

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки

Теорія електричних та магнітних кіл

Розрахунково-графічна робота №5

«Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зосередженим параметрами»

Варіант 453

Виконав:
студент II курсу ФІОТ
групи ІО-64
Кучеренко Є. С.

Київ
2018 р.

Вхідні параметри:

$$L := 150 \text{ mH}$$

$$\psi := 210^\circ$$

$$C := 700 \mu\text{F}$$

$$\omega := 100 \text{ s}^{-1}$$

$$R := 50 \Omega$$

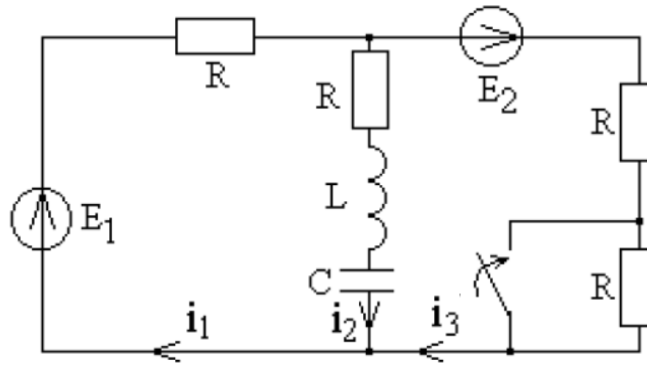
$$T := 1.5$$

$$E1 := 70 \text{ V}$$

$$t1 := 0.7$$

$$E2 := 50 \text{ V}$$

$$t2 := 2$$



Класичний метод

Розраховуємо УРДК ($t < 0$):

$$i1_{\text{ДК}} := \frac{E1 + E2}{3 \cdot R} = 0.8 \text{ A}$$

$$i3_{\text{ДК}} := i1_{\text{ДК}} = 0.8 \text{ A}$$

$$i2_{\text{ДК}} := 0 \text{ A}$$

$$iL_{\text{ДК}} := i2_{\text{ДК}} = 0 \text{ A}$$

$$uC_{\text{ДК}} := -E2 + i3_{\text{ДК}} \cdot 2 \cdot R = 30 \text{ V}$$

Розраховуємо УРПК ($t > 0$):

$$i1_{\text{ПК}} := \frac{E1 + E2}{2 \cdot R} = 1.2 \text{ A}$$

$$i3_{\text{ПК}} := i1_{\text{ПК}} = 1.2 \text{ A}$$

$$i2_{\text{ПК}} := 0 \text{ A}$$

$$iL_{\text{ПК}} := i2_{\text{ПК}} = 0 \text{ A}$$

$$uL_{\text{ПК}} := 0 \text{ V}$$

$$uC_{\text{ПК}} := -E2 + i3_{\text{ПК}} \cdot R = 10 \text{ V}$$

Незалежні початкові умови:

$$i20 := i2_{\text{ДК}} = 0 \text{ A}$$

$$uC0 := uC_{\text{ДК}} = 30 \text{ V}$$

Залежні початкові умови:

Given

$$i20 = i10 - i30$$

$$E1 = uL0 + uC0 + i20 \cdot R + i10 \cdot R$$

$$E2 = i30 \cdot R - i20 \cdot R - uC0 - uL0$$

$$\begin{pmatrix} i10 \\ i30 \\ uL0 \end{pmatrix} := \text{Find}(i10, i30, uL0) \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{6 \cdot \text{V}}{5 \cdot \Omega} \\ \frac{6 \cdot \text{V}}{5 \cdot \Omega} \\ -20 \cdot \text{V} \end{pmatrix}$$

$$i10 = 1.2 \text{ A}$$

$$i30 = 1.2 \text{ A}$$

$$uL0 = -20 \text{ V}$$

Незалежні початкові умови:

$$di20 := \frac{uL0}{L} = -133.333 \frac{1}{\text{s}} \cdot \text{A}$$

$$duC0 := \frac{i20}{C} = 0 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^4 \cdot \text{A}}$$

Залежні початкові умови:

Given

$$di20 = di10 - di30$$

$$0 = duL0 + duC0 + di20 \cdot R + di10 \cdot R$$

$$0 = di30 \cdot R - di20 \cdot R - duC0 - duL0$$

$$\begin{pmatrix} di10 \\ di30 \\ duL0 \end{pmatrix} := \text{Find}(di10, di30, duL0) \text{ float}, 7 \rightarrow \begin{pmatrix} -\frac{66.667 \cdot A}{s} \\ \frac{66.667 \cdot A}{s} \\ \frac{10000 \cdot A \cdot \Omega}{s} \end{pmatrix}$$

Обчислимо вільний режим після комутації ($t=0$).

