

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ
Кафедра системного проектування

Лабораторна робота №04_TR_03_1_32

""Дослідження імпульсних і перехідних характеристик електричних кіл""

Виконав:

студент II курсу

групи ДА-92

Насікан Д. Ю.

Варіант 11

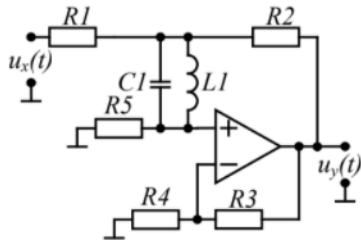
Перевірив:

Поворознюк Н.І.

Мета роботи:

Оволодіти операторним методом аналізу і отримати навички експериментального дослідження перехідних процесів в електричних колах другого порядку

Завдання:



Варіант 11

$$R1 = 17 \Omega \quad R2 := 2 \cdot R1 \quad R3 := 3 \cdot R1$$

$$R4 := 4 \cdot R1 \quad R5 := R1 \quad R6 := 6 \cdot R1$$

$$L1 = 0.012 \cdot \text{mH} \quad C1 = 170.219 \cdot \text{nF}$$

1. Побудувати операторну еквівалентну схему заданого кола
2. Вважаючи, що зображення вхідного сигналу задане, визначити:
зображення вихідної напруги $U_y(s)$;
зображення напруги на ємнісному елементі $U_{C1}(s)$;
зображення струму в індуктивному елементі $I_{L1}(s)$;
3. За знайденими зображеннями $U_y(s)$, $U_{C1}(s)$, $I_{L1}(s)$ і визначити операторні передавальні функції: $K_y(s) = \frac{U_y(s)}{U_x(s)}$, $K_U(s) = \frac{U_{C1}(s)}{U_x(s)}$,
 $G_{IL}(s) = \frac{I_{L1}(s)}{U_x(s)}$.
4. За допомогою теореми розкладання знайти оригінали, тобто імпульсну і перехідну характеристики $g_y(t) = L^{-1}[K_y(s)]$, $h_y(t) = L^{-1}\left[\frac{K_y(s)}{s}\right]$, $g_U(t) = L^{-1}[K_U(s)]$, $h_U(t) = L^{-1}\left[\frac{K_U(s)}{s}\right]$, $g_{IL}(t) = L^{-1}[G_{IL}(s)]$, $h_{IL}(t) = L^{-1}\left[\frac{G_{IL}(s)}{s}\right]$, для чого:
 - визначити і обчислити корені знаменника;
 - знайти похідну від знаменника по s ;
 - підставити значення коренів у чисельник і похідну від знаменника і обчислити значення коефіцієнтів перехідної характеристики g_1, g_2, h_1, h_2 .
5. Записати вирази для $g_y(t)$, $h_y(t)$, $g_U(t)$, $h_U(t)$, $g_{IL}(t)$, $h_{IL}(t)$

Розрахункова частина

1) Визначаємо значення операторних опорів кола:

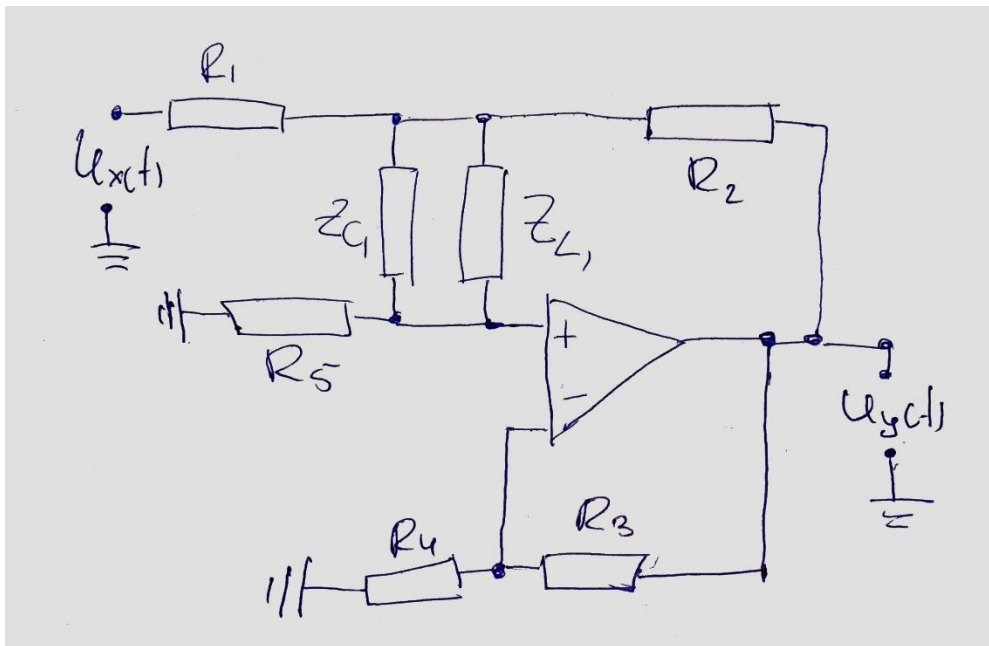
$$Z_{R1}(s) = R1 \quad Z_{R2}(s) = 2R1 \quad Z_{R3}(s) = 3R1$$

