

1. ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА САМОІНДУКЦІЇ

Варіант №***

1.1. Мета роботи: дослідити явище самоіндукції, яке виникає при змінах сили струму в котушці, вивчити закон Фарадея для самоіндукції.

1.2. Експериментальні дослідження

1.2.1 Прилади та приладдя: схема електричного кола, за допомогою якого досліджується явище самоіндукції; імітаційна комп'ютерна програма «Лабораторна. Явище самоіндукції».

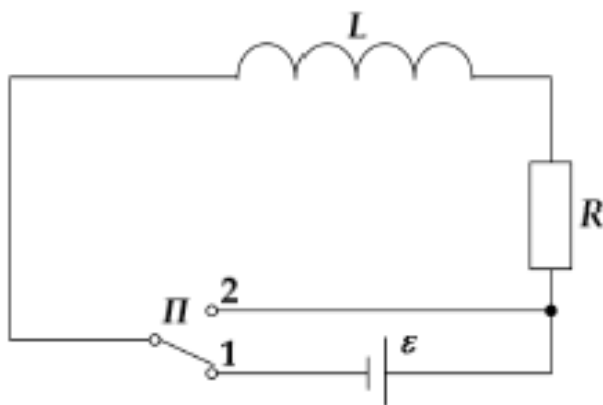


Рисунок 1.1 – Схема електричного кола для дослідження явища самоіндукції

1.2.2 Результати вимірювань

1.2.2.1 За допомогою комп'ютерної програми з метою визначення параметрів соленоїда від яких залежить сила струму в електричному колі встановлюємо довільні параметри соленоїда (площу поперечного перерізу $S=1\text{ м}^2$; кількість витків соленоїду $N=100$; довжину соленоїда $l=1\text{ м}$, електричний опір $R=40\text{ Ом}$, та напругу 220 В , та робимо вимір сили струму $I=5,5\text{ А}$.

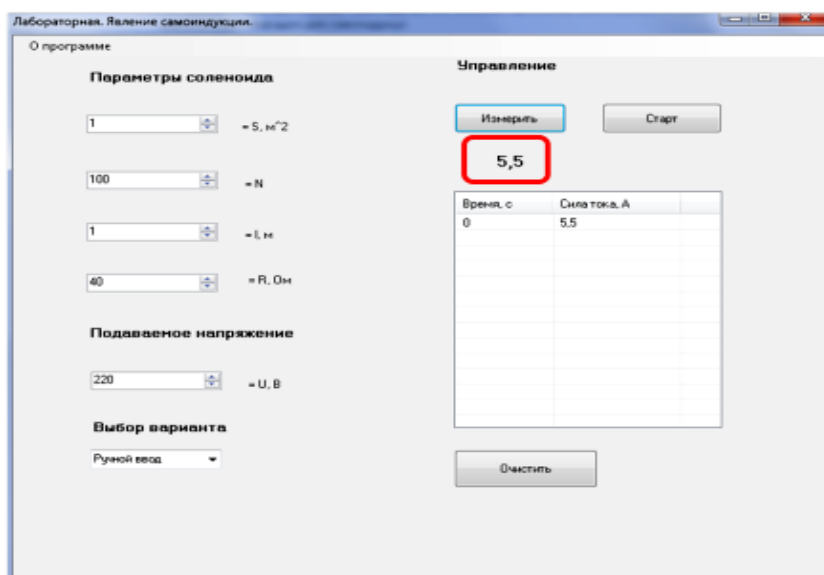


Рис.1 Результати вимірювання сили струму I при довільно встановлених параметрах.

Після цього, послідовно змінюючи параметри соленоїда (**S**, **N**, **l** та **R**) та вимірюючи силу струму за допомогою кнопки «Измерить» встановлюємо від якого параметру залежить початкова сила струму I_0 (див. рис. 2 – 5)