Складаємо характеристичне рівняння схеми:

$$Z(p) = \frac{R \cdot \left(R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C} \right)}{2 \cdot R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C}} + R = \frac{R \cdot \left(R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C} \right) + R \cdot \left(2 \cdot R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C} \right)}{2 \cdot R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C}} = \frac{R \cdot \left(3 \cdot R + 2 \cdot p \cdot L + \frac{2}{p \cdot C} \right)}{2 \cdot R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C}}$$

$$\begin{pmatrix} p1 \\ p2 \end{pmatrix} := R \cdot \left(3 \cdot R + 2 \cdot p \cdot L + \frac{2}{p \cdot C} \right) \left| \begin{array}{l} \text{solve, p} \\ \text{float, 7} \end{array} \right. \rightarrow \begin{bmatrix} \frac{0 \cdot \left(4.583 \cdot \sqrt{13125 \cdot \Omega^2 \cdot \mu F^2} + -2 \cdot \text{mH} \cdot \mu F + -525 \cdot \Omega \cdot \mu F \right)}{\text{mH} \cdot \mu F} \\ \frac{0 \cdot \left(4.583 \cdot \sqrt{13125 \cdot \Omega^2 \cdot \mu F^2} + -2 \cdot \text{mH} \cdot \mu F + 525 \cdot \Omega \cdot \mu F \right)}{\text{mH} \cdot \mu F} \end{bmatrix}$$

$$p1 = -19.834 \frac{1}{s} \quad p2 = -480.166 \frac{1}{s}$$

Вільні складові повних струмів і напруг матимуть вигляд:

$$i1_{\text{вільна}} = A1 \cdot e^{p1 \cdot t} + A2 \cdot e^{p2 \cdot t}$$

$$uC_{\text{вільна}} = D1 \cdot e^{p1 \cdot t} + D2 \cdot e^{p2 \cdot t}$$

$$i2_{\text{вільна}} = B1 \cdot e^{p1 \cdot t} + B2 \cdot e^{p2 \cdot t}$$

$$uL_{\text{вільна}} = F1 \cdot e^{p1 \cdot t} + F2 \cdot e^{p2 \cdot t}$$

$$i3_{\text{вільна}} = C1 \cdot e^{p1 \cdot t} + C2 \cdot e^{p2 \cdot t}$$

Визначаємо сталі інтегрування:

Given

$$i10 - i1_{\text{пк}} = A1 + A2$$

$$di10 - 0A = p1 \cdot A1 + p2 \cdot A2$$



$$\begin{pmatrix} A1 \\ A2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.145 \\ 0.145 \end{pmatrix} A$$

Given

$$i_{20} - i_{2_{\text{ПК}}} = B_1 + B_2$$

$$di_{20} - 0A = p_1 \cdot B_1 + p_2 \cdot B_2$$



$$\begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.29 \\ 0.29 \end{pmatrix} A$$

Given

$$i_{30} - i_{3_{\text{ПК}}} = C_1 + C_2$$

$$di_{30} - 0A = p_1 \cdot C_1 + p_2 \cdot C_2$$



$$\begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.145 \\ -0.145 \end{pmatrix} A$$

Given

$$u_{C0} - u_{C_{\text{ПК}}} = D_1 + D_2$$

$$du_{C0} - 0 \frac{V}{s} = p_1 \cdot D_1 + p_2 \cdot D_2$$



$$\begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20.862 \\ -0.862 \end{pmatrix} V$$

Given

$$u_{L0} - u_{L_{\text{ПК}}} = F_1 + F_2$$

$$du_{L0} - 0 \frac{V}{s} = p_1 \cdot F_1 + p_2 \cdot F_2$$



$$\begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.862 \\ -20.862 \end{pmatrix} V$$

Отже вільні складові матимуть вигляд:

$$i_{1_{\text{вільна}}}(t) := A_1 \cdot e^{p_1 \cdot t} + A_2 \cdot e^{p_2 \cdot t}$$

$$i_{1_{\text{вільна}}}(0s) = 0 A$$

$$i_{2_{\text{вільна}}}(t) := B_1 \cdot e^{p_1 \cdot t} + B_2 \cdot e^{p_2 \cdot t}$$

$$i_{2_{\text{вільна}}}(0s) = 0 A$$

$$i_{3_{\text{вільна}}}(t) := C_1 \cdot e^{p_1 \cdot t} + C_2 \cdot e^{p_2 \cdot t}$$

$$i_{3_{\text{вільна}}}(0s) = 0 A$$

$$u_{C_{\text{вільна}}}(t) := D_1 \cdot e^{p_1 \cdot t} + D_2 \cdot e^{p_2 \cdot t}$$

$$u_{C_{\text{вільна}}}(0s) = 20 V$$

$$u_{L_{\text{вільна}}}(t) := F_1 \cdot e^{p_1 \cdot t} + F_2 \cdot e^{p_2 \cdot t}$$