$$Z_{R4}(s) = 4R1 \quad Z_{R5}(s) = R1$$

$$Z_{L1}(s) = s * L1$$

$$Z_{C1}(s) = \frac{1}{s * C1}$$

2) Побудуємо еквівалентну схему:



3) Обчислимо еквівалентний опір:

$$Z_{L1C1R5} = Z_{R5} + Z_{L1} * \frac{Z_{C1}}{Z_{C1} + Z_{L1}}$$

- 4) Складаємо систему рівнянь за методом вузлових потенціалів для вузлів а і у:

$$U_a \left(\frac{1}{Z_{R1}} + \frac{1}{Z_{C1L1R5}} + \frac{1}{Z_{R2}} \right) = U_x \left(\frac{1}{Z_{R1}} \right) + U_y \left(\frac{1}{Z_{R2}} \right)$$

$$U_y \left(\frac{1}{Z_{R2}} + \frac{1}{Z_{R3}} \right) = U_a \left(\frac{1}{Z_{R2}} \right)$$

- 5) Знайдемо розв'язки системи:

$$U_y = \frac{3 (R1 + L1 s + C1 L1 R1 s^2) U_x}{11 R1 + 6 L1 s + 11 C1 L1 R1 s^2}$$

$$U_a = \frac{5 (R1 + L1 s + C1 L1 R1 s^2) U_x}{11 R1 + 6 L1 s + 11 C1 L1 R1 s^2}$$

- 6) Знайдемо зображення струму на LI та напруги на CI :

$$U_{C1} = \frac{5 L1 s U_x}{6 L1 s + 11 R1 (1 + C1 L1 s^2)}$$

$$I_{L1} = \frac{5 U_x}{6 L1 s + 11 R1 (1 + C1 L1 s^2)}$$

- 7) За зображеннями струмів і напруг знайдемо передавальні функції:

$$G_y = \frac{3 (R1 + L1 s + C1 L1 R1 s^2)}{11 R1 + 6 L1 s + 11 C1 L1 R1 s^2}$$

$$G_c = \frac{5 L1 s}{11 R1 + 6 L1 s + 11 C1 L1 R1 s^2}$$

$$G_L = \frac{5}{11 R1 + 6 L1 s + 11 C1 L1 R1 s^2}$$

8) Визначаємо зображення перехідних характеристик:

$$H_y = \frac{3 (R1 + L1 s + C1 L1 R1 s^2)}{s (11 R1 + 6 L1 s + 11 C1 L1 R1 s^2)}$$

$$H_c = \frac{5 L1}{11 R1 + 6 L1 s + 11 C1 L1 R1 s^2}$$

$$H_L = \frac{5}{s (11 R1 + 6 L1 s + 11 C1 L1 R1 s^2)}$$

9) До скорочення знаменники у всіх трьох виразах однакові, знайдемо їх корені:

$$D_y(s) = D_c(s) = D_L(s) = s (11 R1 + 6 L1 s + 11 C1 L1 R1 s^2)$$

$$s (11 R1 + 6 L1 s + 11 C1 L1 R1 s^2) = 0$$

$$p1 = \frac{-3 L1 - \sqrt{9 L1^2 - 121 C1 L1 R1^2}}{11 C1 L1 R1} = -94\,247.9 - 690\,389. i$$

$$p2 = \frac{-3 L1 + \sqrt{9 L1^2 - 121 C1 L1 R1^2}}{11 C1 L1 R1} = -94\,247.9 + 690\,389. i$$

