

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Аерокосмічний факультет

(назва інституту (факультету))

КАФЕДРА Автоматизації та енергоменеджменту

(повна назва кафедри)

МЕТОДИЧНІ ВКАЗИВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

з дисципліни «Перехідні процеси в електричних системах»

Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"

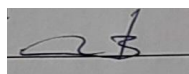
Спеціальність: 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Спеціалізація: Енергетичний менеджмент

(шифр та повна назва напрямку (спеціальності))

Затверджено на засіданні кафедри
автоматизації та енергоменеджменту
Протокол № 14 від « 28 » 08 2023 р.

Викладач



доц. Тихонов В.В.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОЛІ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ІНДУКТИВНИМ ЕЛЕМЕНТОМ

Мета роботи: навчитись розраховувати перехідні процеси в електричних колах постійного струму з індуктивним елементом.

Завдання:

1. В програмі Multisim зібрати розрахункову схему, наведену на рис. 1 для дослідження перехідних процесів в електричному колі з індуктивністю.

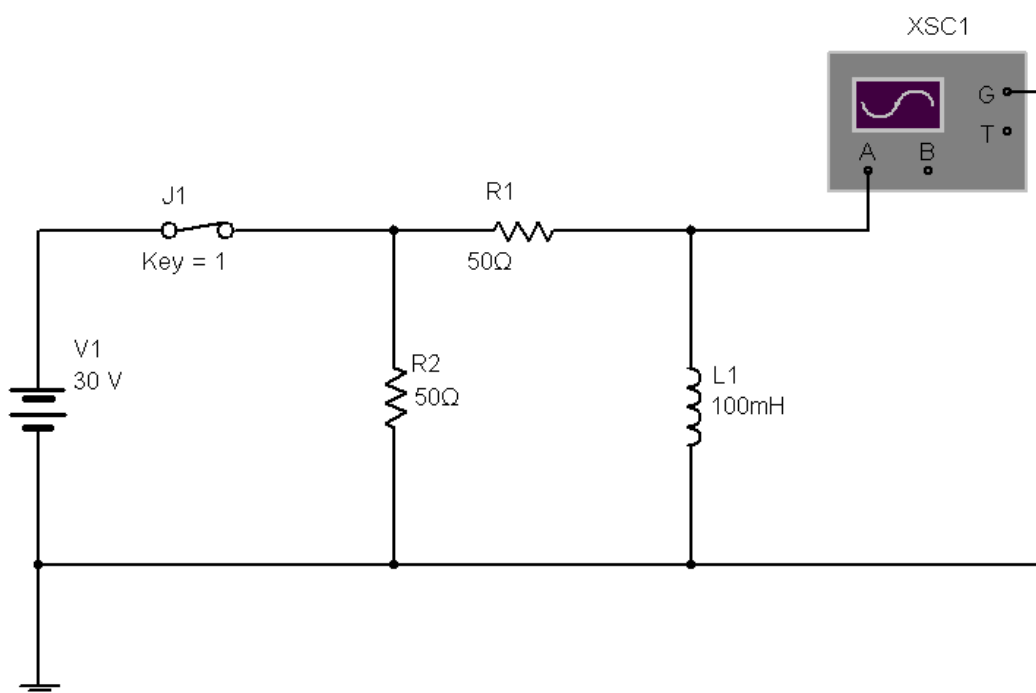


Рис. 1

2. Запустити процес моделювання. Вмикаючи та вимикаючи ключ J1 на осцилографі отримати перехідні процеси. Замалювати в зошиті форми напруги на індуктивності. Визначити графічно постійну часу. Розрахувати постійну часу за параметрами елементів схеми. Порівняти значення. За допомогою осцилограм визначити час перехідного процесу. Результати занести в табл. 1.

Таблиця 1

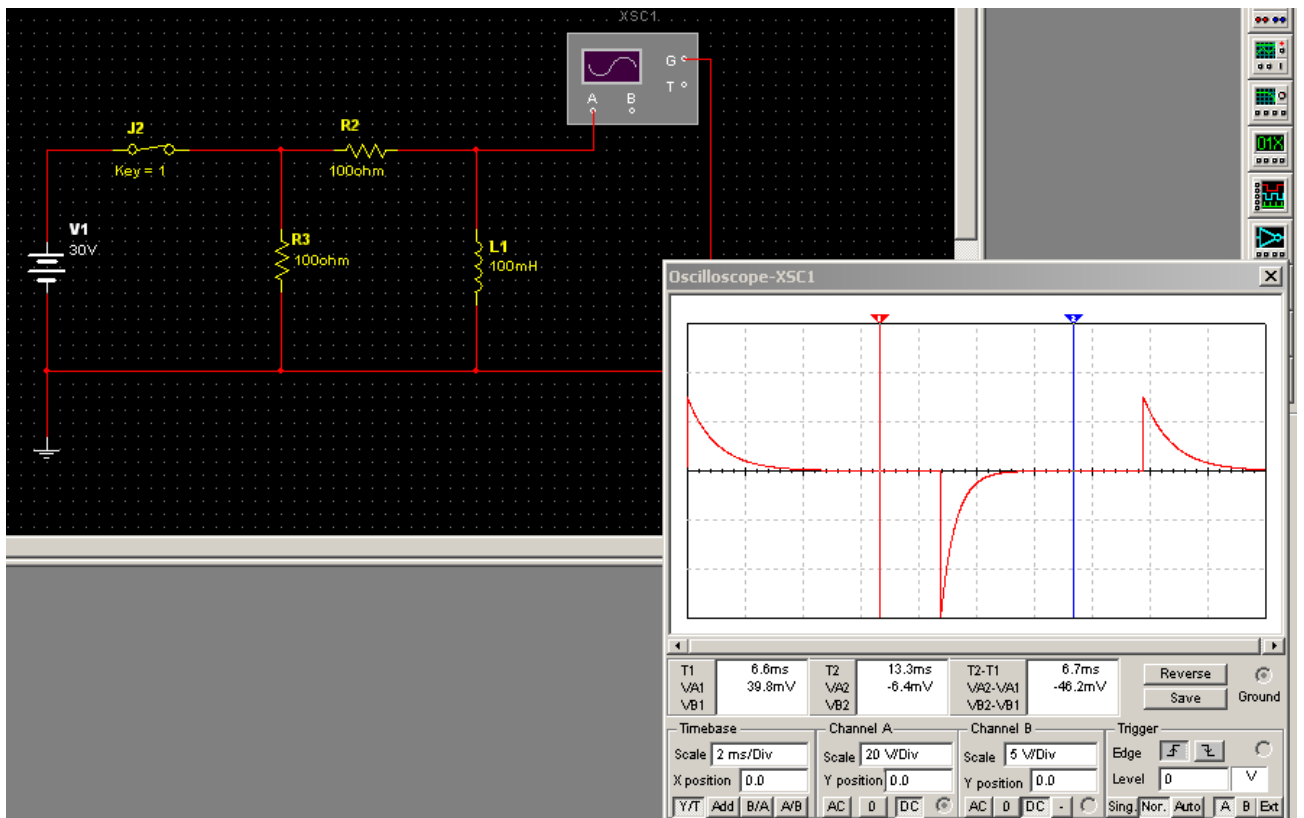
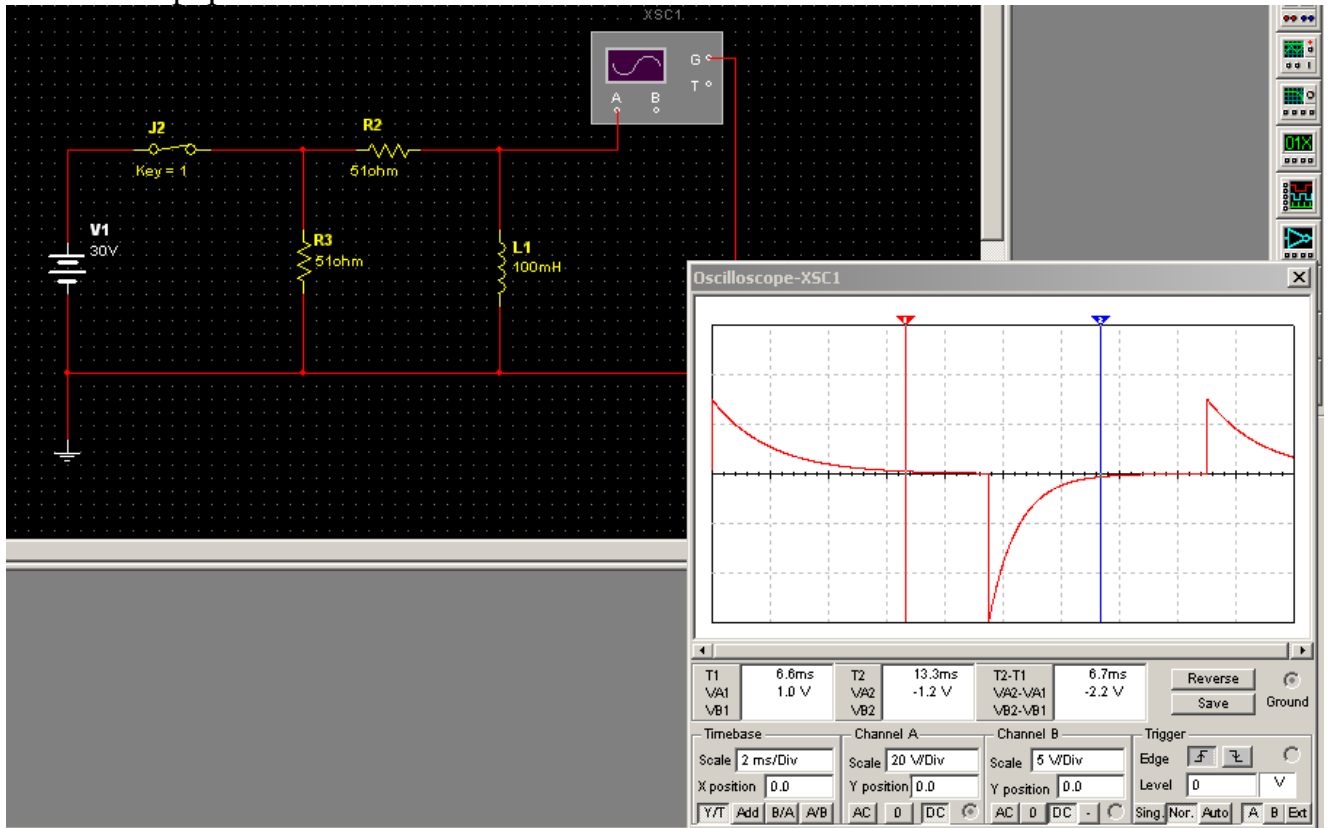
$R, \text{ Ом}$	$L, \text{ Гн}$	$t_n, \text{ с}$	$\tau, \text{ с}$