$$u_{L_{\text{вільна}}}(0s) = -20 V$$

Повні формули:

$$i_1(t) := i_{1_{\text{ПК}}} + i_{1_{\text{вільна}}}(t)$$

$$i_1(0s) = 1.2 A$$

$$i_2(t) := i_{2_{\text{ПК}}} + i_{2_{\text{вільна}}}(t)$$

$$i_2(0s) = 0 A$$

$$i_3(t) := i_{3_{\text{ПК}}} + i_{3_{\text{вільна}}}(t)$$

$$i_3(0s) = 1.2 A$$

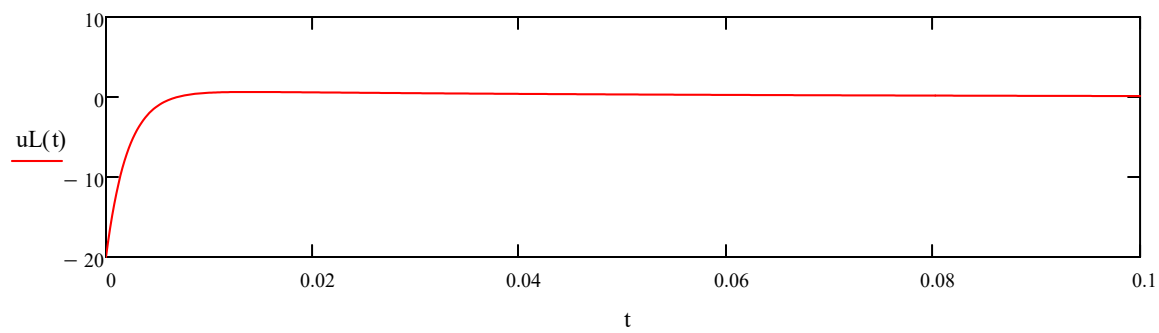
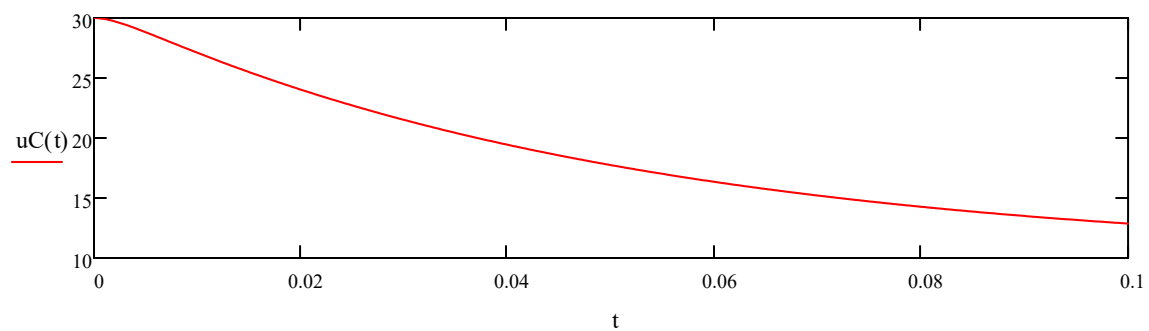
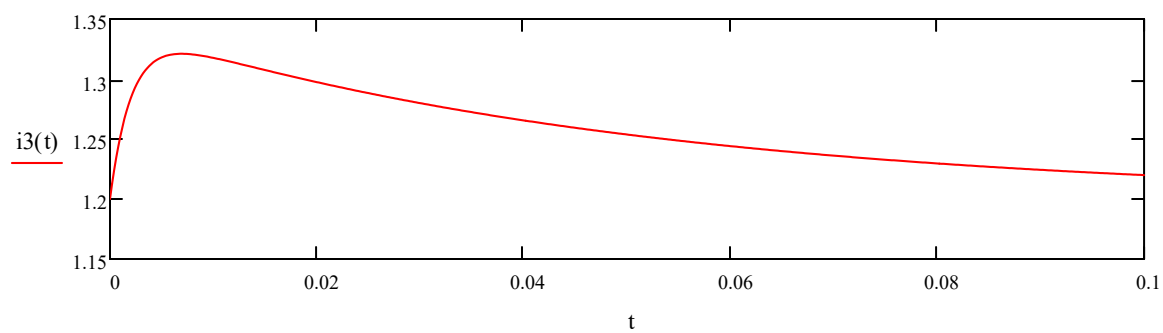
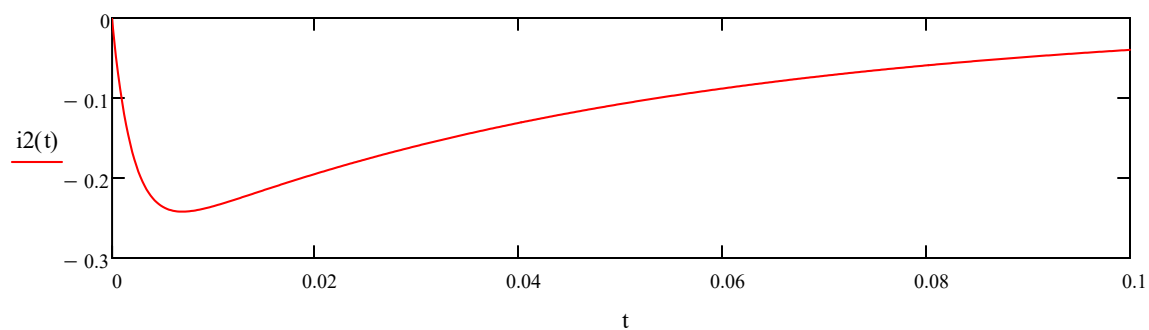
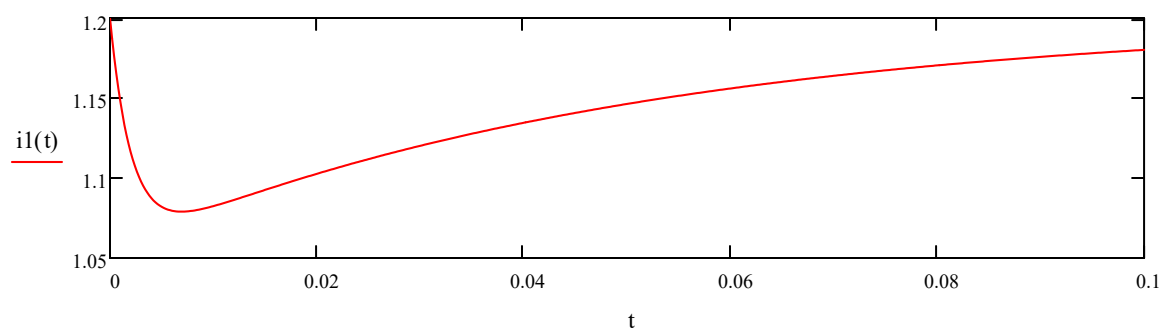
$$u_C(t) := u_{C_{\text{ПК}}} + u_{C_{\text{вільна}}}(t)$$

