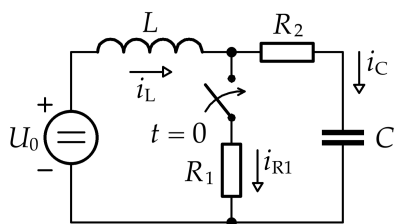


PŘECHODOVÉ DĚJE V OBVODECH 2. ŘÁDU – příklady k procvičení

- 1) Před sepnutím spínače je následující obvod v ustáleném stavu. K sepnutí spínače dojde v čase $t = 0$.



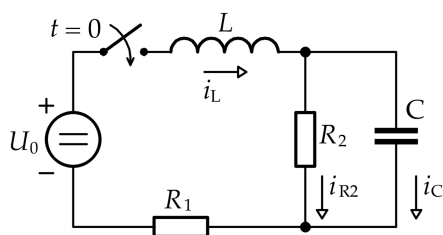
- a) Určete (obecně) hodnoty obvodových veličin v ustáleném stavu před sepnutím spínače v čase $t < 0$, v okamžiku sepnutí spínače v čase $t = 0_+$ a v novém ustáleném stavu po sepnutí spínače čase $t \rightarrow \infty$, tzn. doplňte tabulku.
- b) Uvedený obvod popište soustavou dvou diferenciálních rovnic 1. řádu pro stavové veličiny, soustavu rovnic uveďte v maticové formě.
- c) Rovnice pro napětí $u_C(t)$ na kondenzátoru je

$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{R_1 R_2 C + L}{LC(R_1 + R_2)} \frac{du_C}{dt} + \frac{R_1}{LC(R_1 + R_2)} u_C = \frac{U_0 R_1}{LC(R_1 + R_2)}.$$

Řešte přechodový děj pro napětí $u_C(t)$ a hodnoty součástek $U_0 = 45 \text{ V}$, $R_1 = 40 \text{ } \Omega$, $R_2 = 60 \text{ } \Omega$, $L = 0,4 \text{ H}$ a $C = 1 \text{ mF}$.

	i_L	i_{R1}	i_C	u_L	u_{R1}	u_{R2}	u_C
$t < 0$							
$t = 0_+$							
$t \rightarrow \infty$							

- 2) Před sepnutím spínače je následující obvod v ustáleném stavu. K sepnutí spínače dojde v čase $t = 0$.



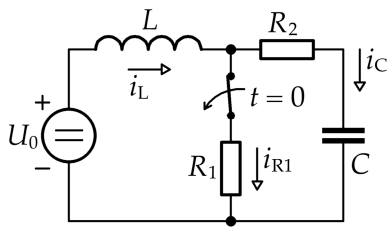
- a) Určete (obecně) hodnoty obvodových veličin v ustáleném stavu před sepnutím spínače v čase $t < 0$, v okamžiku sepnutí spínače v čase $t = 0_+$ a v novém ustáleném stavu po sepnutí spínače v čase $t \rightarrow \infty$, tzn. doplňte tabulku.
- b) Uvedený obvod popište soustavou dvou diferenciálních rovnic 1. řádu pro stavové veličiny, soustavu rovnic uveďte v maticové formě.
- c) Rovnice pro proud $i_L(t)$ cívku je

$$\frac{d^2 i_L}{dt^2} + \frac{L + R_1 R_2 C}{R_2 L C} \frac{di_L}{dt} + \frac{R_1 + R_2}{R_2 L C} i_L = \frac{U_0}{R_2 L C}$$

Řešte přechodový děj pro proud $i_L(t)$ a tyto hodnoty součástek: $U_0 = 26 \text{ V}$, $R_1 = 30 \text{ } \Omega$, $R_2 = 100 \text{ } \Omega$, $L = 0,5 \text{ H}$ a $C = 500 \text{ } \mu\text{F}$.

	i_L	i_{R2}	i_C	u_L	u_{R1}	u_C
$t < 0$						
$t = 0_+$						
$t \rightarrow \infty$						

- 3) Před rozeznutím spínače je následující obvod v ustáleném stavu. K rozeznutí spínače dojde v čase $t = 0$.



- a) Určete hodnoty obvodových veličin v ustáleném stavu před rozeznutím spínače v čase $t < 0$, v okamžiku rozeznutí spínače v čase $t = 0_+$ a v novém ustáleném stavu po rozeznutí spínače čase $t \rightarrow \infty$, tzn. doplňte tabulku.
- b) Uvedený obvod popište soustavou dvou diferenciálních rovnic 1. řádu pro stavové veličiny, soustavu rovnic uveďte v maticové formě.
- c) Rovnice pro napětí $u_C(t)$ na kondenzátoru je

$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{R_2}{L} \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC} u_C = \frac{U_0}{LC}$$

Řešte přechodový děj pro napětí $u_C(t)$ a dále vypočítejte průběh proudu $i_L(t)$ cívkou. Hodnoty součástek jsou $U_0 = 12 \text{ V}$, $R_1 = 50 \text{ } \Omega$, $R_2 = 25 \text{ } \Omega$, $L = 0,25 \text{ H}$ a $C = 1,6 \text{ mF}$.

	i_L	i_{R1}	i_C	u_L	u_{R1}	u_{R2}	u_C
$t < 0$							
$t = 0_+$							
$t \rightarrow \infty$							