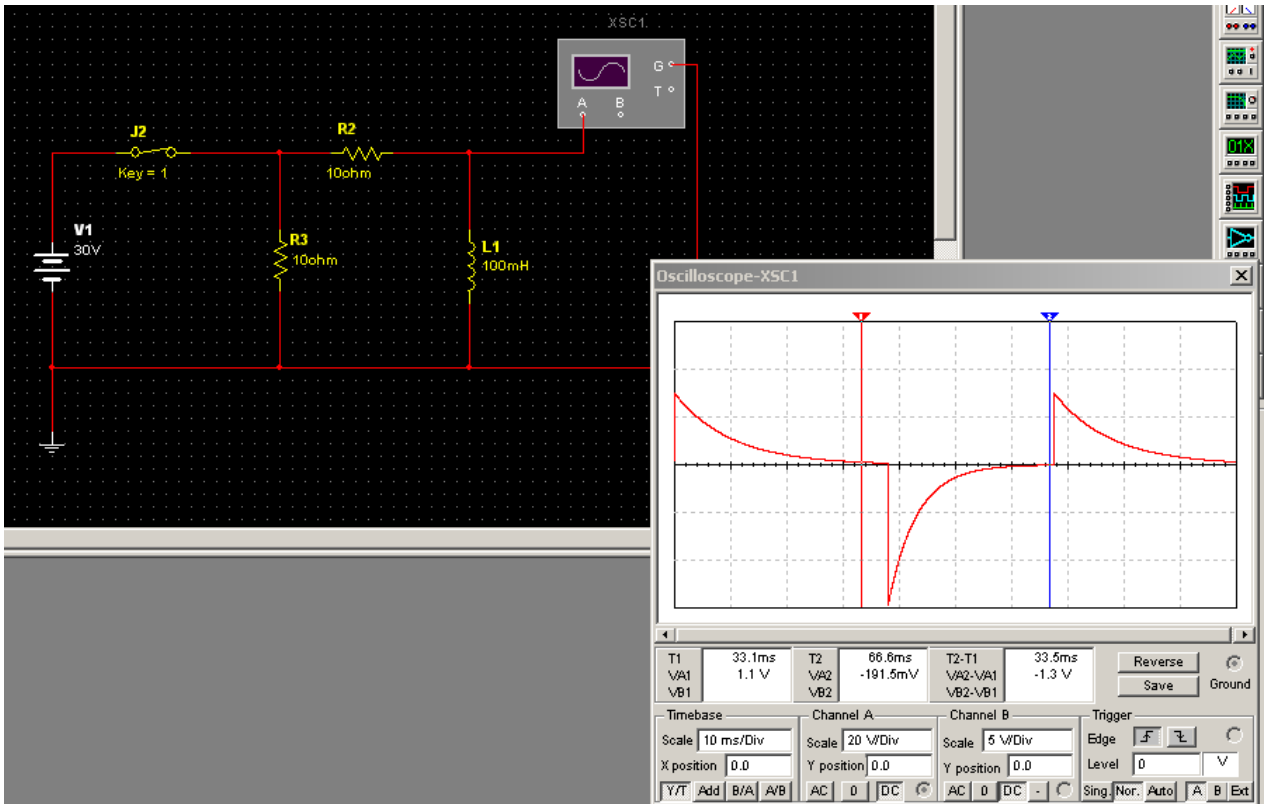
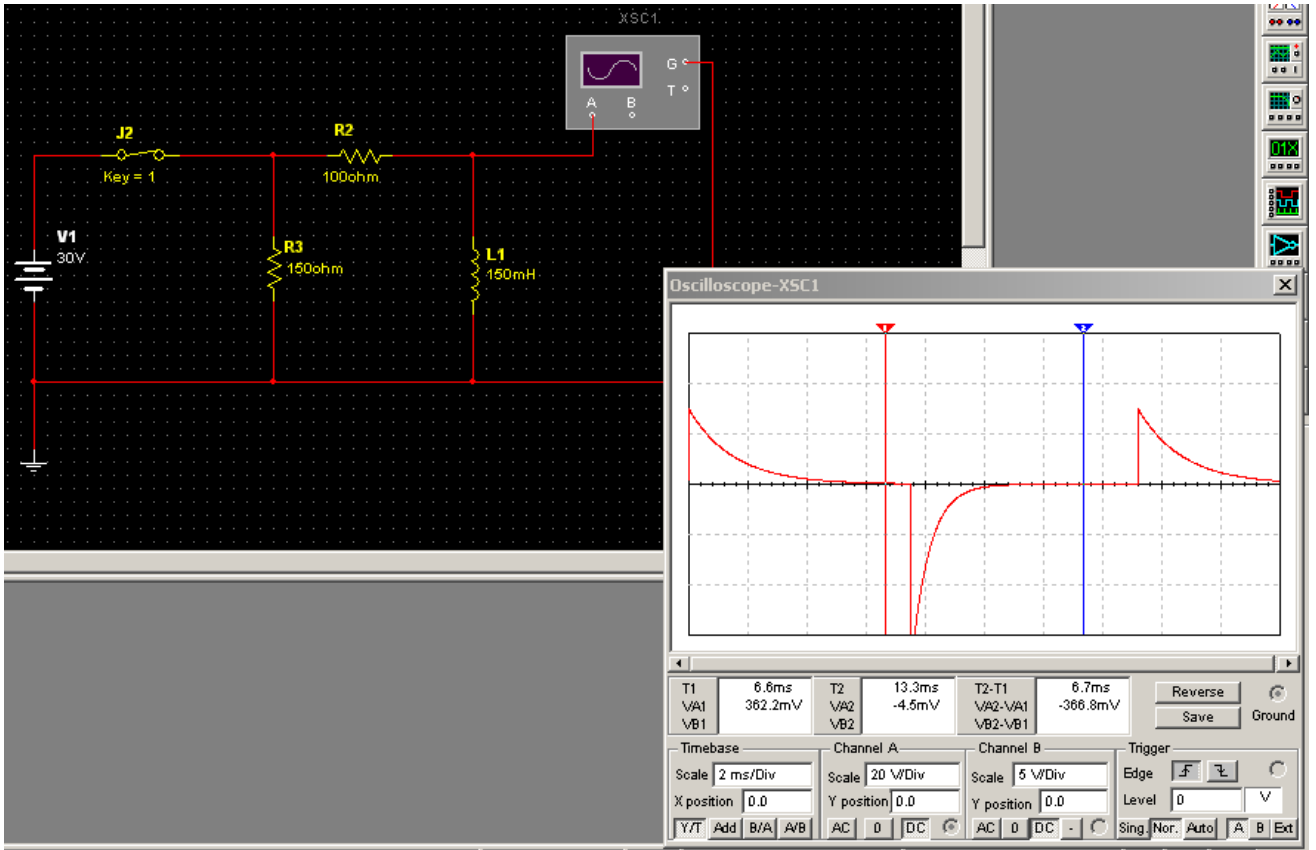
3. Задати величини активного опору R1 100 і 150 Ом відповідно. Для кожного значення визначити час пуску за осцилограмою та розрахувати постійну часу. Скласти рівняння перехідного процесу. Результати занести в табл.1.