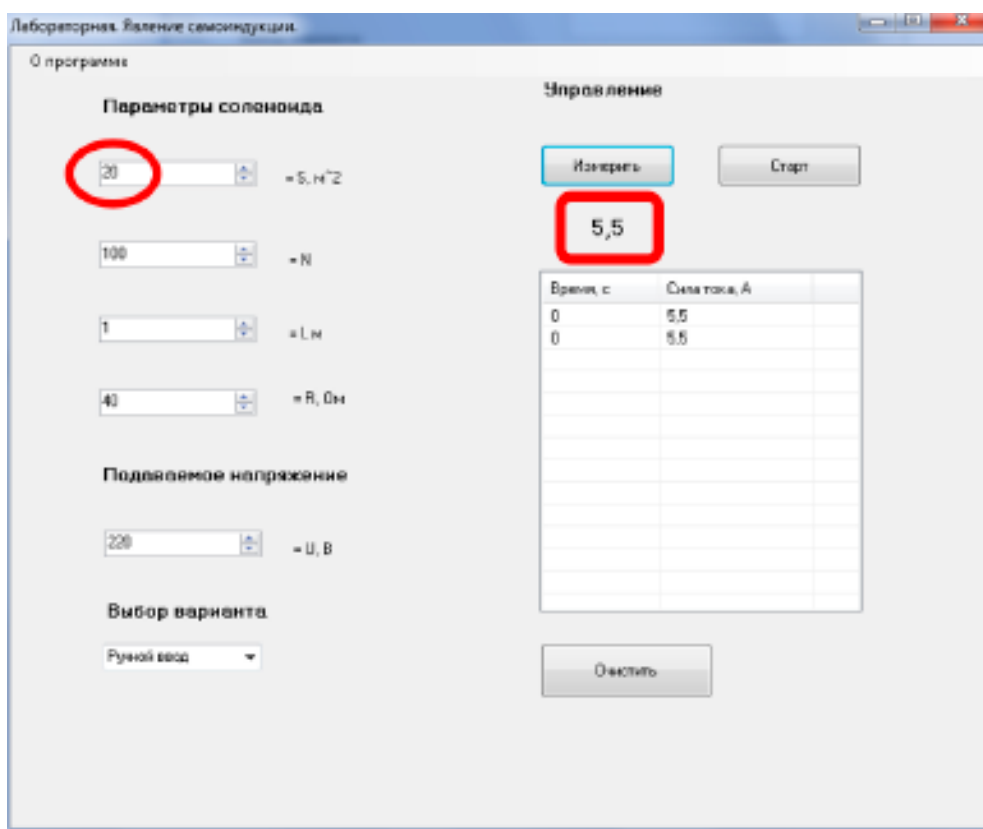


Рис.2 Величина силы струму при змінненні величини S

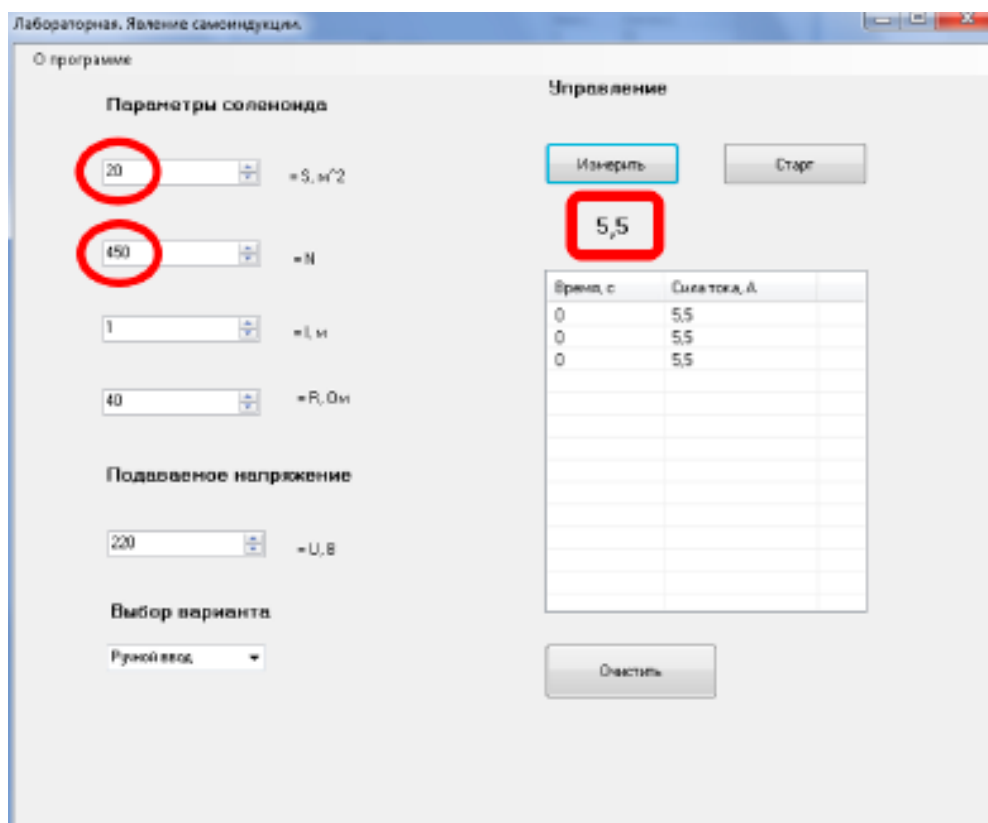


Рис.3 Величина силы струму при змінненні величини N

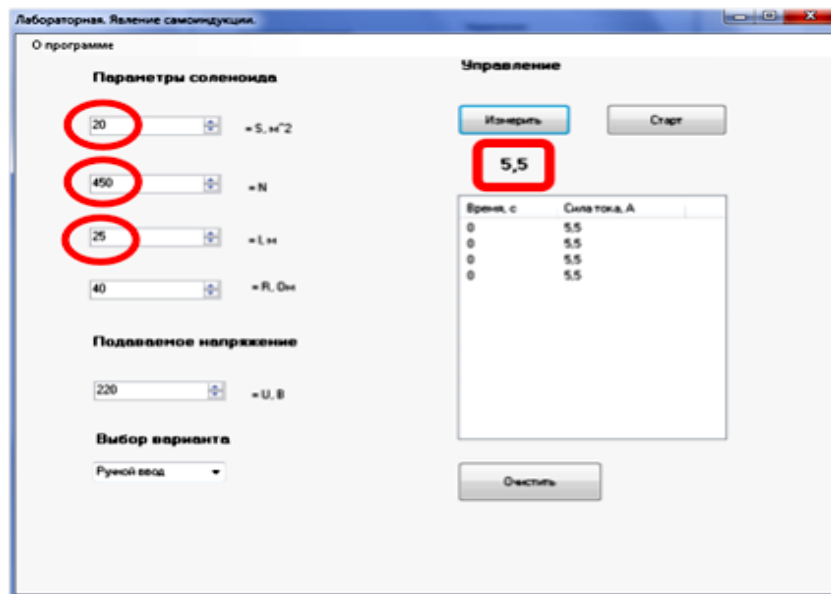


Рис.4 Величина силы струму при змінненні величини I

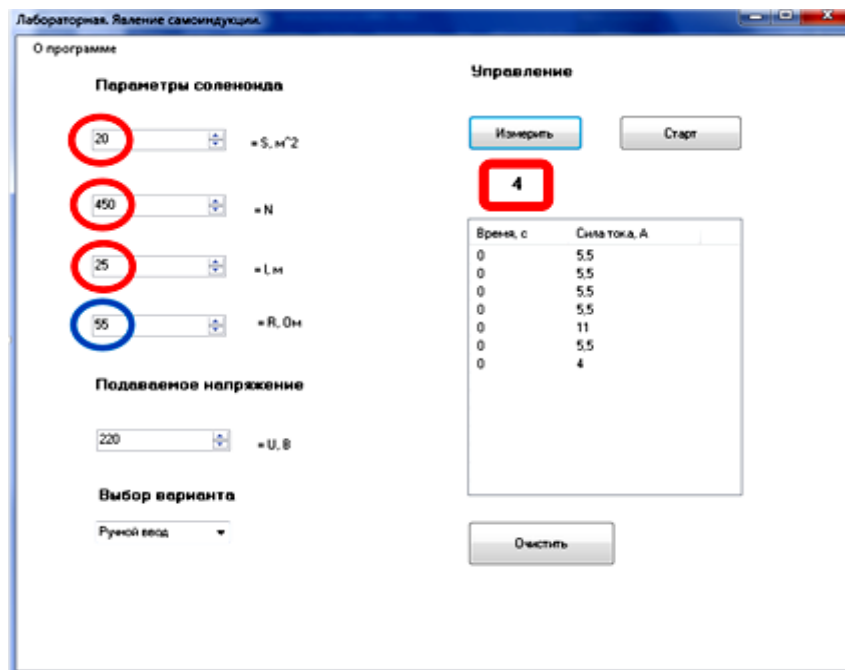


Рис. 5 Величина силы струму при змінненні величини R

Висновок: дивлячись на рисунки 2-5 бачимо, що в даному випадку сила струму I_0 змінюється з 5,5 до 4 А при змінненні величини опору (в даному випадку з 40 до 55). Тобто можна зробити висновок, що сила струму I_0 в електричному колі залежить тільки від(вказати фізичну величину від якої залежить сила струму).