10) Знаходимо похідну знаменника:

$$dD(s) = 11 R1 + 12 L1 s + 33 C1 L1 R1 s^2$$

11) Знаходимо коефіцієнти при експоненціальних функціях оригіналів:

$$\frac{N_y(p1)}{dD(p1)} = 3.90313 \times 10^{-17} + 0.031026 i$$

$$\frac{N_y(p2)}{dD(p2)} = 3.90313 \times 10^{-17} - 0.031026 i \quad \frac{N_y(p3)}{dD(p3)} = \frac{3}{11}$$

$$\frac{N_c(p_1)}{dD(p_1)} = 4.15787 \times 10^{-18} + 0.113762 i$$

$$\frac{N_c(p_2)}{dD(p_2)} = 4.15787 \times 10^{-18} - 0.113762 i \quad \frac{N_c(p_3)}{dD(p_3)} = 0$$

$$\frac{N_L(p_1)}{dD(p_1)} = -0.013369 - 0.00182506 i$$

$$\frac{N_L(p_2)}{dD(p_2)} = -0.013369 + 0.00182506 i \quad \frac{N_L(p_3)}{dD(p_3)} = \frac{5}{187}$$

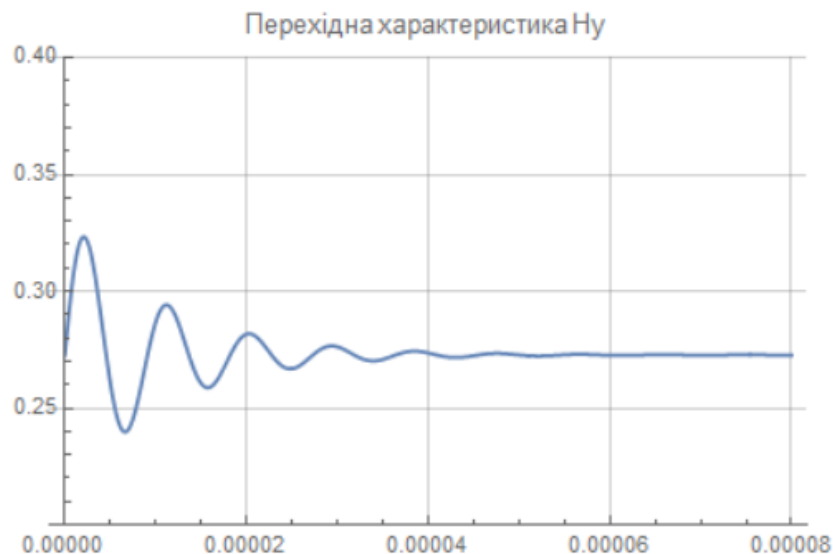
12) Записуємо вирази для оригіналів, тобто залежності від часу перехідних характеристик напруги на ємнісному елементі, струму в індуктивному елементі і вихідної напруги:

$$h_L(t) := \frac{N_L(p_1)}{dD(p_1)} \cdot e^{p_1 \cdot t} + \frac{N_L(p_2)}{dD(p_2)} \cdot e^{p_2 \cdot t} + \frac{N_L(p_3)}{dD(p_3)} \cdot e^{p_3 \cdot t}$$