4. При величині активного опору 10 Ом задати величину індуктивності 50 мГн, а потім 100 мГн. Для кожного значення визначити час пуску за

осцилограмою та розрахувати постійну часу. Скласти рівняння перехідного процесу. Результати занести в табл. 1.

5. Проаналізувати отримані результати.
6. Зробити висновки.
7. Оформити звіт.





ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОЛІ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ЄМНІСНИМ ЕЛЕМЕНТАМ

Мета роботи: навчитись розраховувати перехідні процеси в електричних колах постійного струму з індуктивним та ємнісним елементами.

Завдання:

1. В програмі Multisim зібрати розрахункову схему, наведену на рис. 1 для дослідження перехідних процесів в електричному колі з ємністю.

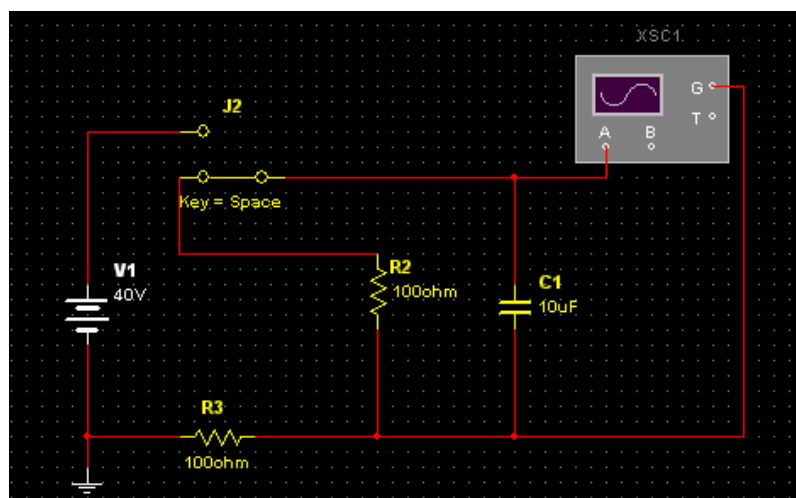


Рис. 1

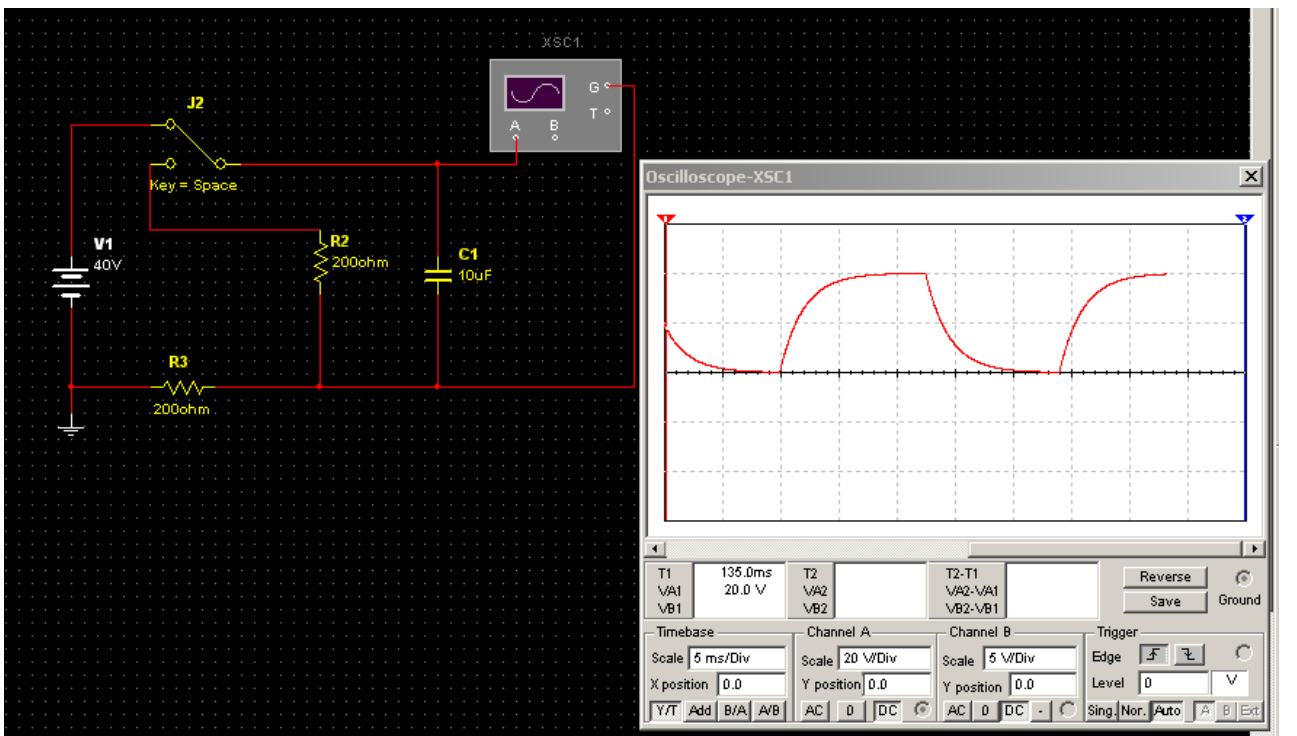
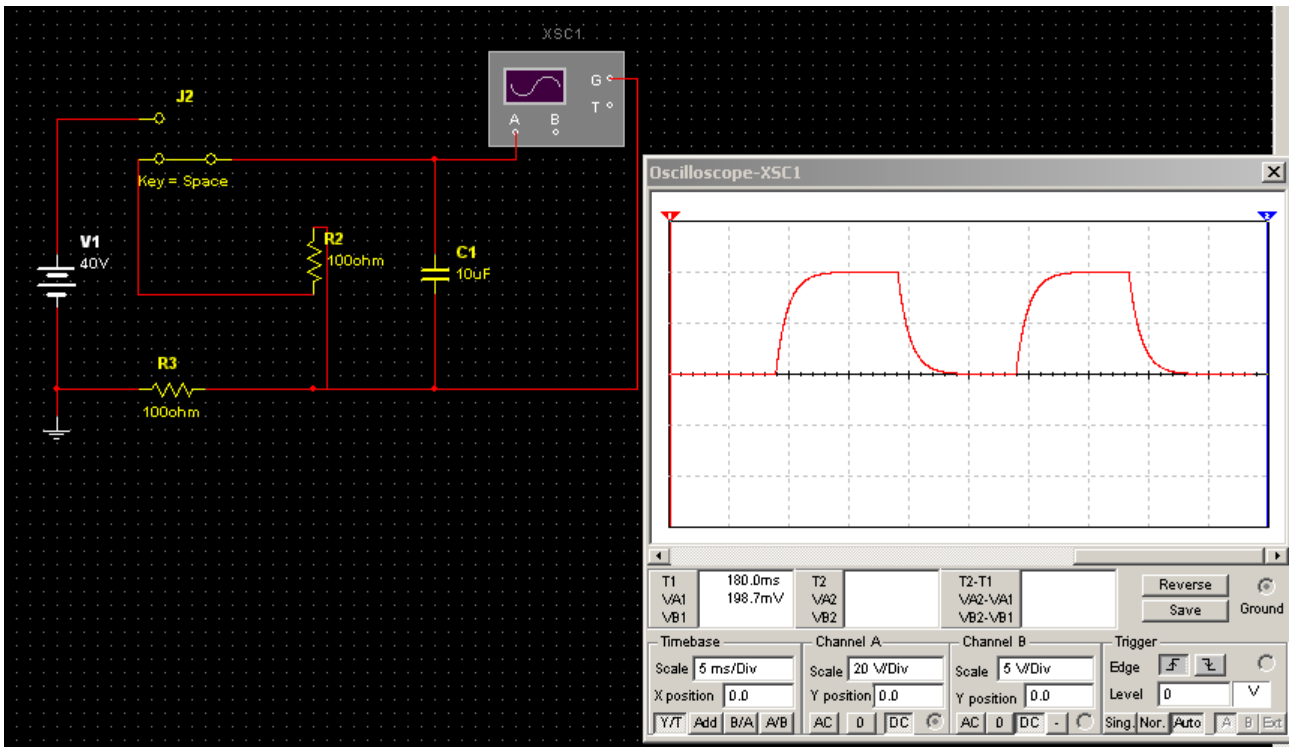
2. Запустити процес моделювання для схеми з ємністю. Вмикаючи та вимикаючи ключ J1 на осцилографі отримати перехідні процеси. Замалювати в зошиті форми струму і напруги на ємності. Визначити графічно постійну часу. Розрахувати постійну часу за параметрами елементів схеми. Порівняти значення. За допомогою осцилограм визначити час перехідного процесу. Результати занести в табл. 1. Записати рівняння перехідного процесу.