1.2.2.2. Згідно свого варіанту (№1) **вимірюємо початкову силу струму** (час дорівнює нулю). Натискаючи кнопку «Старт/Стоп», робимо декілька вимірів сили струму та слідкуємо, як швидко вона зменшується. Визначаємо час вимірювання таким, чином, щоб сила струму за цей час зменшилась щонайменш, ніж у 15...20 разів від початкового значення. (**для нашого випадку менш ніж 0,25-0,18 А**)

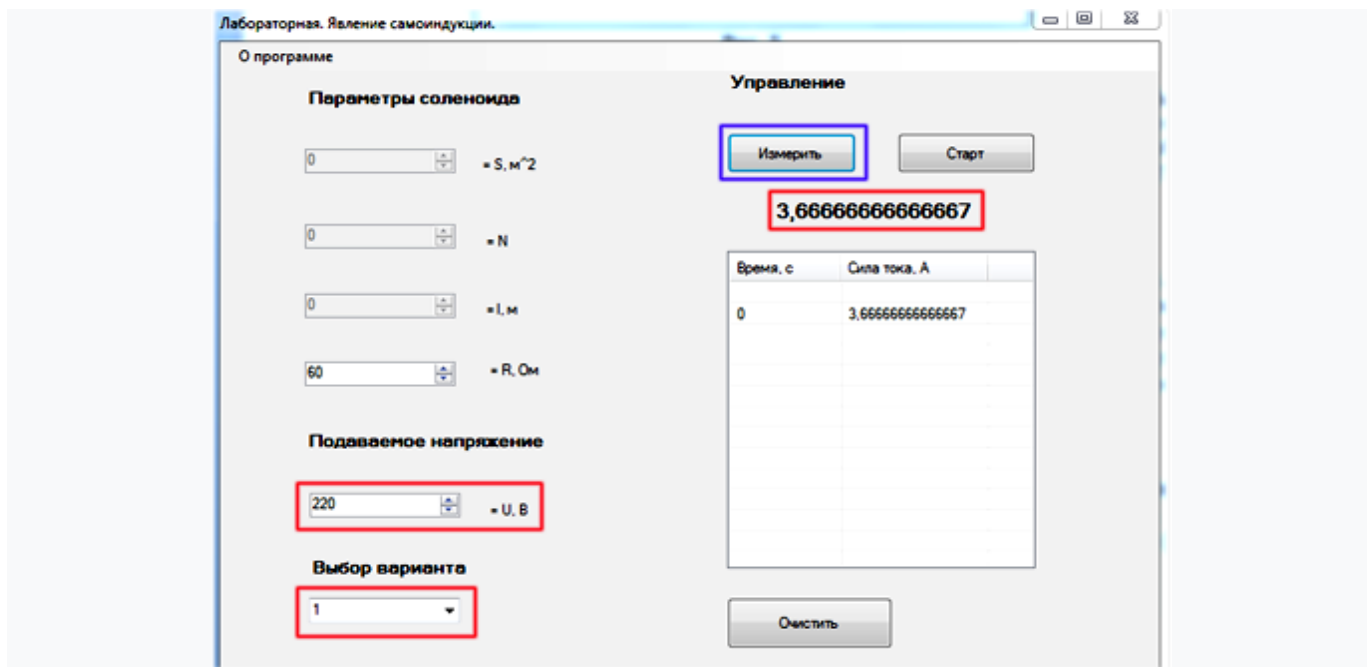


Рис. 6. Визначення величини початкової силу струму

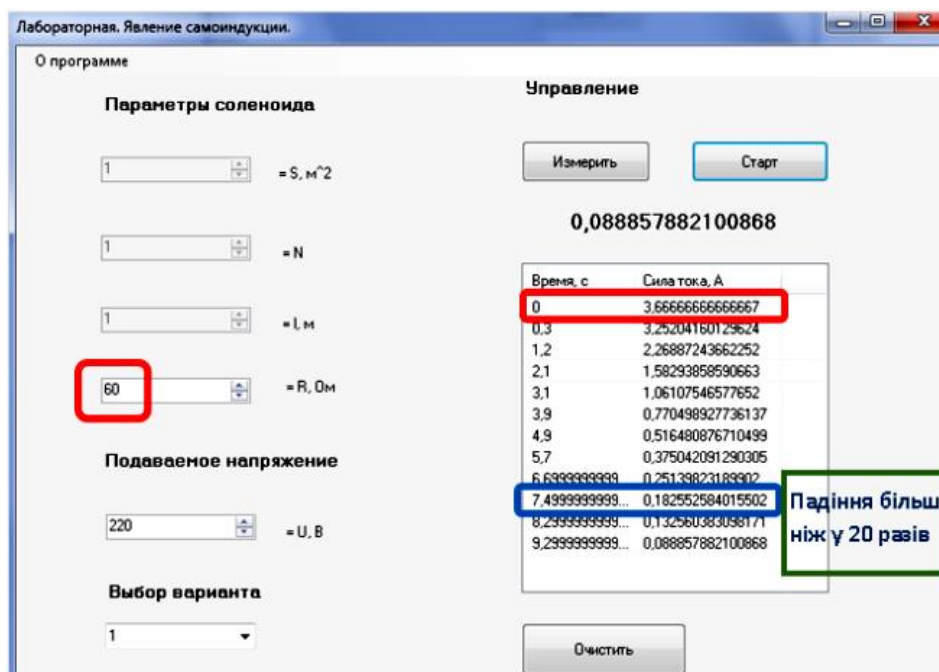