$$u_C(0s) = 30 V$$

$$u_L(t) := u_{L_{\text{ПК}}} + u_{L_{\text{вільна}}}(t)$$

$$u_L(0s) = -20 V$$

$t := 0s, 0.0002s .. 0.1s$



Операторний метод

Розраховуємо УРДК ($t < 0$):

$$i1_{\text{дк}} := \frac{E1 + E2}{3 \cdot R} = 0.8 \text{ A}$$

$$i3_{\text{дк}} := i1_{\text{дк}} = 0.8 \text{ A}$$

$$i2_{\text{дк}} := 0 \text{ A}$$

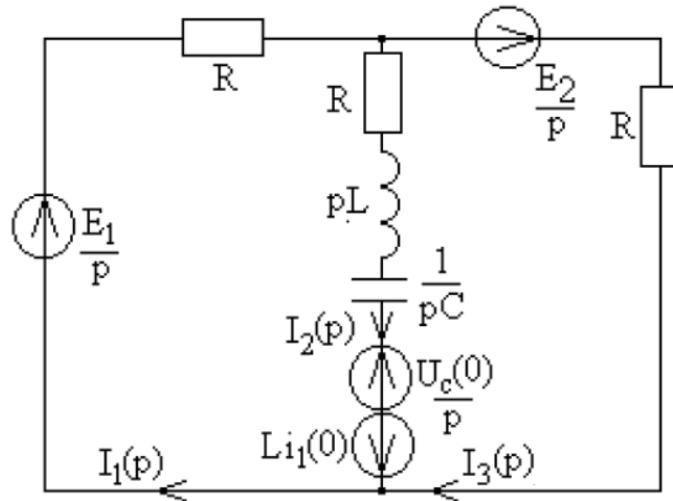
$$iL_{\text{дк}} := i2_{\text{дк}} = 0 \cdot \text{A}$$

$$uC_{\text{дк}} := -E2 + i3_{\text{дк}} \cdot 2 \cdot R = 30 \text{ V}$$

Початкові умови:

$$iL0 := iL_{\text{дк}} = 0 \cdot \text{A}$$

$$uC0 := uC_{\text{дк}} = 30 \text{ V}$$



Знаходимо струми в колі методом контурних струмів:

$$Z11(p) := 2 \cdot R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C}$$

$$Z12(p) := R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C}$$

$$Z22(p) := 2 \cdot R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C}$$

$$Z21(p) := R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C}$$

$$Ek1(p) := \frac{E1}{p} - \frac{uC0}{p} + L \cdot iL0$$

$$Ek2(p) := \frac{E2}{p} + \frac{uC0}{p} - L \cdot iL0$$

$$Ik1(p) \cdot Z11(p) - Ik2(p) \cdot Z12(p) = Ek1(p)$$

$$-Ik1(p) \cdot Z21(p) + Ik2(p) \cdot Z22(p) = Ek2(p)$$

$$\Delta(p) := \begin{vmatrix} Z11(p) & -Z12(p) \\ -Z21(p) & Z22(p) \end{vmatrix} \rightarrow \frac{52500 \cdot \mu\text{F} \cdot \Omega^2 \cdot p + 105000 \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot \Omega \cdot p^2 + \Omega}{7 \cdot p \cdot \mu\text{F}}$$

$$\Delta1(p) := \begin{vmatrix} Ek1(p) & -Z12(p) \\ Ek2(p) & Z22(p) \end{vmatrix} \rightarrow \frac{630000 \cdot \text{V} \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot p^2 + 280000 \cdot \text{V} \cdot \Omega \cdot \mu\text{F} \cdot p + 6 \cdot \text{V}}{35 \cdot p^2 \cdot \mu\text{F}}$$

$$\Delta2(p) := \begin{vmatrix} Z11(p) & Ek1(p) \\ -Z21(p) & Ek2(p) \end{vmatrix} \rightarrow \frac{630000 \cdot \text{V} \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot p^2 + 350000 \cdot \text{V} \cdot \Omega \cdot \mu\text{F} \cdot p + 6 \cdot \text{V}}{35 \cdot p^2 \cdot \mu\text{F}}$$

$$Ik1(p) := \frac{\Delta1(p)}{\Delta(p)} \rightarrow \frac{630000 \cdot \text{V} \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot p^2 + 280000 \cdot \text{V} \cdot \Omega \cdot \mu\text{F} \cdot p + 6 \cdot \text{V}}{5 \cdot p \cdot (52500 \cdot \mu\text{F} \cdot \Omega^2 \cdot p + 105000 \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot \Omega \cdot p^2 + \Omega)}$$

$$Ik2(p) := \frac{\Delta2(p)}{\Delta(p)} \rightarrow \frac{630000 \cdot \text{V} \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot p^2 + 350000 \cdot \text{V} \cdot \Omega \cdot \mu\text{F} \cdot p + 6 \cdot \text{V}}{5 \cdot p \cdot (52500 \cdot \mu\text{F} \cdot \Omega^2 \cdot p + 105000 \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot \Omega \cdot p^2 + \Omega)}$$

$$I_1(p) := I_{k1}(p) \rightarrow \frac{630000 \cdot V \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot p^2 + 280000 \cdot V \cdot \Omega \cdot \mu\text{F} \cdot p + 6 \cdot V}{5 \cdot p \cdot (52500 \cdot \mu\text{F} \cdot \Omega^2 \cdot p + 105000 \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot \Omega \cdot p^2 + \Omega)}$$

$$I_2(p) := I_{k1}(p) - I_{k2}(p) \text{ simplify} \rightarrow -\frac{14000 \cdot V \cdot \mu\text{F}}{105000 \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot p^2 + 52500 \cdot \Omega \cdot \mu\text{F} \cdot p + 1}$$

$$I_3(p) := I_{k2}(p) \rightarrow \frac{630000 \cdot V \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot p^2 + 350000 \cdot V \cdot \Omega \cdot \mu\text{F} \cdot p + 6 \cdot V}{5 \cdot p \cdot (52500 \cdot \mu\text{F} \cdot \Omega^2 \cdot p + 105000 \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot \Omega \cdot p^2 + \Omega)}$$

$$u_C(p) := \frac{u_{C0}}{p} + \frac{I_2(p)}{p \cdot C} \text{ simplify} \rightarrow \frac{10 \cdot V \cdot (315000 \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot p^2 + 157500 \cdot \Omega \cdot \mu\text{F} \cdot p + 1)}{p \cdot (105000 \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot p^2 + 52500 \cdot \Omega \cdot \mu\text{F} \cdot p + 1)}$$

$$u_L(p) := L \cdot p \cdot I_2(p) - L \cdot i_{2\text{дк}} \text{ simplify} \rightarrow -\frac{2100000 \cdot V \cdot \text{mH} \cdot p \cdot \mu\text{F}}{105000 \cdot \text{mH} \cdot \mu\text{F} \cdot p^2 + 52500 \cdot \Omega \cdot \mu\text{F} \cdot p + 1}$$