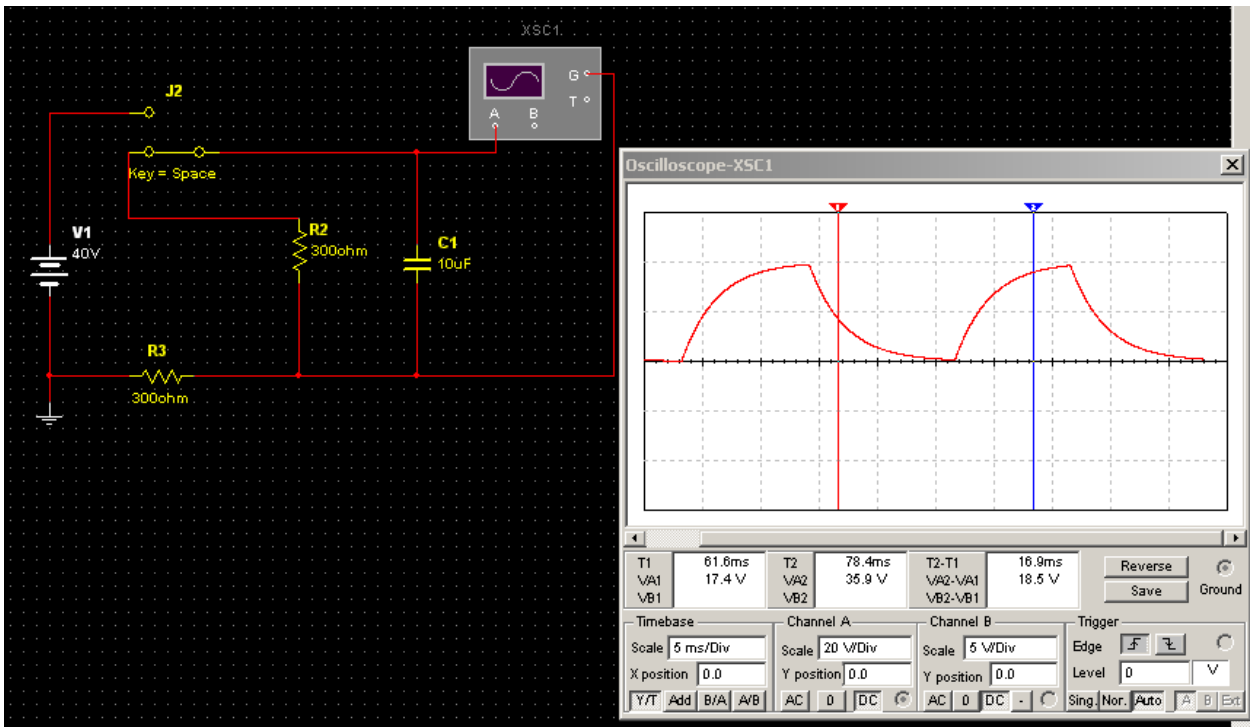
Таблиця 1

$R, \text{ Ом}$	$C, \text{ Ф}$	$t_m, \text{ с}$	$\tau, \text{ с}$

4. Задати величини активного опору R2 та R3 200 і 300 Ом відповідно. Для кожного значення визначити час пуску за осцилограмою та розрахувати постійну часу. Результати занести в табл. 1. Записати рівняння перехідного процесу.

5. Проаналізувати отримані результати.
6. Зробити висновки.
7. Оформити звіт.





ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ПОСЛІДОВНОМУ КОНТУРІ ПРИ ВКЛЮЧЕННІ НА ПОСТІЙНУ НАПРУГУ

Мета роботи: навчитись розраховувати перехідні процеси в електричних колах постійного струму з послідовним з'єднанням індуктивного та ємнісного елементів.

Завдання:

1. В програмі Multisim зібрати розрахункову схему, наведену на рис. 10.1 для дослідження перехідних процесів в послідовному колі. Задати величини $L=0,5$ Гн, $C=5$ мкФ. Розрахувати величину критичного опору:

$$R_{кр} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

При отриманому значення активного опору замальовати осцилограми струму та напруг.