Рис. 7. Визначення часу за який сила струму зменшується у 15...20 разів

Висновок: Встановлено, що час падіння до зазначеного мінімуму складає **7,5 - 8 сек.**

1.2.2.3. Вимірюємо початкову силу струму, після чого натискаючи кнопку «Старт/Стоп», робимо щонайменше 10 вимірів сили струму за вибраний проміжок часу (7,5 - 8 сек) , та заносимо отриманні данні до таблиці 1.1.

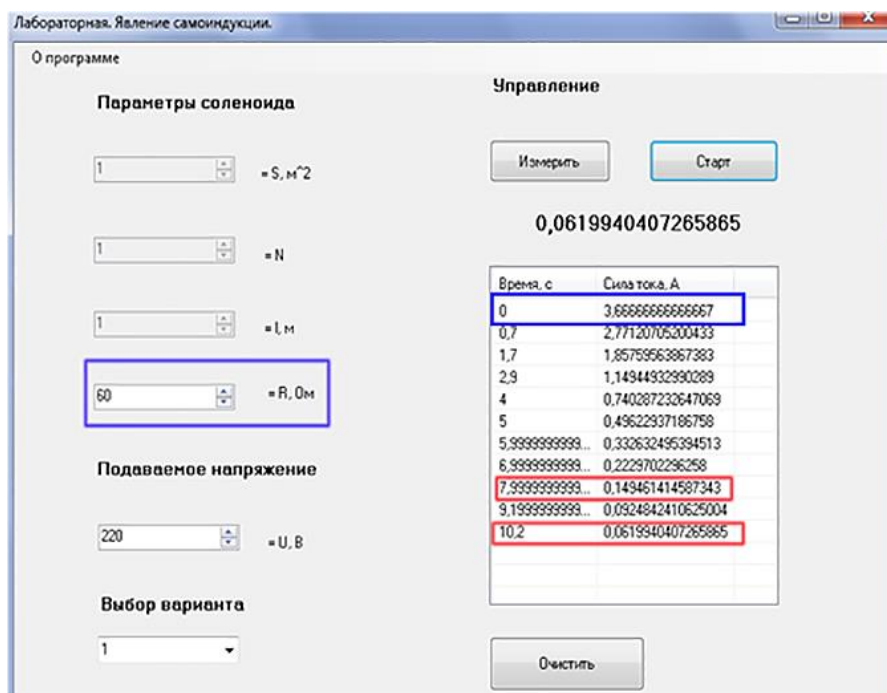


Рис. 8. Результати вимірювання початкової силу струму, та 10 вимірів сили струму за 7,5 - 8 сек.

