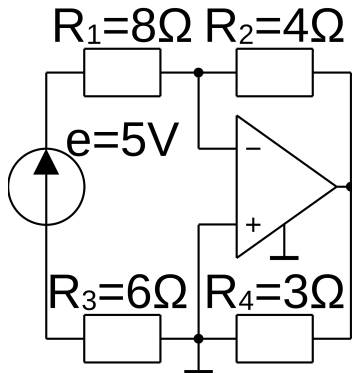
Rysunek: Zadanie 6. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



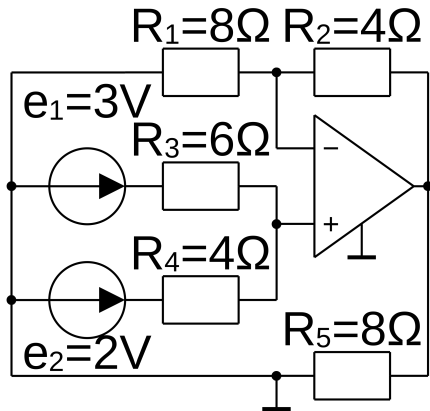
Rysunek: Zadanie 7. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



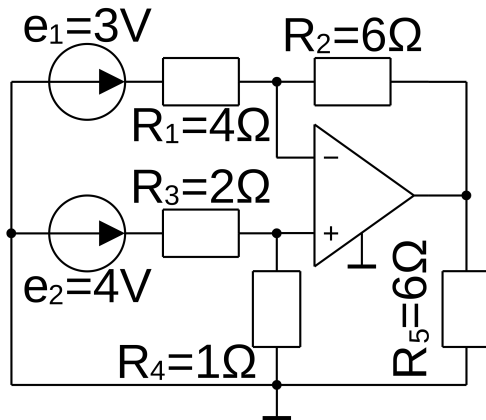
Rysunek: Zadanie 8. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



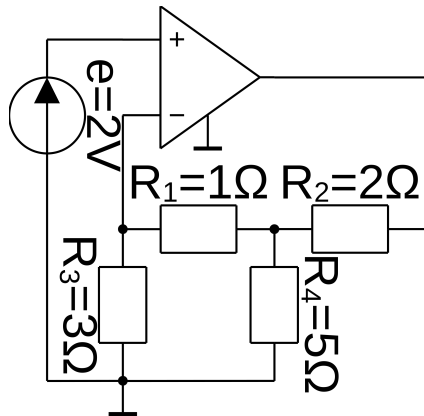
Rysunek: Zadanie 9. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



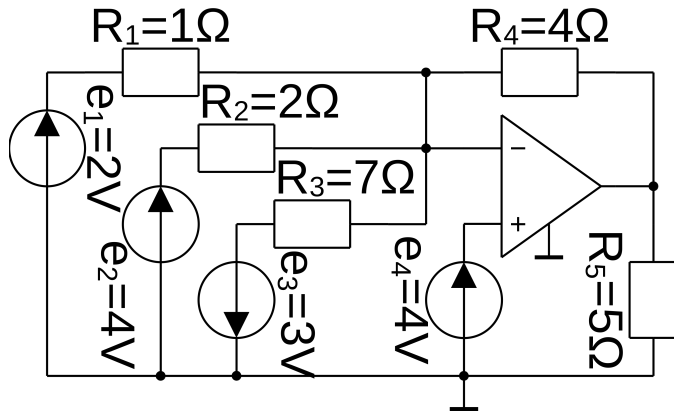
Rysunek: Zadanie 10. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



Rysunek: Zadanie 11. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



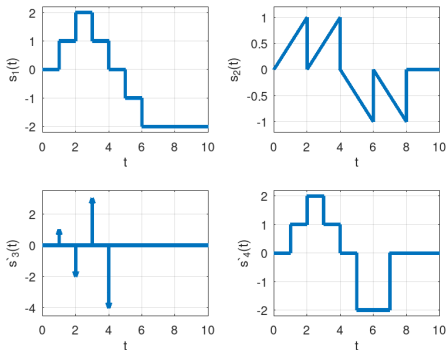
Rysunek: Zadanie 12. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.



Rysunek: Zadanie 13. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach.

