



IEL – protokol k projektu

Petr Vitula
xvitulp00

15. prosince 2023

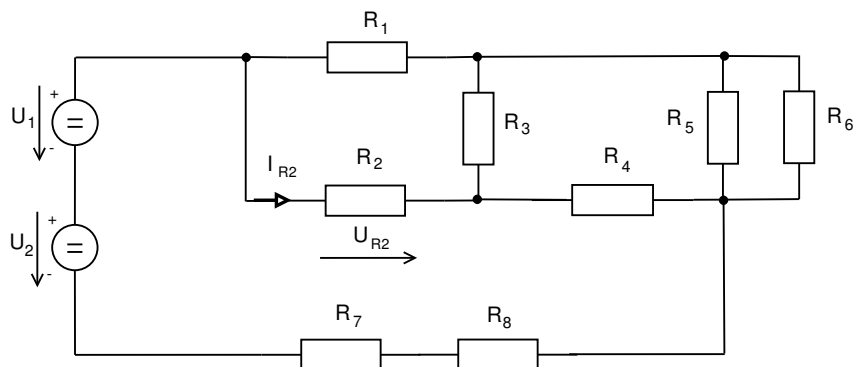
Obsah

1	Příklad 1	2
1.1	Výpočet odporu R_{ekv} a proudu I	2
1.2	Výpočet U_{R2} a I_{R2}	4
1.3	Dosazení	5
2	Příklad 2	6
2.1	Výpočet R_i	6
2.2	Výpočet U_i	7
2.3	Výpočet proudu a napětí na R_6	7
2.4	Dosazení	8
3	Příklad 3	9
4	Příklad 4	10
5	Příklad 5	11
6	Shrnutí výsledků	12

Příklad 1

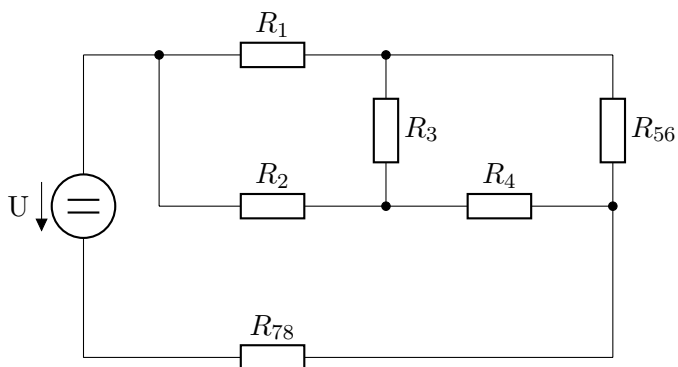
Stanovte napětí U_{R2} a proud I_{R2} . Použijte metodu postupného zjednodušování obvodu.

sk.	U_1 [V]	U_2 [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]	R_6 [Ω]	R_7 [Ω]	R_8 [Ω]
F	125	65	510	500	550	250	300	800	330	250

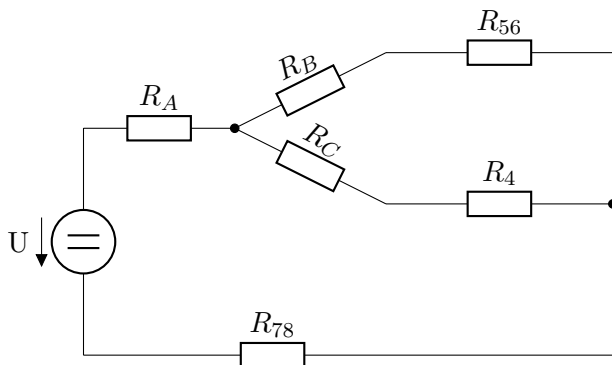


Výpočet odporu R_{ekv} a proudu I

- 1) Zjednodušení sériově zapojených zdrojů: $U = U_1 + U_2$
- 2) Zjednodušení paralelně zapojených rezistorů: $R_{56} = \frac{R_5 \cdot R_6}{R_5 + R_6}$
- 3) Zjednodušení sériově zapojených rezistorů: $R_{78} = R_7 + R_8$