Řešení:

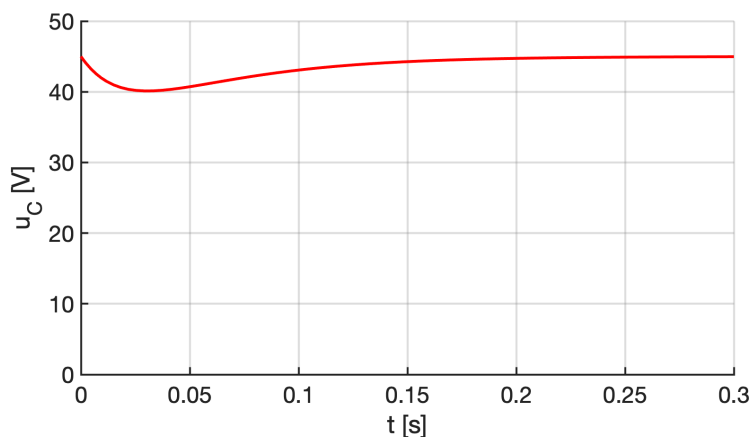
1) Přechodový děj

a) Analýza obvodu:

	i_L	i_{R1}	i_C	u_L	u_{R1}	u_{R2}	u_C
$t < 0$	0	0	0	0	0	0	U_0
$t = 0_+$	0	$\frac{U_0}{R_1 + R_2}$	$-\frac{U_0}{R_1 + R_2}$	$U_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$	$U_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$	$-U_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$	U_0
$t \rightarrow \infty$	$\frac{U_0}{R_1}$	$\frac{U_0}{R_1}$	0	0	U_0	0	U_0

b) Soustava rovnic:

$$\begin{bmatrix} \frac{di_L}{dt} \\ \frac{du_C}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R_1 R_2}{L(R_1 + R_2)} & -\frac{R_1}{L(R_1 + R_2)} \\ -\frac{R_1}{C(R_1 + R_2)} & -\frac{1}{C(R_1 + R_2)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_L \\ u_C \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} \\ 0 \end{bmatrix} U_0$$

c) Napětí na kondenzátoru: $u_C(t) = -15 e^{-20t} + 15 e^{-50t} + 45 \text{ V}$ 

2) Přechodový děj

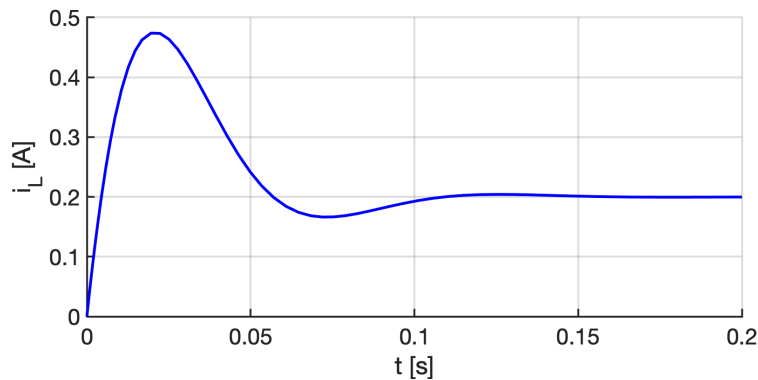
a) Analýza obvodu:

	i_L	i_{R2}	i_C	u_L	u_{R1}	u_C
$t < 0$	0	0	0	0	0	0
$t = 0_+$	0	0	0	U_0	0	0
$t \rightarrow \infty$	$\frac{U_0}{R_1 + R_2}$	$\frac{U_0}{R_1 + R_2}$	0	0	$U_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$	$U_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

b) *Soustava rovnic:*

$$\begin{bmatrix} \frac{du_C}{dt} \\ \frac{di_L}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{R_2 C} & \frac{1}{C} \\ -\frac{1}{L} & -\frac{R_1}{L} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_C \\ i_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{L} \end{bmatrix} U_0$$

c) *Řešení přechodového děje:* $i_L(t) = -0,2 e^{-40t} \cos(60t) + 0,7333 e^{-40t} \sin(60t) + 0,2 \text{ A}$



3) *Přechodový děj*

a) *Analýza obvodu:*

	i_L	i_{R1}	i_C	u_L	u_{R1}	u_{R2}	u_C
$t < 0$	$\frac{U_0}{R_1}$	$\frac{U_0}{R_1}$	0	0	U_0	0	U_0
$t = 0_+$	$\frac{U_0}{R_1}$	0	$\frac{U_0}{R_1}$	$-U_0 \frac{R_2}{R_1}$	0	$U_0 \frac{R_2}{R_1}$	U_0
$t \rightarrow \infty$	0	0	0	0	0	0	U_0

b) *Soustava rovnic:*

$$\begin{bmatrix} \frac{di_L}{dt} \\ \frac{du_C}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R_2}{L} & -\frac{1}{L} \\ \frac{1}{C} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_L \\ u_C \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} \\ 0 \end{bmatrix} U_0$$

c) *Půběh napětí na kondenzátoru:* $u_C(t) = 150 t e^{-50t} + 12 \text{ V}$

Průběh proudu cívkou: $i_L(t) = 0,24 e^{-50t} - 12 t e^{-50t} \text{ A}$