Таблица 1.1—Результаты экспериментальных исследований (R=60 Ом)

t, c	0	0,7	1,7	2,9	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,2	10,2
I, A	3,66	2,77	1,85	1,15	0,74	0,5	0,33	0,22	0,15	0,09	0,06
$L, Гн$		150,75	149,5	150,3	150,1	150,7	149,6	149,4	150,25	148,97	148,87
$\ln I$	1,3	1	0.6	0.14	-0.3	-0.7	-1.1	-1.5	-1.9	-2.4	-2.8
ε, B		166,2	111,0	69,0	44,4	30,0	19,8	13,2	9,0	5,4	3,6

Будуємо графіки залежностей $I = f(t)$, $\ln I = f(t)$

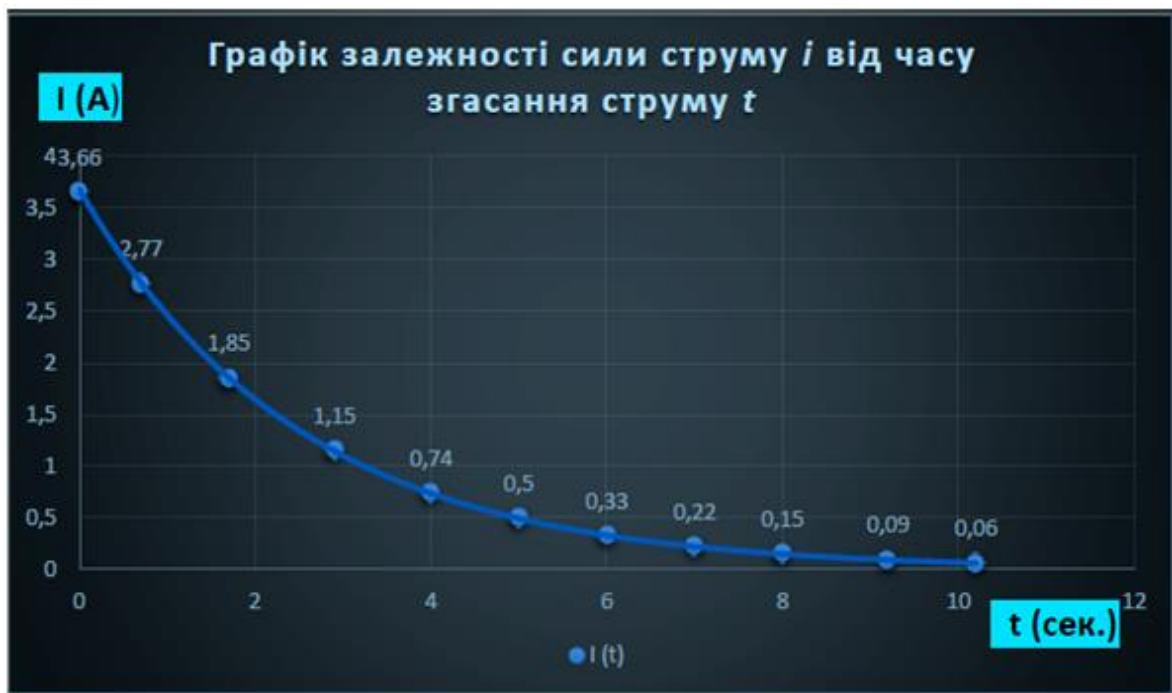


Рис 9- Графік залежності сили струму i від часу згасання струму t ($I = f(t)$),



Рис. 10- Графік залежності $ln I$ від часу згасання струму t

1.2.2.4. За формулою 12.9, обчислюємо значення індуктивності L , та заносимо ці значення до таблиці і переконуємося в сталому значенні індуктивності.

Для того щоб скористатися формулою 12.9 та обчислити значення індуктивності L необхідно провести перетворення формули 12.9 :

$$i = i_0 e^{-\frac{Rt}{L}}$$

Перетворення наступні :

$$\frac{i}{i_0} = e^{-\frac{Rt}{L}} \Rightarrow \ln\left(\frac{i}{i_0}\right) = \ln\left(e^{-\left(\frac{Rt}{L}\right)}\right) \Rightarrow \underline{\ln\left(\frac{i_0}{i}\right) = \frac{Rt}{L}} \Rightarrow$$

\Rightarrow

$$L = \frac{Rt}{\ln\left(\frac{i_0}{i}\right)}$$

За формулою, що обведеною червоною рамкою розраховується величина індуктивності соленоїда L для усіх i :