Transfigurace trojúhelník na hvězdu

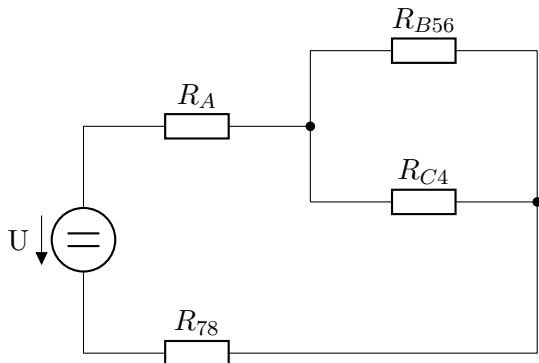


$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

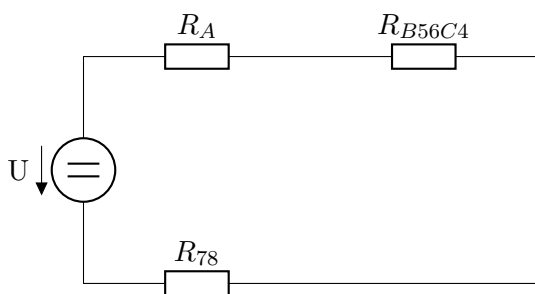
$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_C = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

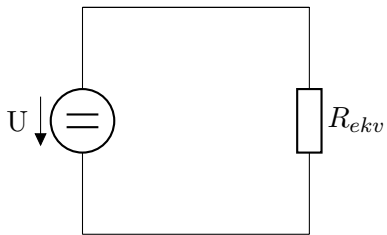
Zjednodušení sériově zapojených rezistorů: $R_{B56} = R_B + R_{56}$, $R_{C4} = R_C + R_4$



Zjednodušení paralelně zapojených rezistorů: $R_{B56C4} = \frac{R_{B56} \cdot R_{C4}}{R_{B56} + R_{C4}}$



Zjednodušení paralelně zapojených rezistorů: $R_{ekv} = R_A + R_{B56C4} + R_{78}$

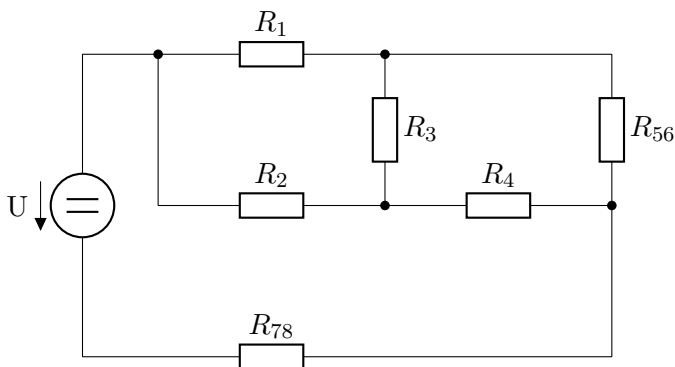


Výpočet celkového proudu v obvodu

$$I = \frac{U}{R_{ekv}}$$

Výpočet U_{R2} a I_{R2}

Zpětné dopočítání proudu a napětí R_2



Napřed vypočítáme napětí U_{B56C4} a U_{78} . Poté proud ve spodní větvi I_{C4} . Díky tomuto proudu si můžeme dopočítat napětí U_{R4} . Jako poslední krok dosadíme do $U_{R2} = U - U_{R4} - U_{78}$.

V poslední řadě dopočítáme proud $I_{R2} = \frac{U_{R2}}{R_2}$.