Перейдемо від зображення до функції часу:

$$I_1(t) := I_1(p) \left| \begin{array}{l} \text{invlaplace, p} \\ \text{factor} \end{array} \right. \rightarrow -\frac{20 \cdot V \cdot \left(\sqrt{3} \cdot \sqrt{7} \cdot \Omega \cdot e^{-\frac{\Omega \cdot t}{4 \cdot \text{mH}}} \cdot \sinh \left(t \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \text{mH} - 13125 \cdot \Omega^2 \cdot \mu\text{F}}{210000 \cdot \text{mH}^2 \cdot \mu\text{F}}} \right) - 18 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{7} \cdot \text{mH} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \text{mH} - 13125 \cdot \Omega^2 \cdot \mu\text{F}}{210000 \cdot \text{mH}^2 \cdot \mu\text{F}}} \right)}{3 \cdot \Omega \cdot \text{mH} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \text{mH} - 13125 \cdot \Omega^2 \cdot \mu\text{F}}{\text{mH}^2 \cdot \mu\text{F}}}}$$

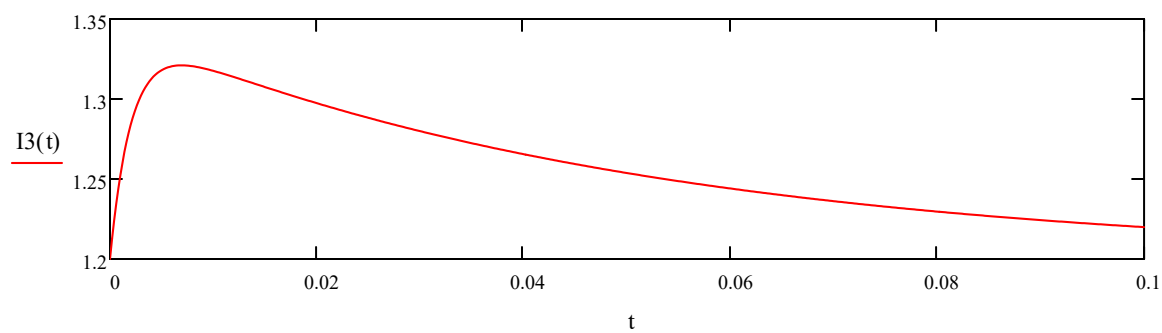
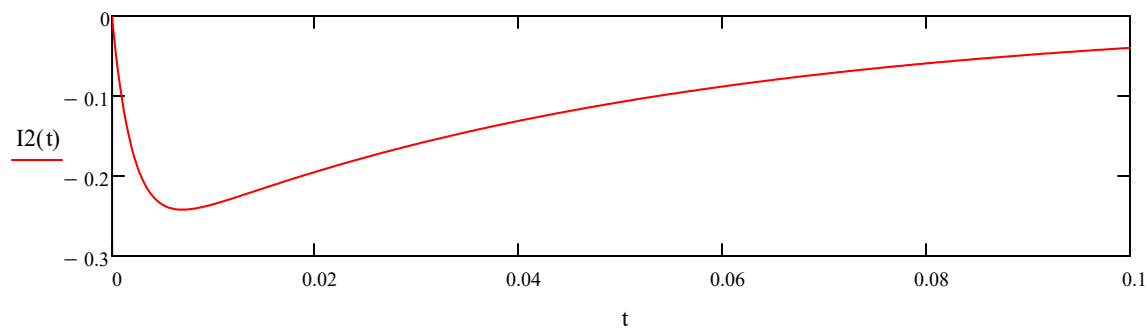
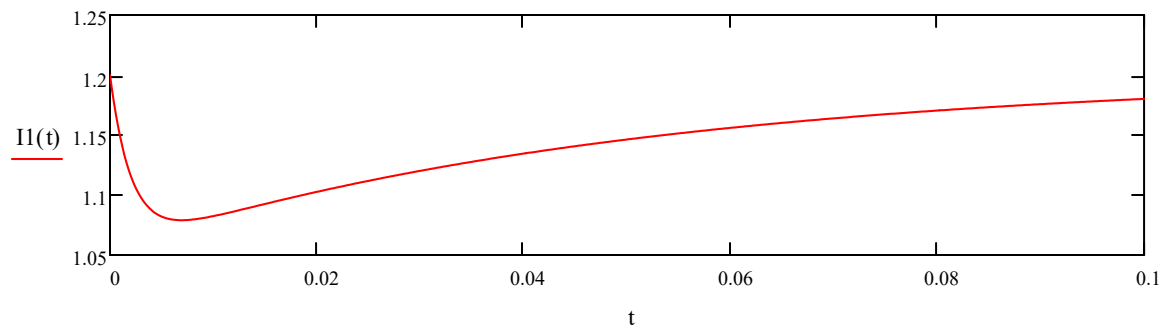
$$I_2(t) := I_2(p) \left| \begin{array}{l} \text{invlaplace, p} \\ \text{factor} \end{array} \right. \rightarrow \frac{\left(-\frac{40 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{7}}{3} \right) \cdot V \cdot \sinh \left(\frac{\sqrt{21} \cdot t \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \text{mH} - 13125 \cdot \Omega^2 \cdot \mu\text{F}}{\text{mH}^2 \cdot \mu\text{F}}}}{2100} \right) \cdot e^{-\frac{\Omega \cdot t}{4 \cdot \text{mH}}}}{\text{mH} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \text{mH} - 13125 \cdot \Omega^2 \cdot \mu\text{F}}{\text{mH}^2 \cdot \mu\text{F}}}}$$