Ćwiczenia 8

Zadanie 1



Rysunek: Określ $s_1(t)$, $s_1'(t)$, $s_2(t)$, $s_2'(t)$, $s_3(t)$, $s_3'(t)$, $s_4(t)$, $s_4'(t)$. Narysuj $s_1'(t)$, $s_2'(t)$, $s_3(t)$, $s_4(t)$.

Oblicz $s_1'(t)$, $s_2'(t)$, $s_3(t)$, $s_4(t)$.

Narysuj $s_1(t)$, $s_1'(t)$, $s_2(t)$, $s_2'(t)$, $s_3(t)$, $s_3'(t)$, $s_4(t)$, $s_4'(t)$.

- $s_1(t) = \mathbf{1}(t - 1) - 2\mathbf{1}(t - 2) + \mathbf{1}(t - 3)$
- $s_2(t) = t\mathbf{1}(t - 1) - \delta(t - 2) - 2t\mathbf{1}(t - 3) + t\mathbf{1}(t - 4)$
- $s_3'(t) = \delta(t) + \delta(t - 1) - 2\delta(t - 3)$
- $s_4'(t) = \mathbf{1}(t - 1) + \delta(t - 1) - \mathbf{1}(t - 2) - 3\delta(t - 3)$

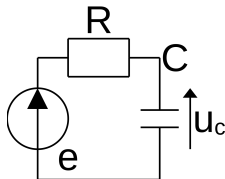
Oblicz prostą transformatę Laplaca

- $f_1(t) = 5e^{-2t}$
- $f_2(t) = 2 - 2e^{-9t}$
- $f_3(t) = 3\sin(5t)$
- $f_4(t) = 4e^{-2t}\sin(6t)$
- $f_5(t) = t\sin(10t)$
- $f_6(t) = 2t\cos(6t)$
- $f_7(t) = te^{-3t}\cos(3t)$

Oblicz odwrotną transformatę Laplace'a

- $F_1(s) = \frac{1}{s(s+3)}$
- $F_2(s) = \frac{s}{(s+9)^2}$
- $F_3(s) = \frac{s}{(s+3)(s^2+4s+29)}$
- $F_4(s) = \frac{s}{(s^2+9)^2}$

Ćwiczenia 9



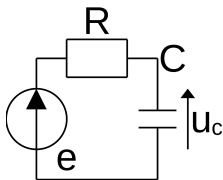
$$e(t)=1(t)V$$

$$R=10\Omega$$

$$C=1mF$$

$$u_c(0^-)=0V$$

Rysunek: Zadanie 1. Oblicz napięcie na kondensatorze.



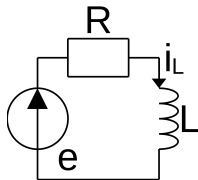
$$e(t)=51(t)V$$

$$R=10\Omega$$

$$C=1mF$$

$$u_c(0^-)=10V$$

Rysunek: Zadanie 2. Oblicz napięcie na kondensatorze.



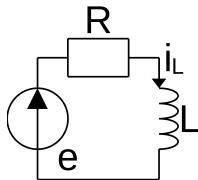
$$e(t)=101(t)V$$

$$R=10\Omega$$

$$L=1\text{mH}$$

$$i_L(0^-)=0\text{A}$$

Rysunek: [Zadanie 3](#). Oblicz prąd cewki.



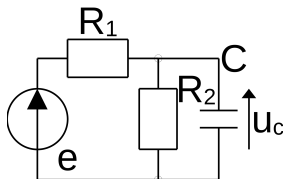
$$e(t)=101(t)V$$

$$R=10\Omega$$

$$L=1\text{mH}$$

$$i_L(0^-)=-2\text{A}$$

Rysunek: [Zadanie 4](#). Oblicz prąd cewki.



$$e(t) = 1(t) \text{ V}$$

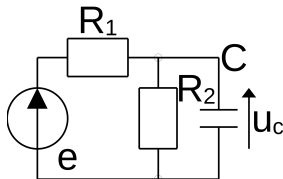
$$R_1 = 10 \Omega$$

$$R_2 = 20 \Omega$$

$$C = 1 \text{ mF}$$

$$u_c(0^-) = 0 \text{ V}$$

Rysunek: Zadanie 5. Oblicz napięcie na kondensatorze.