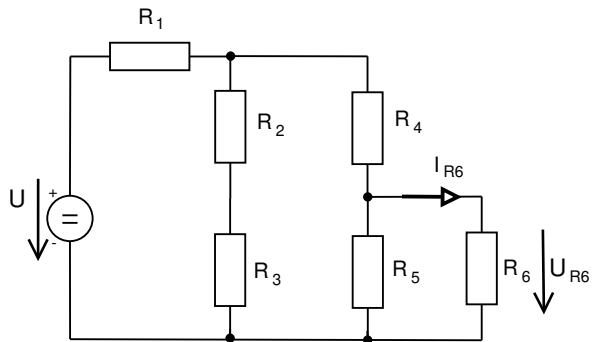
Dosazení

$$\begin{aligned}
U &= U_1 + U_2 = 125 + 65 = 190V \\
R_{56} &= \frac{R_5 \cdot R_6}{R_5 + R_6} = \frac{300 \cdot 800}{300 + 800} = 218.1818\Omega \\
R_{78} &= R_7 + R_8 = 330 + 250 = 580\Omega \\
R_A &= \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{510 \cdot 500}{510 + 500 + 550} = 163.4615\Omega \\
R_B &= \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{510 \cdot 550}{510 + 500 + 550} = 179.8077\Omega \\
R_C &= \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{500 \cdot 550}{510 + 500 + 550} = 176.2821\Omega \\
R_{B56} &= R_B + R_{56} = 179.8077 + 218.1818 = 397.9895\Omega \\
R_{C4} &= R_C + R_4 = 176.2821 + 250 = 426.2821\Omega \\
R_{B56C4} &= \frac{R_{B56} \cdot R_{C4}}{R_{B56} + R_{C4}} = \frac{397.9895 \cdot 426.2821}{397.9895 + 426.2821} = 205.8251\Omega \\
R_{ekv} &= R_A + R_{B56C4} + R_{78} = 163.4615 + 205.8251 + 580 = 949.2866\Omega \\
I &= \frac{U}{R_{ekv}} = \frac{190}{949.2866} = 0.2002A \\
U_{B56C4} &= R_{B56C4} \cdot I = 205.8251 \cdot 0.2002 = 41.1960V \\
U_{78} &= R_{78} \cdot I = 580 \cdot 0.2002 = 116.0872V \\
U_{RA} &= R_A \cdot I = 163.4615 \cdot 0.2002 = 32.7169V \\
I_{B56} &= \frac{U_{B56C4}}{R_{B56}} = \frac{205.8251}{397.9895} = 0.1035A \\
I_{C4} &= \frac{U_{B56C4}}{R_{C4}} = \frac{205.8251}{426.2821} = 0.0966A \\
U_{R4} &= I_{C4} \cdot R_4 = 0.0966 \cdot 250 = 24.1600V \\
U_{R2} &= U - U_{R4} - U_{78} = 190 - 24.1600 - 116.0872 = \underline{\underline{49.7528V}} \\
I_{R2} &= \frac{U_{R2}}{R_2} = \frac{49.7528}{500} = \underline{\underline{0.0995A}}
\end{aligned}$$

Příklad 2

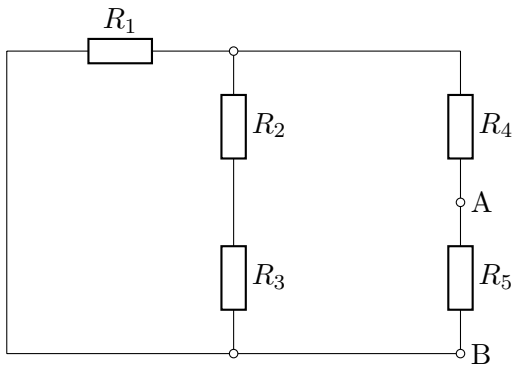
Stanovte napětí U_{R5} a proud I_{R5} . Použijte metodu Théveninovy věty.

sk.	U [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]
B	100	50	310	610	220	570