Проведемо розрахунок $L(t)$

$$L_1 = \frac{Rt_1}{\ln\left(\frac{i_0}{i_1}\right)} = \frac{60 \cdot 0,7}{\ln\left(\frac{3,66}{2,77}\right)} = \frac{42}{\ln(1,321)} \approx 150,75 \text{ Гн}$$

$$L_2 = \frac{Rt_2}{\ln\left(\frac{i_0}{i_2}\right)} = \frac{60 \cdot 1,7}{\ln\left(\frac{3,66}{1,85}\right)} = \frac{102}{\ln(1,978)} \approx 149,5 \text{ Гн}$$

$$L_3 = \frac{Rt_3}{\ln\left(\frac{i_0}{i_3}\right)} = \frac{60 \cdot 2,9}{\ln\left(\frac{3,66}{1,15}\right)} = \frac{174}{\ln(3,182)} \approx 150,3 \text{ Гн}$$

$$L_4 = \frac{Rt_4}{\ln\left(\frac{i_0}{i_4}\right)} = \frac{60 \cdot 4}{\ln\left(\frac{3,66}{0,74}\right)} = \frac{240}{\ln(4,946)} \approx 150,1 \text{ Гн}$$

$$L_5 = \frac{Rt_5}{\ln\left(\frac{i_0}{i_5}\right)} = \frac{60 \cdot 5}{\ln\left(\frac{3,66}{0,5}\right)} = \frac{300}{\ln(7,32)} \approx 150,7 \text{ Гн}$$

$$L_6 = \frac{Rt_6}{\ln\left(\frac{i_0}{i_6}\right)} = \frac{60 \cdot 6}{\ln\left(\frac{3,66}{0,33}\right)} = \frac{360}{\ln(11,09)} \approx 149,6 \text{ Гн}$$

$$L_7 = \frac{Rt_7}{\ln\left(\frac{i_0}{i_7}\right)} = \frac{60 \cdot 7}{\ln\left(\frac{3,66}{0,22}\right)} = \frac{420}{\ln(16,63)} \approx 149,4 \text{ Гн}$$

$$L_8 = \frac{Rt_8}{\ln\left(\frac{i_0}{i_8}\right)} = \frac{60 \cdot 8}{\ln\left(\frac{3,66}{0,15}\right)} = \frac{480}{\ln(24,4)} \approx 150,25 \text{ Гн}$$

$$L_9 = \frac{Rt_9}{\ln\left(\frac{i_0}{i_9}\right)} = \frac{60 \cdot 9,2}{\ln\left(\frac{3,66}{0,09}\right)} = \frac{552}{\ln(40,66)} \approx 148,97 \text{ Гн}$$

$$L_{10} = \frac{Rt_{10}}{\ln\left(\frac{i_0}{i_{10}}\right)} = \frac{60 \cdot 10,2}{\ln\left(\frac{3,66}{0,06}\right)} = \frac{612}{\ln(61)} \approx 148,87 \text{ Гн}$$

Аналізуючи отримані значення величин L_i бачимо, що кожне з розрахованих значень не перевищує 2-5% от середнього значення L , тому можна вважати розрахунок L_i **правильним**, а **значення індуктивності сталим**.

Отримані значення заносимо у відповідний рядок таблиці 12.1

1.2.2.5. За формулою 12.10 визначаємо ЕРС самоіндукції в кожний виміряний момент часу.

Формула 12.10 має вигляд:

$$\varepsilon_c = -L \frac{di}{dt} = Ri_0 e^{-\frac{Rt}{L}}$$

$$\varepsilon_{c1} = Ri_0 e^{-\frac{Rt_1}{L_1}} = 60 * 3,66 * e^{-\frac{60*0,7}{150,75}} \approx 166,2 \text{ (В)}$$

$$\varepsilon_{c2} = Ri_0 e^{-\frac{Rt_2}{L_2}} = 60 * 3,66 * e^{-\frac{60*1,7}{149,5}} \approx 111,0 \text{ (В)}$$

$$\varepsilon_{c3} = Ri_0 e^{-\frac{Rt_3}{L_3}} = 60 * 3,66 * e^{-\frac{60*2,9}{150,3}} \approx 69,0 \text{ (В)}$$

$$\varepsilon_{c4} = Ri_0 e^{-\frac{Rt_4}{L_4}} = 60 * 3,66 * e^{-\frac{60*4}{150,1}} \approx 44,4 \text{ (В)}$$