$$e(t)=1(t)\text{V}$$

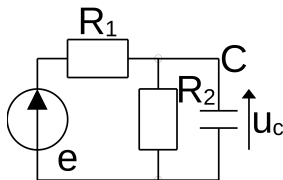
$$R_1=10\Omega$$

$$R_2=20\Omega$$

$$C=1\text{mF}$$

$$u_c(0^-)=-5\text{V}$$

Rysunek: Zadanie 6. Oblicz napięcie na kondensatorze.



$$e(t) = 1(t) \text{ V}$$

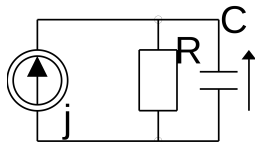
$$R_1 = 10 \Omega$$

$$R_2 = 20 \Omega$$

$$C = 1 \text{ mF}$$

$$u_c(0^-) = -5 \text{ V}$$

Rysunek: Zadanie 7. Oblicz napięcie na kondensatorze.



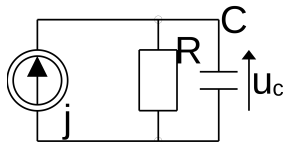
$$j(t) = 1(t) \text{ A}$$

$$R = 10 \Omega$$

$$C = 1 \text{ mF}$$

$$u_C(0^-) = 0 \text{ V}$$

Rysunek: Zadanie 8. Oblicz napięcie na kondensatorze.



$$j(t) = 1(t) \text{ A}$$

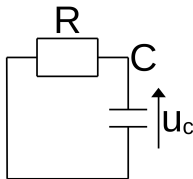
$$R = 10 \Omega$$

$$C = 1 \text{ mF}$$

$$u_c(0^-) = -2 \text{ V}$$

Rysunek: [Zadanie 9](#). Oblicz napięcie na kondensatorze.

Ćwiczenia 10

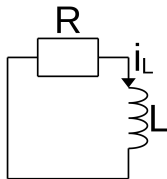


$$R=1\text{k}\Omega$$

$$C=1\text{mF}$$

$$u_c(0^-)=10\text{V}$$

Rysunek: Zadanie 1. Oblicz napięcie na kondensatorze.

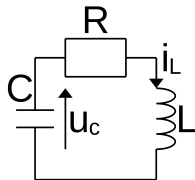


$$R=1\text{k}\Omega$$

$$L=1\text{mH}$$

$$i_L(0^-)=10\text{A}$$

Rysunek: Zadanie 2. Oblicz prąd cewki.



$$R=1\text{k}\Omega$$

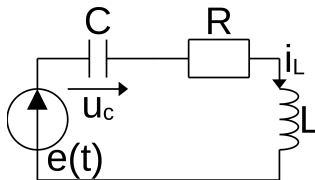
$$L=1\text{mH}$$

$$C=40\text{mF}$$

$$i_L(0^-)=10\text{A}$$

$$u_C(0^-)=10\text{V}$$

Rysunek: Zadanie 3. Oblicz prąd cewki, napięcie na kondensatorze i częstotliwość rezonansową obwodu.



$$e(t)=1(t)V$$

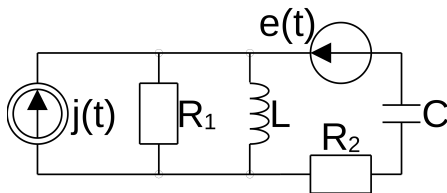
$$R=1k\Omega$$

$$L=1mH$$

$$C=20mF$$

$$i_L(0^-)=10A$$

$$u_c(0^-)=10V$$



$$R_1 = 1\text{k}\Omega$$

$$R_2 = 1\text{k}\Omega$$

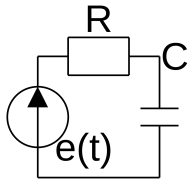
$$L = 10\text{mH}$$

$$C = 100\text{mF}$$

$$j(t) = 10\mathbf{1}(t)\text{A}$$

$$e(t) = 5\mathbf{1}(t)\text{V}$$

Ćwiczenia 11

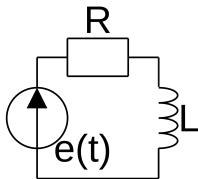


$$e(t)=5\sin(2t)\text{V}$$

$$R=10\Omega$$

$$C=100\text{mF}$$

Rysunek: Zadanie 1. Oblicz napięcie na kondensatorze, napięcie na rezystorze i prąd w obwodzie.