Výpočet R_i

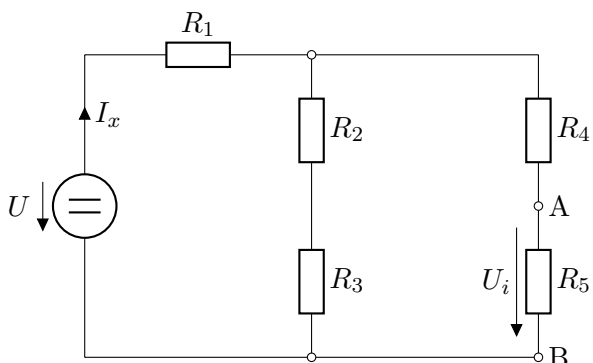
V obvodu vyzkratujeme zdroj a odstraníme rezistor R_6 . Následně spočítáme napětí mezi svorkami, kde byl původně rezistor R_6 .



$$\begin{aligned}
 R_{23} &= R_2 + R_3 \\
 R_{123} &= \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} \\
 R_{1234} &= R_{123} + R_4 \\
 R_{12345} &= \frac{R_{1234} \cdot R_5}{R_{1234} + R_5} \\
 R_i &= R_{12345}
 \end{aligned}$$

Výpočet U_i

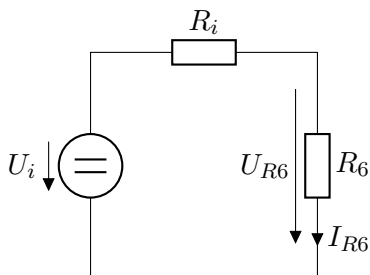
Zahájíme výpočet R_{ekv} pomocí kterého budeme schopni se dále dopočítat k I_x a U_i .



$$\begin{aligned}
 R_{45} &= R_4 + R_5 \\
 R_{2345} &= \frac{R_2 \cdot R_{45}}{R_2 + R_{45}} \\
 R_{ekv} &= R_1 + R_{2345} \\
 I_x &= \frac{U}{R_{ekv}} \\
 U_{2345} &= U - U_{R1} = U - (R_1 \cdot I_x) \\
 I_{45} &= \frac{U_{2345}}{R_{45}} \\
 U_i &= I_{45} \cdot R_5
 \end{aligned}$$

Výpočet proudu a napětí na R_6

Máme hodnoty U_i a R_i , takže můžeme podle Ohmova zákona snadno spočítat I_{R1} a U_{R1} .



$$\begin{aligned}
 I_{R6} &= \frac{U_i}{R_i + R_6} \\
 U_{R6} &= R_6 \cdot I_{R6}
 \end{aligned}$$