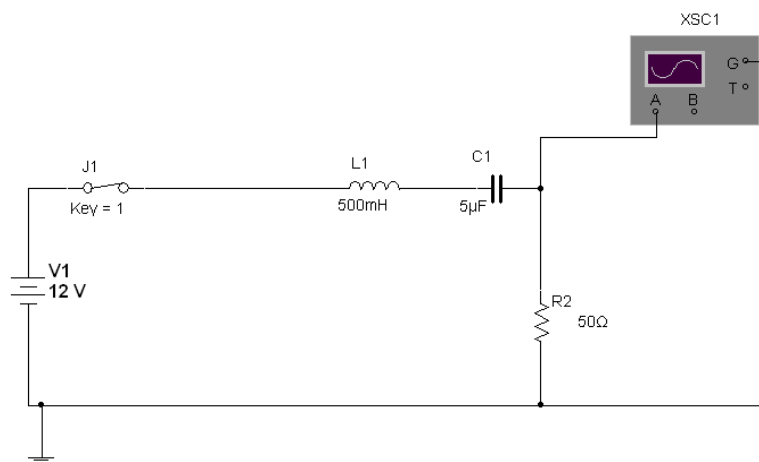
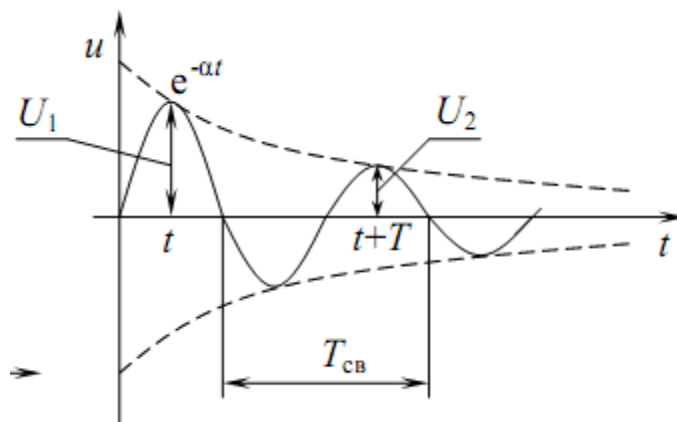


Рис. 10.1

2. Задати величини активного опору 50 Ом. Дослідити характер перехідного процесу. Замальовати осцилограми. Визначити частоту вільних коливань та декремент затухання.

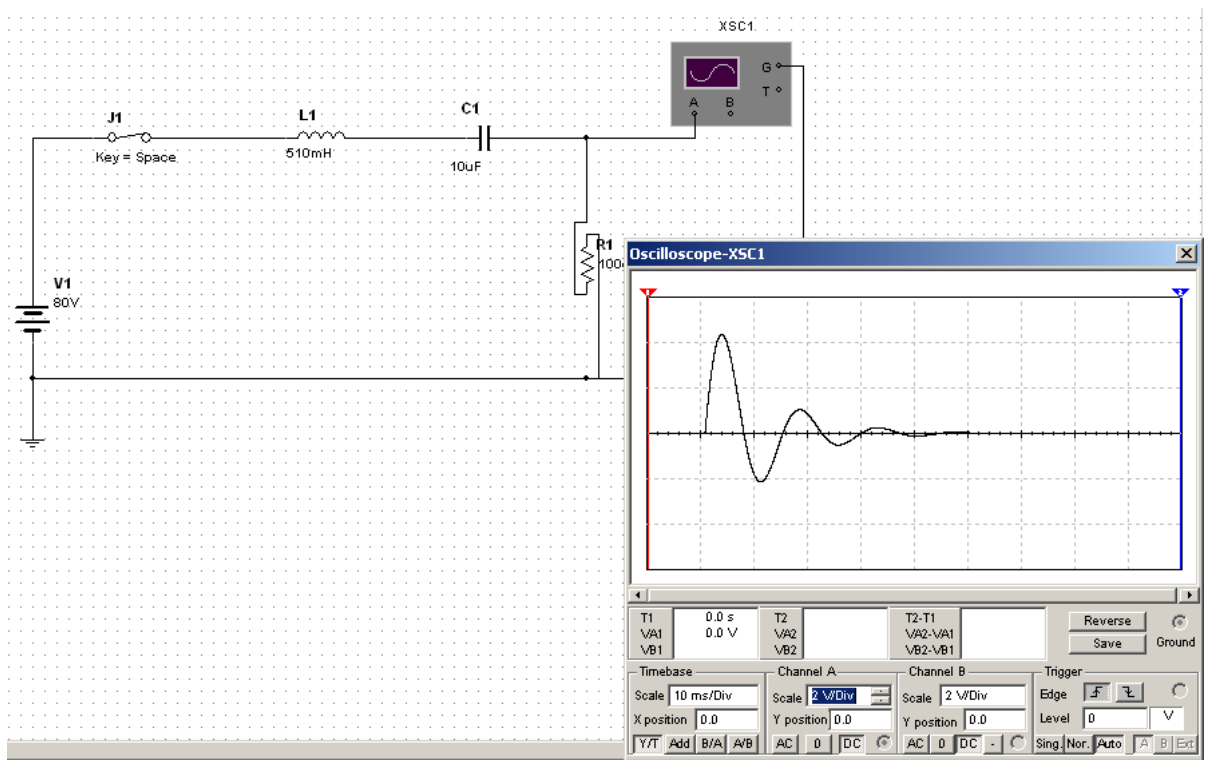
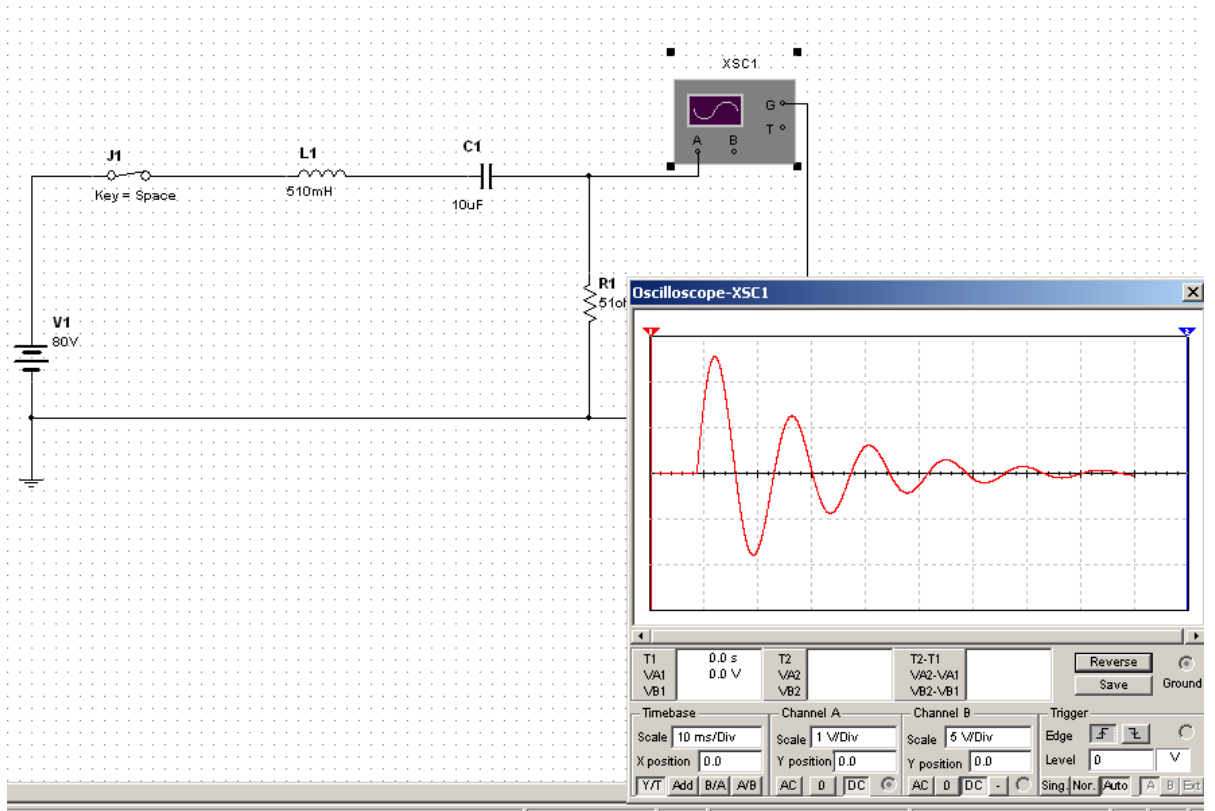