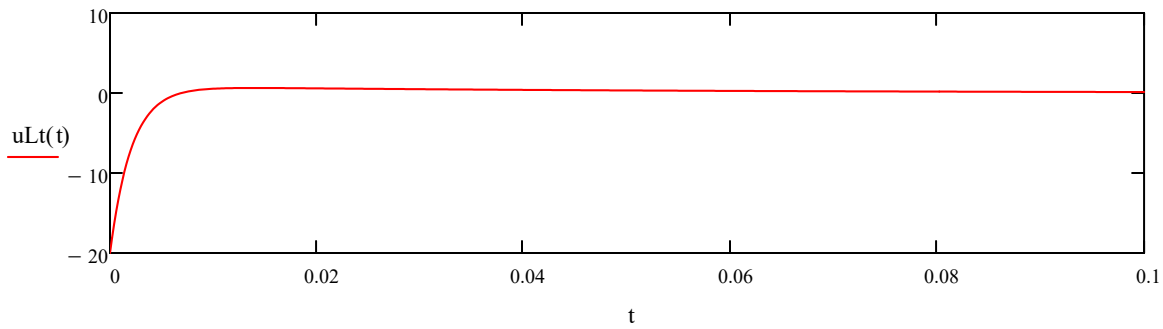
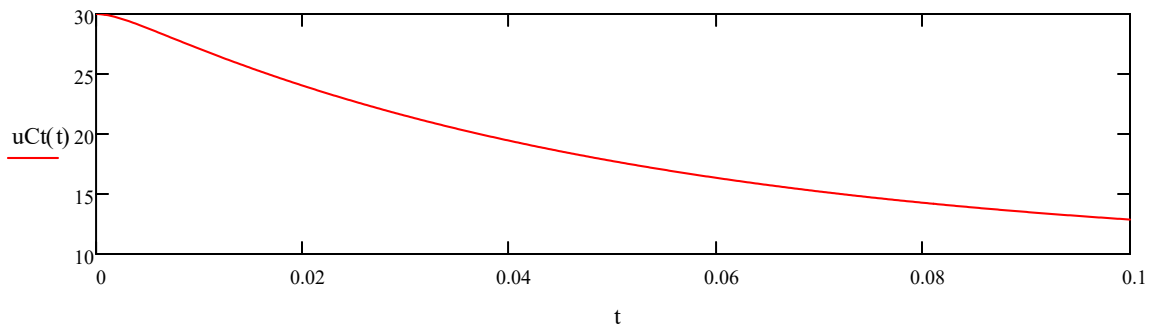
$$I_3(t) := I_3(p) \left| \begin{array}{l} \text{invlaplace, p} \\ \text{factor} \end{array} \right. \rightarrow \frac{20 \cdot V \cdot \left(18 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{7} \cdot \text{mH} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \text{mH} - 13125 \cdot \Omega^2 \cdot \mu\text{F}}{210000 \cdot \text{mH}^2 \cdot \mu\text{F}}} + \sqrt{3} \cdot \sqrt{7} \cdot \Omega \cdot e^{-\frac{\Omega \cdot t}{4 \cdot \text{mH}}} \cdot \sinh \left(t \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \text{mH} - 13125 \cdot \Omega^2 \cdot \mu\text{F}}{210000 \cdot \text{mH}^2 \cdot \mu\text{F}}} \right) \right)}{3 \cdot \Omega \cdot \text{mH} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \text{mH} - 13125 \cdot \Omega^2 \cdot \mu\text{F}}{\text{mH}^2 \cdot \mu\text{F}}}}$$