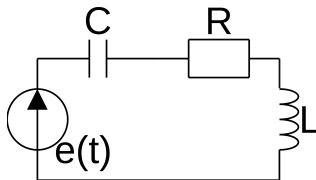


$$e(t) = 3\cos(10t)\text{V}$$

$$R = 10\Omega$$

$$L = 0.5\text{H}$$

Rysunek: Zadanie 2. Oblicz napięcie na cewce, napięcie na rezystorze i prąd w obwodzie.



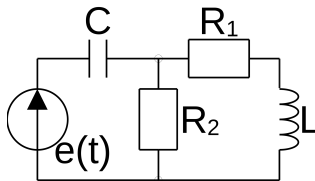
$$e(t) = 4\sin(5kt)V$$

$$R = 1k\Omega$$

$$L = 2H$$

$$C = 1\mu F$$

Rysunek: Zadanie 3. Oblicz prąd cewki, napięcie na kondensatorze i moc wydzielaną na rezystorze.



$$e(t) = 15\sin(10t)\text{V}$$

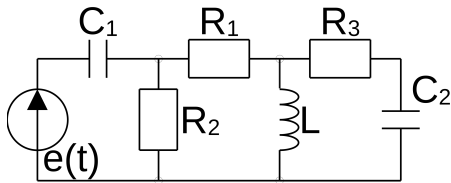
$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 20\Omega$$

$$L = 3\text{H}$$

$$C = 10\text{mF}$$

Rysunek: Zadanie 4. Oblicz prąd cewki i napięcie na kondensatorze.



$$e(t) = 15\sin(10t)\text{V}$$

$$R_1 = 1\Omega$$

$$R_2 = 2\Omega$$

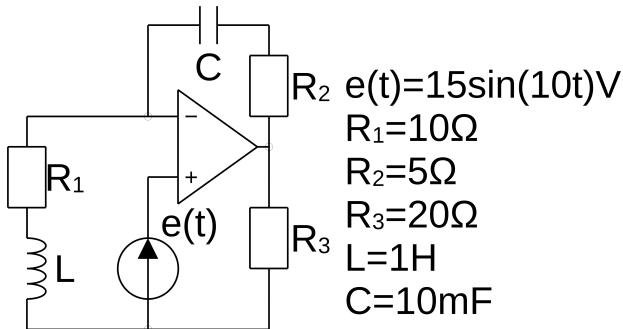
$$R_3 = 3\Omega$$

$$L = 1\text{H}$$

$$C_1 = 20\text{mF}$$

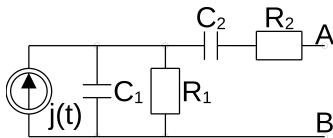
$$C_2 = 10\text{mF}$$

Rysunek: Zadanie 5. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach obwodu.



Rysunek: Zadanie 6. Oblicz napięcia i natężenia na wszystkich elementach biernych obwodu.

Ćwiczenia 12



$$j(t) = 5\cos(1000t - 45^\circ) \text{ A}$$

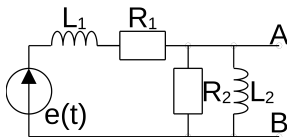
$$C_1 = 20 \mu\text{F}$$

$$C_2 = 25 \mu\text{F}$$

$$R_1 = 50 \Omega$$

$$R_2 = 25 \Omega$$

Rysunek: Zadanie 1. Znajdź zastępcze źródło Thevenina i Nortona względem wyprowadzeń A i B. Zaprojektuj obwód stanowiący impedancję dopasowaną pozwalającą na pobranie maksymalnej mocy z obwodu.