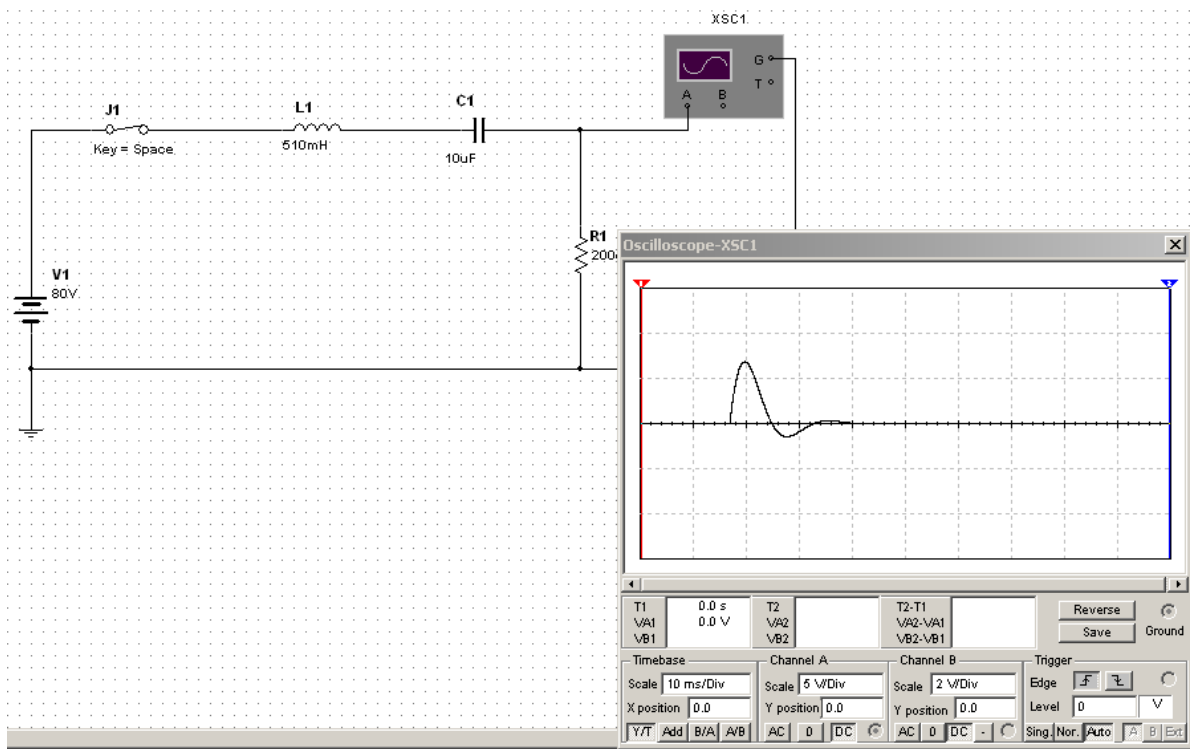
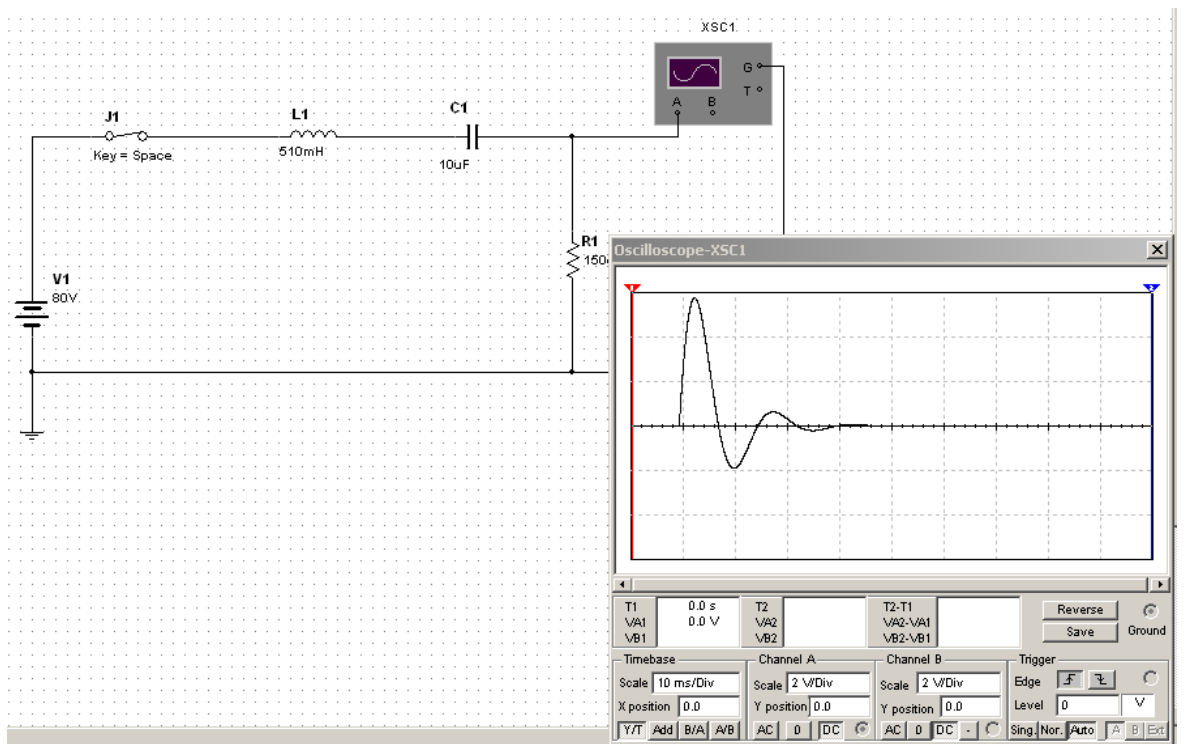
3. При величині активного опору 200 Ом дослідити характер перехідного процесу. Замальовати осцилограми.