$$u_L(t) := u_L(p) \left| \begin{array}{l} \text{invlaplace, p} \\ \text{simplify} \end{array} \right. \rightarrow \frac{500 \cdot \sqrt{21} \cdot V \cdot \Omega \cdot \sinh \left(\frac{t \cdot \sqrt{\frac{275625 \cdot \Omega^2}{\text{mH}^2} - \frac{42}{\text{mH} \cdot \mu\text{F}}}}{2100} \right) \cdot e^{-\frac{\Omega \cdot t}{4 \cdot \text{mH}}}}{\text{mH} \cdot \sqrt{\frac{13125 \cdot \Omega^2}{\text{mH}^2} - \frac{2}{\text{mH} \cdot \mu\text{F}}}} - 20 \cdot V \cdot \cosh \left(\frac{t \cdot \sqrt{\frac{275625 \cdot \Omega^2}{\text{mH}^2} - \frac{42}{\text{mH} \cdot \mu\text{F}}}}{2100} \right) \cdot e^{-\frac{\Omega \cdot t}{4 \cdot \text{mH}}}$$

$$u_C(t) := u_C(p) \left| \begin{array}{l} \text{invlaplace}, p \\ \text{simplify} \end{array} \right. \rightarrow 10 \cdot V + 20 \cdot V \cdot e^{-\frac{\Omega \cdot t}{4 \cdot \text{mH}}} \cdot \cosh\left(\frac{\sqrt{21} \cdot t \cdot \sqrt{\frac{13125 \cdot \Omega^2}{\text{mH}^2} - \frac{2}{\text{mH} \cdot \mu\text{F}}}}{2100}\right) +$$

$$+ \frac{500 \cdot \sqrt{21} \cdot V \cdot \Omega \cdot e^{-\frac{\Omega \cdot t}{4 \cdot \text{mH}}} \cdot \sinh\left(\frac{\sqrt{21} \cdot t \cdot \sqrt{\frac{13125 \cdot \Omega^2}{\text{mH}^2} - \frac{2}{\text{mH} \cdot \mu\text{F}}}}{2100}\right)}{\text{mH} \cdot \sqrt{\frac{13125 \cdot \Omega^2}{\text{mH}^2} - \frac{2}{\text{mH} \cdot \mu\text{F}}}}$$





Визначимо чому повинен дорівнювати активний опір вітки з джерелом E1, щоб апериодичний процес переходив у коливальний

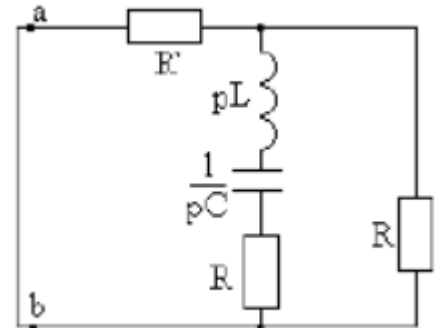
$$Z_{ab}(p) = \frac{R \cdot \left(R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C} \right)}{2 \cdot R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C}} + R'$$

$$Z_{ab}(p) = \frac{R \cdot \left(R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C} \right) + R' \cdot \left(2 \cdot R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C} \right)}{2 \cdot R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C}}$$

$$R \cdot \left(R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C} \right) + R' \cdot \left(2 \cdot R + p \cdot L + \frac{1}{p \cdot C} \right) = 0$$

$$(R' \cdot L + R \cdot L) \cdot p^2 + (2 \cdot R \cdot R' + R^2) \cdot p + \left(\frac{R}{C} + \frac{R'}{C} \right) = 0$$

$$D = (2 \cdot R \cdot R' + R^2)^2 - 4 \cdot (R' \cdot L + R \cdot L) \cdot \left(\frac{R}{C} + \frac{R'}{C} \right) = 0$$



$$\left[(2 \cdot R \cdot R' + R^2)^2 - 4 \cdot (R' \cdot L + R \cdot L) \cdot \left(\frac{R}{C} + \frac{R'}{C} \right) \right] \Big|_{\text{solve, } R'}^{\text{float}} \rightarrow \left[\frac{7 \cdot \mu\text{F} \cdot \left[0.5 \cdot \Omega^2 \cdot \sqrt{\frac{5357142.857 \cdot \text{mH}}{\mu\text{F}}} + \frac{0.071 \cdot (1750000 \cdot \Omega^3 \cdot \mu\text{F} + -300 \cdot \Omega \cdot \text{mH})}{\mu\text{F}}} \right]}{3 \cdot \text{mH} + -35000 \cdot \Omega^2 \cdot \mu\text{F}}, \frac{7 \cdot \mu\text{F} \cdot \left[0.5 \cdot \Omega^2 \cdot \sqrt{\frac{5357142.857 \cdot \text{mH}}{\mu\text{F}}} - \frac{0.071 \cdot (1750000 \cdot \Omega^3 \cdot \mu\text{F} + -300 \cdot \Omega \cdot \text{mH})}{\mu\text{F}}} \right]}{3 \cdot \text{mH} + -35000 \cdot \Omega^2 \cdot \mu\text{F}} \right]$$

$$= \begin{pmatrix} -30.662 \\ -14.651 \end{pmatrix} \Omega$$