$$e(t) = 5\cos(1000t - 45^\circ)\text{V}$$

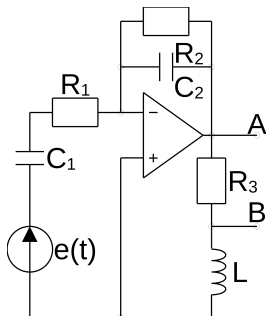
$$L_1 = 20\text{mH}$$

$$L_2 = 150\text{mH}$$

$$R_1 = 50\Omega$$

$$R_2 = 250\Omega$$

Rysunek: Zadanie 2. Znajdź zastępcze źródło Thevenina i Nortona względem wyprowadzeń A i B. Zaprojektuj obwód stanowiący impedancję dopasowaną pozwalającą na pobranie maksymalnej mocy z obwodu.



$$e(t) = 5\cos(2t - 45^\circ)\text{V}$$

$$C_1 = 10\text{mF}$$

$$C_2 = 5\text{mF}$$

$$R_1 = 100\Omega$$

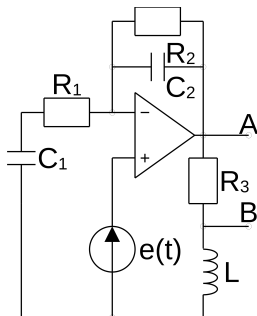
$$R_2 = 100\Omega$$

$$R_3 = 20\Omega$$

$$L = 5\text{H}$$

Rysunek: Zadanie 3. Znajdź zastępcze źródło Thevenina i Nortona względem wyprowadzeń A i B. Zaprojektuj obwód stanowiący impedancję dopasowaną pozwalającą na pobranie maksymalnej mocy z obwodu.

Zadanie 4



$$e(t) = 5\cos(20t + 45^\circ)\text{V}$$

$$C_1 = 1\text{mF}$$

$$C_2 = 500\mu\text{F}$$

$$R_1 = 100\Omega$$

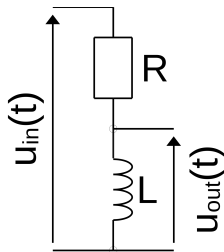
$$R_2 = 100\Omega$$

$$R_3 = 20\Omega$$

$$L = 1\text{H}$$

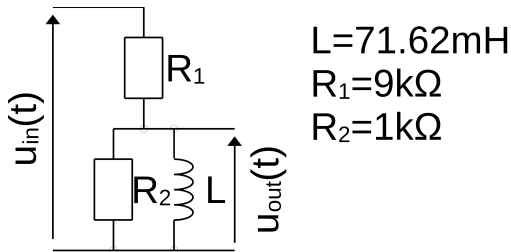
Rysunek: Zadanie 4. Znajdź zastępcze źródło Thevenina i Nortona względem wyprowadzeń A i B. Zaprojektuj obwód stanowiący impedancję dopasowaną pozwalającą na pobranie maksymalnej mocy z obwodu.

Ćwiczenia 13

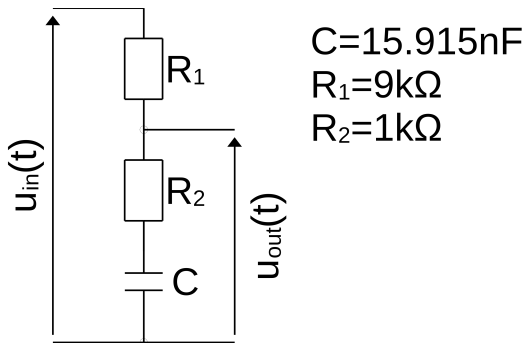


$$L=2.533\text{mH}$$
$$R=159.15\Omega$$

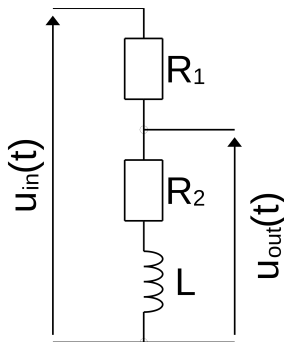
Rysunek: [Zadanie 1](#). Wyznacz charakterystyki częstotliwościowe filtru.



Rysunek: Zadanie 2. Wyznacz charakterystyki częstotliwościowe filtru.