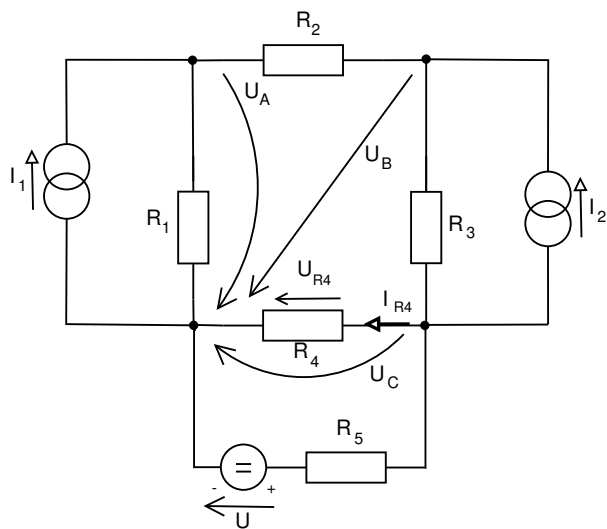
Dosazení

$$\begin{aligned}R_{23} &= R_2 + R_3 = 310 + 610 = 920\Omega \\R_{123} &= \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{50 \cdot 920}{50 + 920} = \frac{46000}{970} = 47.4227\Omega \\R_{1234} &= R_{123} + R_4 = 47.4227 + 220 = 267.4227\Omega \\R_{12345} &= \frac{R_{1234} \cdot R_5}{R_{1234} + R_5} = \frac{267.4227 \cdot 570}{267.4227 + 570} = \frac{152430,939}{837.4227} = 182.0239\Omega \\R_i &= 182.0239\Omega \\R_{45} &= R_4 + R_5 = 220 + 570 = 790\Omega \\R_{2345} &= \frac{R_{23} \cdot R_{45}}{R_{23} + R_{45}} = \frac{920 \cdot 790}{920 + 790} = \frac{726800}{1710} = 425.0292\Omega \\R_{ekv} &= R_1 + R_{2345} = 50 + 25.0292 = 475.0292\Omega \\I_x &= \frac{U}{R_{ekv}} = \frac{100}{475.0292} = 0.2105A \\U_{2345} &= U - (R_1 \cdot I_x) = 100 - (50 \cdot 0.2105) = 89.4743V \\I_{45} &= \frac{U_{2345}}{R_{45}} = \frac{89.4743}{790} = 0.1133A \\U_i &= I_{45} \cdot R_5 = 0.1133 \cdot 570 = 64.5574V \\I_{R6} &= \frac{U_i}{R_i + R_6} = \frac{64.5574}{182.0239 + 100} = \underline{\underline{0.2289A}} \\U_{R6} &= R_6 \cdot I_{R6} = 100 \cdot 0.2289 = \underline{\underline{22.8908V}}\end{aligned}$$

Příklad 3

Stanovte napětí U_{R4} a proud I_{R4} . Použijte metodu uzlových napětí (U_A, U_B, U_C).

sk.	U [V]	I_1 [A]	I_2 [A]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]
E	135	0.55	0.65	52	42	52	42	21



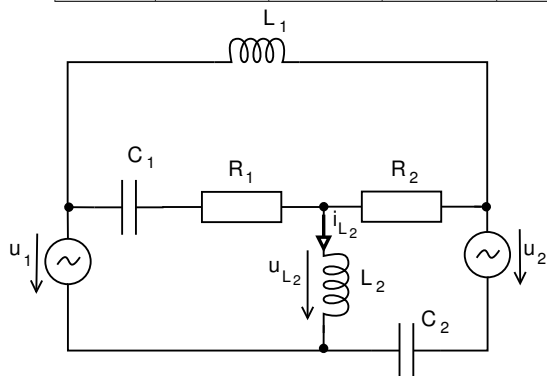
Příklad 4

Pro napájecí napětí platí: $u_1 = U_1 \cdot \sin(2\pi ft)$, $u_2 = U_2 \cdot \sin(2\pi ft)$.

Ve vztahu pro napětí $u_{C_2} = U_{C_2} \cdot \sin(2\pi ft + \varphi_{C_2})$ určete $|U_{C_2}|$ a φ_{C_2} . Použijte metodu smyčkových proudů.

Pozn: Pomocné směry šipek napájecích zdrojů platí pro speciální časový okamžik ($t = \frac{\pi}{2\omega}$).

sk.	U_1 [V]	U_2 [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	L_1 [mH]	L_2 [mH]	C_1 [μ F]	C_2 [μ F]	f [Hz]
F	2	3	12	10	170	80	150	90	65



Příklad 5

V obvodu na obrázku níže v čase $t = 0$ [s] sepne spínač S . Sestavte diferenciální rovnici popisující chování obvodu na obrázku, dále ji upravte dosazením hodnot parametrů. Vypočítejte analytické řešení $i_L = f(t)$. Proveďte kontrolu výpočtu dosazením do sestavené diferenciální rovnice.

sk.	U [V]	L [H]	R [Ω]	$i_L(0)$ [A]
B	40	10	20	16

fig/Pr5.pdf

Shrnutí výsledků

Příklad	Skupina	Výsledky	
1	F	$U_{R2} = 49.7528V$	$I_{R2} = 0.0995A$
2	B	$U_{R6} = 0.2289A$	$I_{R6} = 22.8908V$
3	E	$U_{R4} =$	$I_{R4} =$
4	F	$ U_{C2} =$	$\varphi_{C2} =$
5	B	$i_L =$	