$$\varepsilon_{c5} = Ri_0 e^{-\frac{Rt_5}{L_5}} = 60 * 3,66 * e^{-\frac{60*5}{150,7}} \approx 30,0 \text{ (В)}$$

$$\varepsilon_{c6} = Ri_0 e^{-\frac{Rt_6}{L_6}} = 60 * 3,66 * e^{-\frac{60*6}{149,6}} \approx 19,8 \text{ (В)}$$

$$\varepsilon_{c7} = Ri_0 e^{-\frac{Rt_7}{L_7}} = 60 * 3,66 * e^{-\frac{60*7}{149,4}} \approx 13,2 \text{ (В)}$$

$$\varepsilon_{c8} = Ri_0 e^{-\frac{Rt_8}{L_8}} = 60 * 3,66 * e^{-\frac{60*8}{150,25}} \approx 9,0 \text{ (В)}$$

$$\varepsilon_{c9} = Ri_0 e^{-\frac{Rt_9}{L_9}} = 60 * 3,66 * e^{-\frac{60*9,2}{148,97}} \approx 5,4 \text{ (В)}$$

$$\varepsilon_{c10} = Ri_0 e^{-\frac{Rt_{10}}{L_{10}}} = 60 * 3,66 * e^{-\frac{60*10,2}{148,87}} \approx 3,6 \text{ (В)}$$

Після розрахунків всі отримані результати заносимо таблиці, та будуємо графік $\varepsilon = f(t)$:

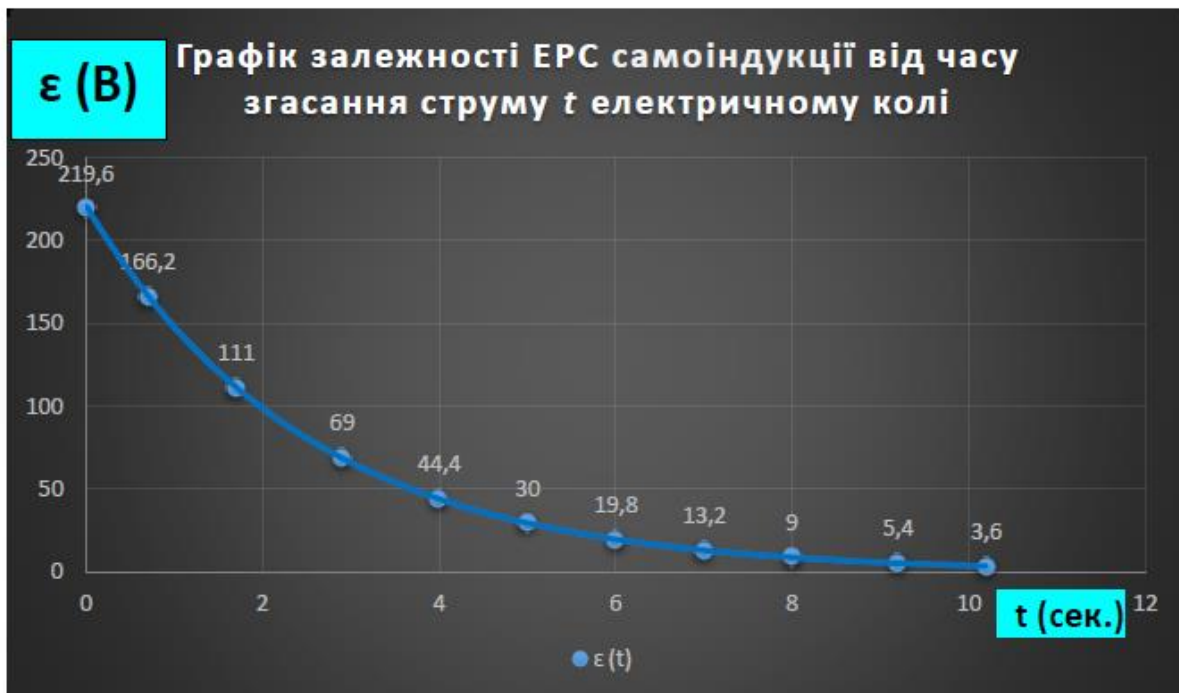


Рис.11 Графік залежності ЕРС самоіндукції від часу згасання струму t електричному колі.

ВИСНОВОК:.....