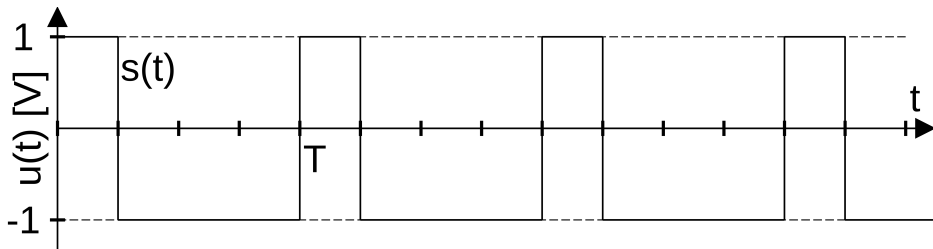
Rysunek: Zadanie 3. Wyznacz charakterystyki częstotliwościowe filtru.



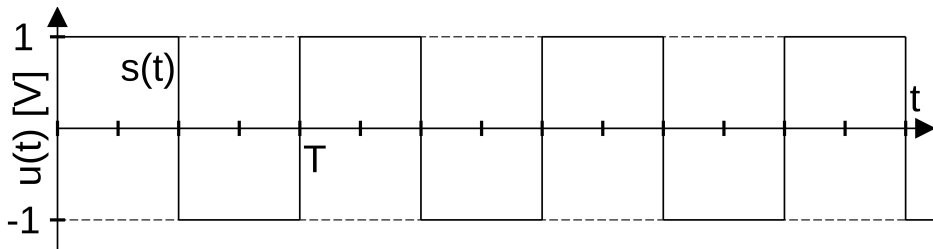
$$\begin{aligned}L &= 795.8 \text{ mH} \\ R_1 &= 247.51 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 2.5 \text{ k}\Omega\end{aligned}$$

Rysunek: Zadanie 4. Wyznacz charakterystyki częstotliwościowe filtru.

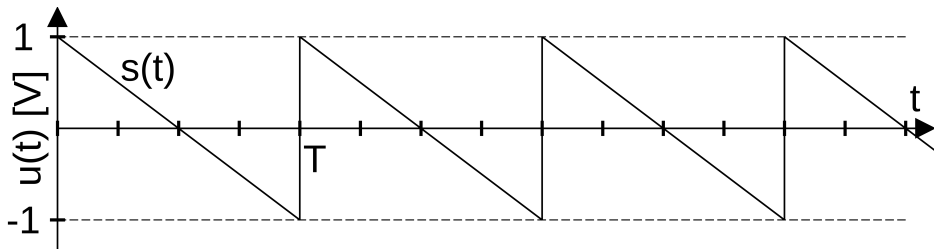
Ćwiczenia 14



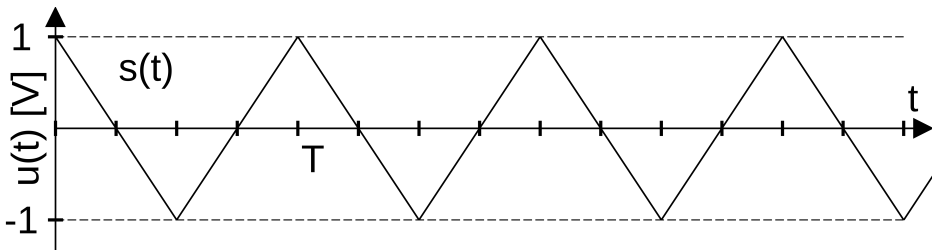
Rysunek: Zadanie 1. Oblicz widmo sygnału (a_n i b_n), wykonaj filtrację w dziedzinie częstotliwości przy pomocy jednego z filtrów z poprzednich ćwiczeń.



Rysunek: Zadanie 2. Oblicz widmo sygnału (a_n i b_n), wykonaj filtrację w dziedzinie częstotliwości przy pomocy jednego z filtrów z poprzednich ćwiczeń.



Rysunek: Zadanie 3. Oblicz widmo sygnału (a_n i b_n), wykonaj filtrację w dziedzinie częstotliwości przy pomocy jednego z filtrów z poprzednich ćwiczeń.



Rysunek: Zadanie 4. Oblicz widmo sygnału (a_n i b_n), wykonaj filtrację w dziedzinie częstotliwości przy pomocy jednego z filtrów z poprzednich ćwiczeń.



Dziękuję za uwagę!



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus
w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021 – 2027