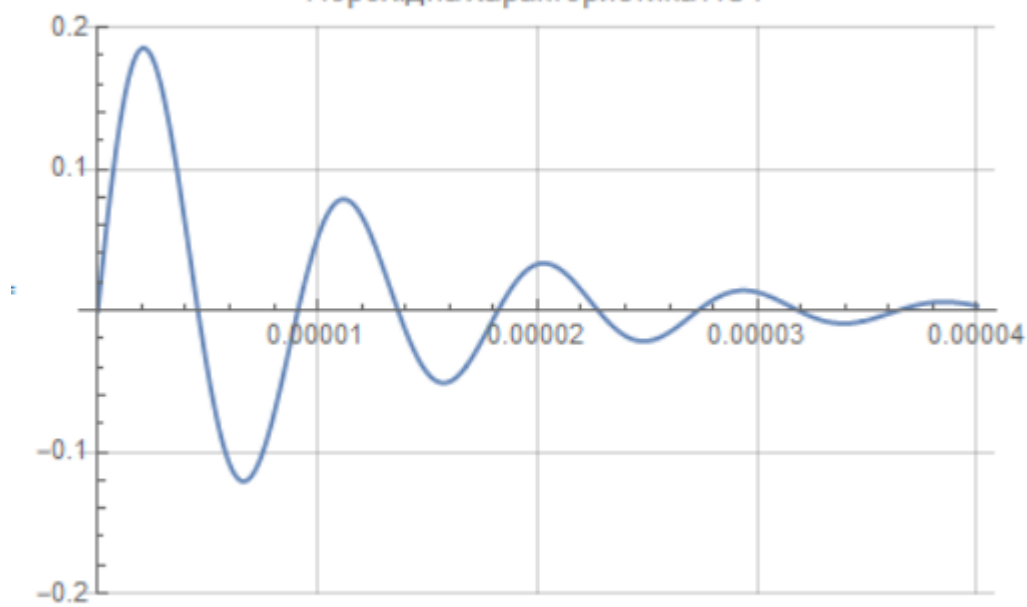
$$h_C(t) := \frac{N_C(p_1)}{dD(p_1)} \cdot e^{p_1 \cdot t} + \frac{N_C(p_2)}{dD(p_2)} \cdot e^{p_2 \cdot t} + \frac{N_C(p_3)}{dD(p_3)} \cdot e^{p_3 \cdot t}$$

$$h_Y(t) := \frac{N_Y(p_1)}{dD(p_1)} \cdot e^{p_1 \cdot t} + \frac{N_Y(p_2)}{dD(p_2)} \cdot e^{p_2 \cdot t} + \frac{N_Y(p_3)}{dD(p_3)} \cdot e^{p_3 \cdot t}$$

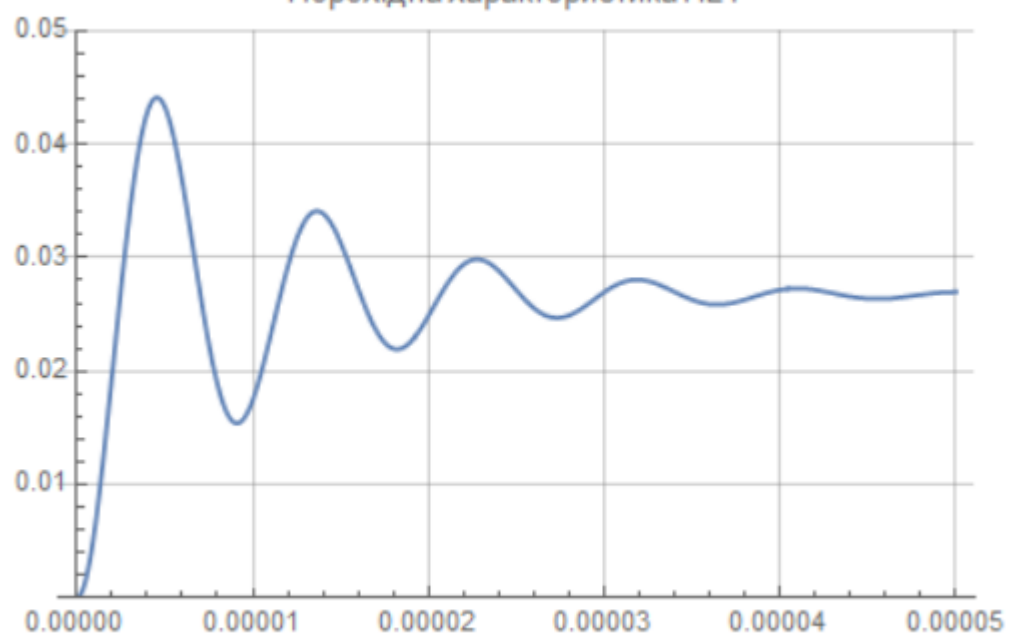
13) Підставляємо обчислені значення та будуємо графіки залежності величин від часу:



Перехідна характеристика НС1

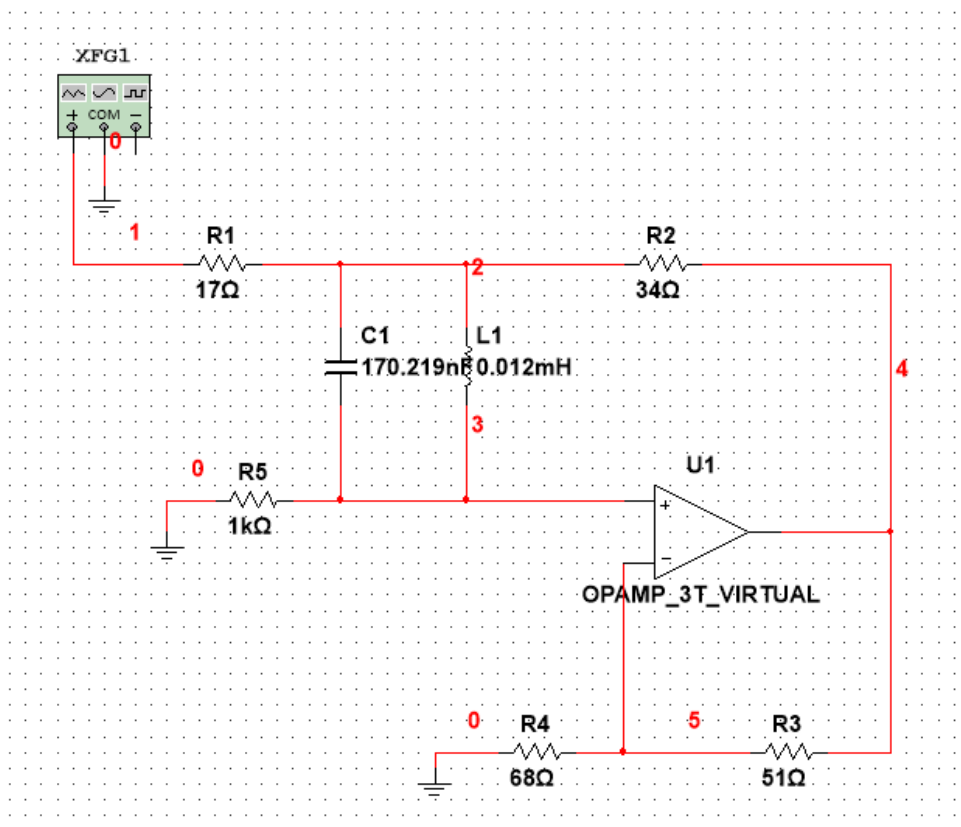


Перехідна характеристика НЛ1

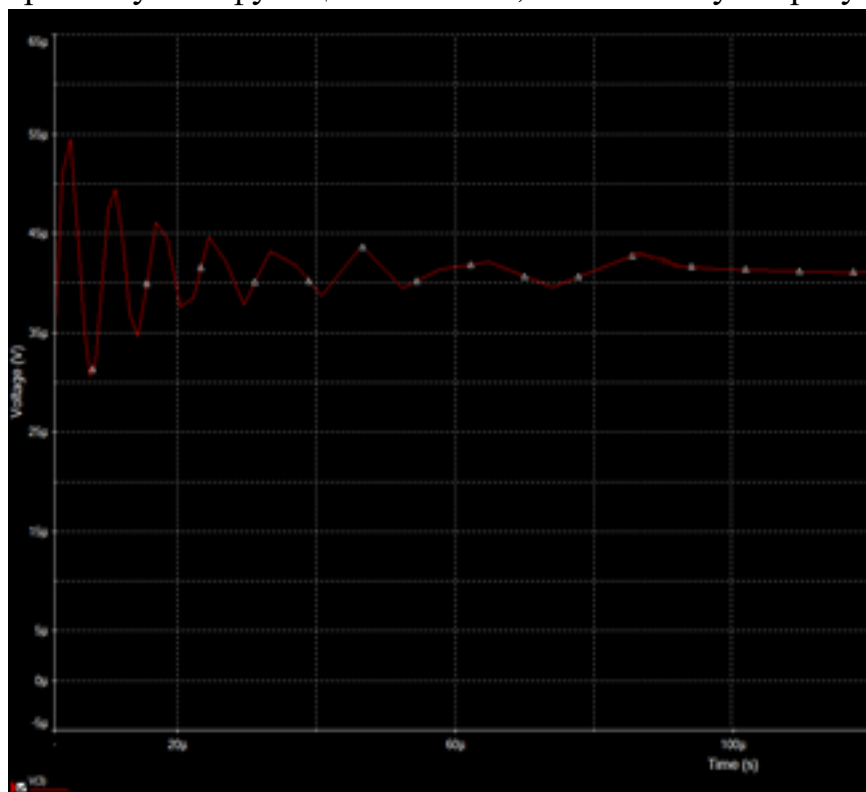


Експериментальна частина

Будуємо схему використовуючи засоби Multisim:

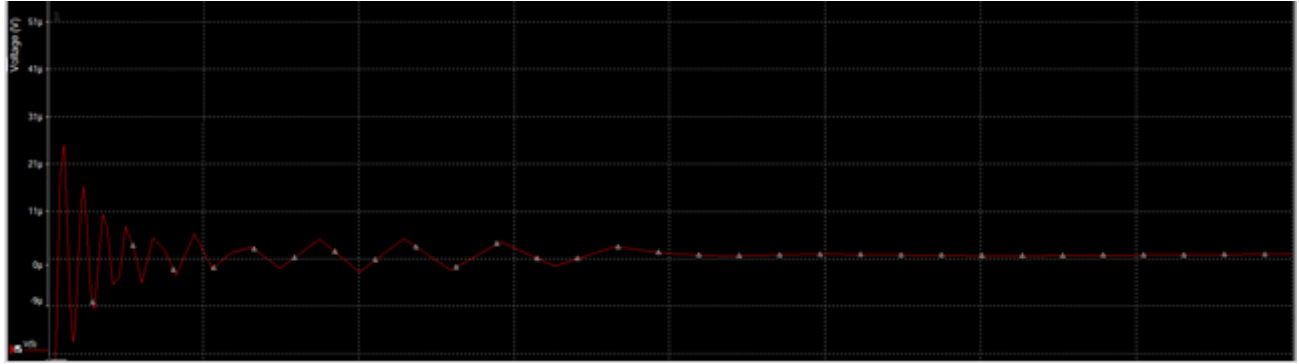


Використовуючи функцію Transient, маємо наступні результати:

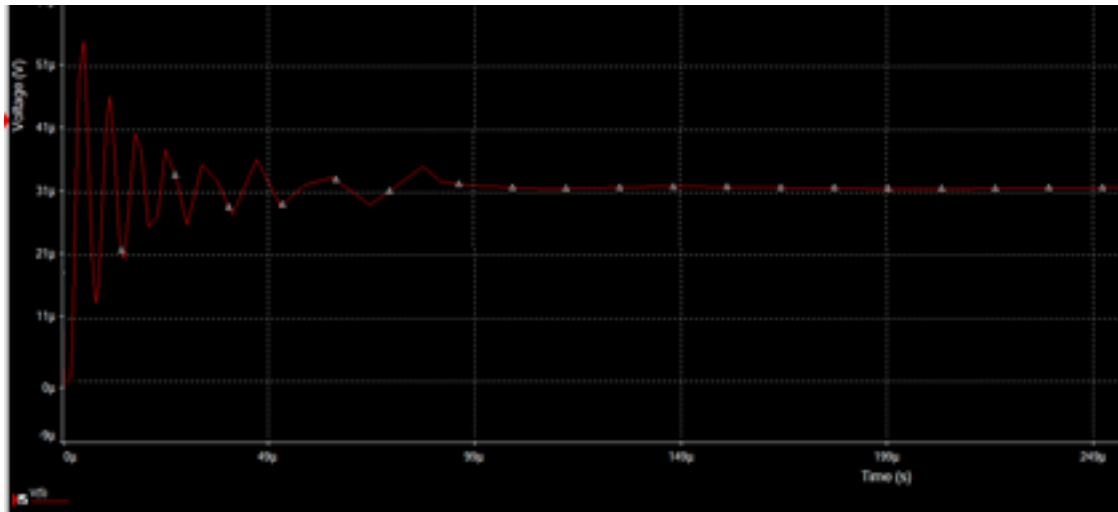


Ну:

HC1:



HL1:



Висновок:

У ході даної лабораторної роботи я оволодів операторним методом аналізу, а також попрактикувався в експериментальному дослідженні перехідних процесів в електричних колах. Як бачимо, результати збігаються з допустимими похибками.