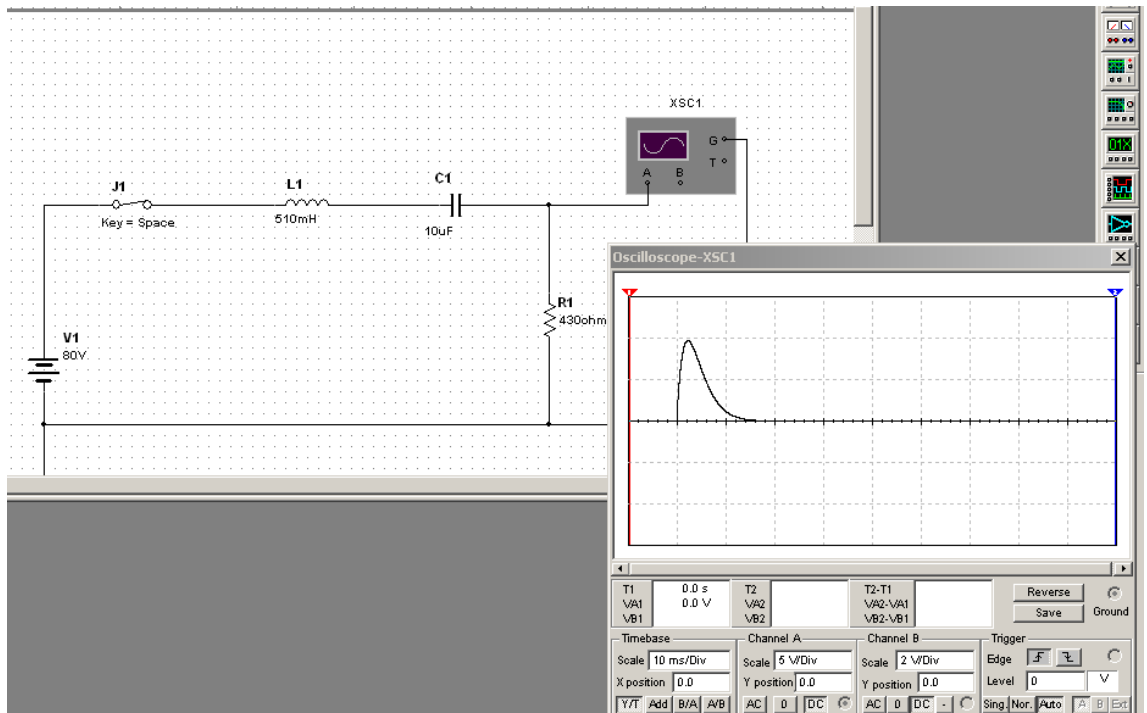
4. Проаналізувати отримані результати.

5. Зробити висновки.

6. Оформити звіт.







Лабораторне заняття № 2.1

Тема: ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИФАЗНОЇ СИСТЕМИ ПРИ З'ЄДНАННІ ПРИЙМАЧА ЗІРКОЮ

Мета роботи

Дослідження трифазного кола змінного струму з'єданого «зіркою» при симетричному і несиметричному навантаженнях.

Теоретичні положення

Число провідів в незв'язаній системі можна зменшити, якщо об'єднати три зворотні провідники в один. Для цього з'єднаємо кінці фаз генератора (X, Y, Z) в одну точку N , а кінці фаз приймача (x, y, z) – в точку n . Точки N і n називають нейтральними (нульовими) і з'єднують між собою проводом (рис.1).

Спосіб з'єднання, при якому кінці фаз генератора (або споживачів) з'єднуються в одну точку (N, n), а початки виводяться в лінію, називається з'єднанням трифазної системи «зіркою».

Провід, що з'єднує точки N і n називається нейтральним. Якщо нейтральний провід заземляється, то він називається нульовим.

Проводи, які з'єднують генератор з приймачем, називаються лінійним.

Струми, що протікають в лінійних проводах, називаються лінійними і позначаються $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ або $\dot{I}_л$.

Струми, що протікають у фазах генератора або приймача, називаються фазними і позначаються $\dot{I}_ф$. Струми у фазі приймача позначають $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$.

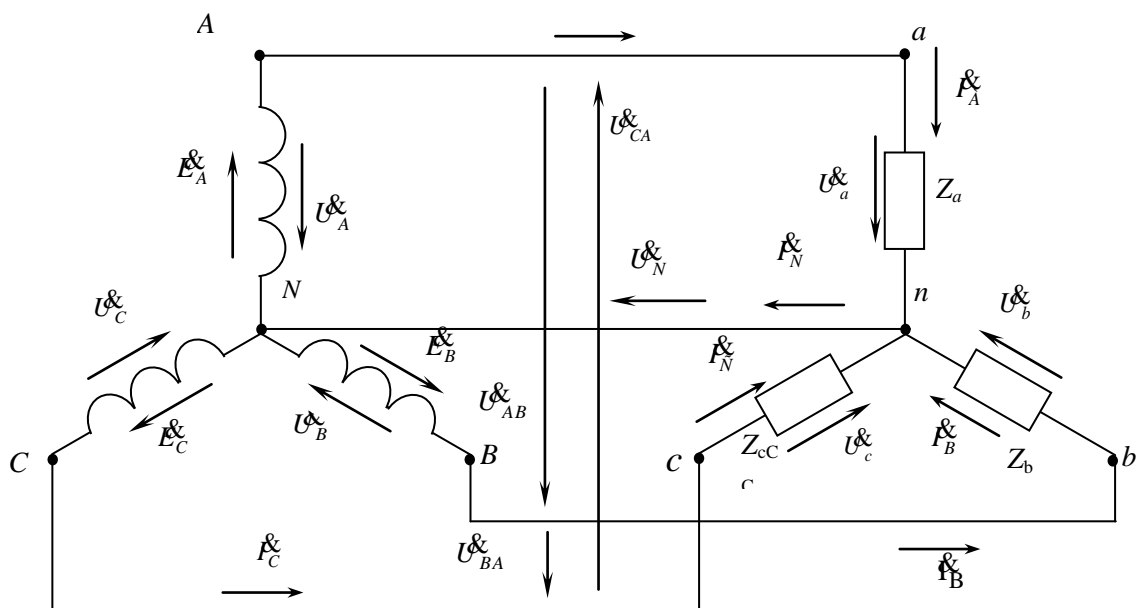


Рис. 1

Напруги на затискачах фаз генератора або приймача називаються фазними і позначаються: U_A, U_B, U_C – фазні напруги генератора; U_a, U_b, U_c – фазні напруги приймача.

Напруги між лінійними проводами називаються лінійними і позначаються U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} .

При розрахунку трифазних кіл позитивним найчастіше приймають напрям лінійних струмів від генератора до приймача.

Відповідно цьому напрямку і позначається позитивний напрям інших електричних величин (рис. 1).

При з'єднанні фаз «зіркою», лінійні струми завжди дорівнюють фазним: $I_L = I_\phi$.

Встановимо зв'язки між лінійною і фазною напругами. Для цього побудуємо топографічну діаграму фазної напруги генератора (рис. 2).

Лінійні напруги дорівнюють:

$$U_{AB} = U_A - U_B, \quad U_{BC} = U_B - U_C, \quad U_{CA} = U_C - U_A.$$

З цих співвідношень виходить, що сума лінійної напруги завжди дорівнює нулю, тобто:

$$U_{AB} + U_{BC} + U_{CA} = 0.$$

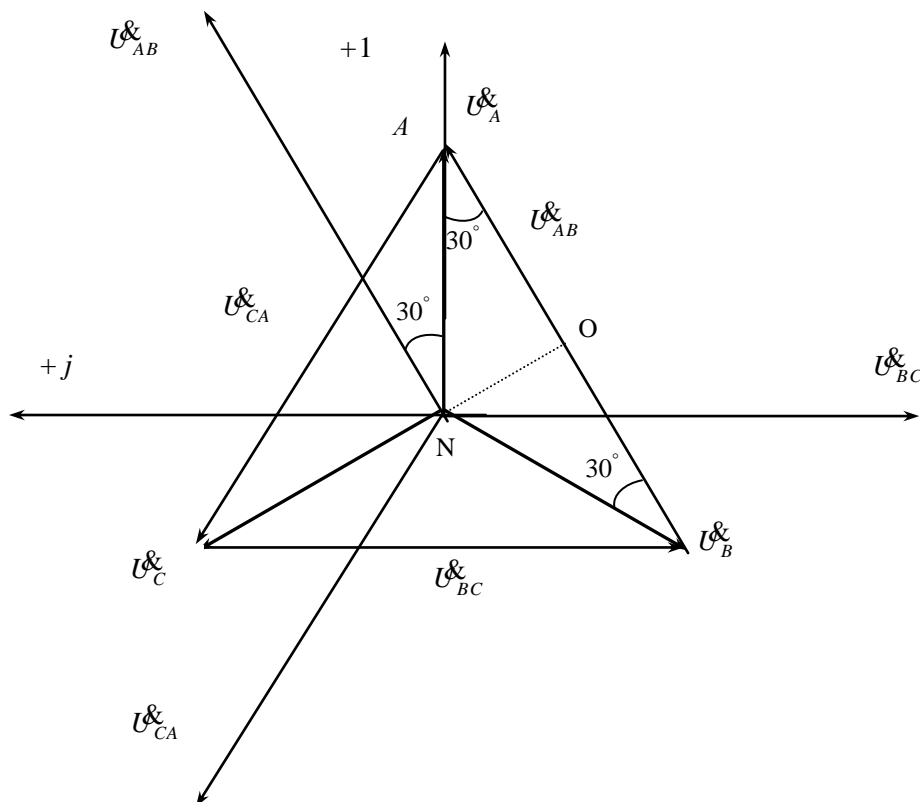


Рис. 2

Дане рівняння застосовується для перевірки правильності розв'язання задачі.

Виведемо співвідношення між лінійною і фазною напругами для симетричної системи напруг з трикутника ANO .

$$\frac{1}{2}U_{\text{л}} = U_{\text{ф}} \cos 30^{\circ} = U_{\text{ф}} \frac{\sqrt{3}}{2},$$

звідки

$$U_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ф}}.$$

При цьому вектори лінійної напруги випереджають фазні на кут 30° , тобто

$$U_{AB} = \sqrt{3}U_A e^{j30^{\circ}}, U_{BC} = \sqrt{3}U_B e^{j30^{\circ}}, U_{CA} = \sqrt{3}U_C e^{j30^{\circ}}$$

і утворюють симетричну зірку лінійних напруг.

Таким чином, в трифазному колі, з'єднаному «зіркою», при симетричній системі фазних напруг, лінійна напруга в $\sqrt{3}$ разів більше фазної.

При симетричному навантаженні, тобто якщо $Z_a = Z_b = Z_c = Z_{\text{ф}}$ струм в нейтральному проводі відсутній. Це можна показати на діаграмах (рис. 3, а і б).

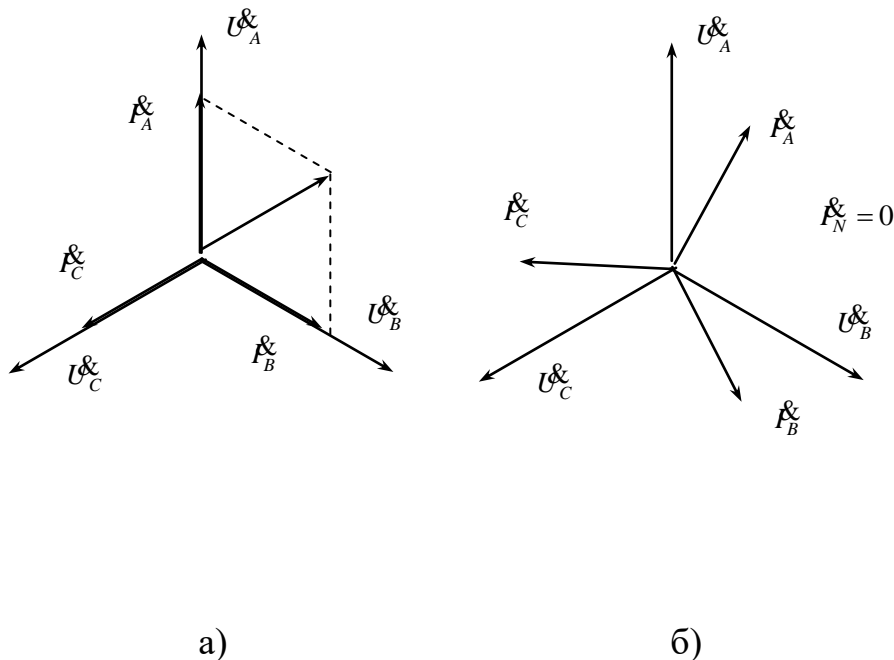


Рис. 3

с

$$I_N = I_A + I_B + I_C = 0.$$

Отже, при симетричному навантаженні використовують трипроводну систему.

Розглянемо процеси при несиметричному навантаженні. Знайдемо напругу зміщення U_N за методом вузлових потенціалів. Нехтуючи опором нейтрального проводу, запишемо:

$$U_N = U_{nN} = \frac{\sum_{k=1}^3 E_k Y_k}{\sum_{k=1}^3 Y_k} = \frac{E_A Y_a + E_B Y_b + E_C Y_c}{Y_a + Y_b + Y_c}.$$

Переріз нейтрального проводу, як правило, береться меншим перерізу лінійних проводів.

В трифазній системі без нейтрального проводу, нехтуючи внутрішнім опором фаз джерела, можна вважати, що

$$E_A = U_A, \quad E_B = U_B, \quad E_C = U_C.$$

Тоді за другим законом Кірхгофа для схеми на рис. 2 запишемо:

$$U_A - U_N - U_a = 0;$$

$$U_B - U_N - U_b = 0;$$

$$U_C - U_N - U_c = 0.$$

Звідки:

$$U_a = U_A - U_N;$$

$$U_b = U_B - U_N;$$

$$U_c = U_C - U_N.$$

(1)

При симетричному навантаженні $U_N = 0$, напруги на фазах приймача дорівнюють напрузі на фазах генератора.

При несиметричному навантаженні:

$$Z_a \neq Z_b \neq Z_c,$$

$$I_a + I_b + I_c = I_N \neq 0.$$

Напруга зміщення так само не дорівнює нулю:

$$U_N = \frac{U_A Y_a + U_B Y_b + U_C Y_c}{Y_a + Y_b + Y_c} \neq 0.$$

Враховуючи рівняння (1) і топографічну діаграму на рис. 4, фазні напруги приймача можуть істотно відрізнятись одна від іншої, а також і від напруги (ЕРС) фаз джерела.

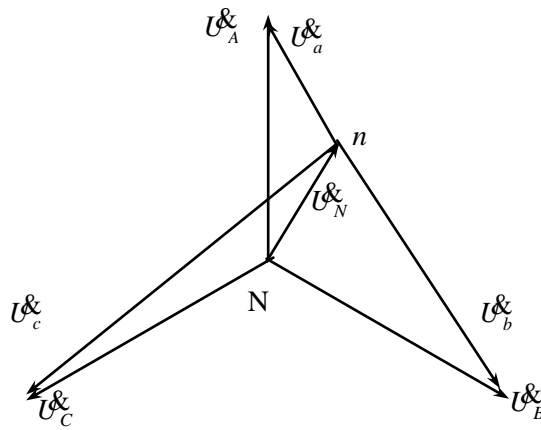


Рис. 4

Такий режим роботи кола є недопустимим, оскільки приймачі розраховуються на певну номінальну напругу. Наявність нейтрального проводу забезпечує рівність U_N нулю, і напруги на фазах навантаження будуть дорівнювати напрузі на фазах генератора:

$$U_a = U_A, \quad U_b = U_B, \quad U_c = U_C.$$

Це дуже важливо при аварійних режимах. Тому в трифазній чотирипровідній системі в нейтральний провід не включається захисна (запобіжники), комутаційна (вимикачі) та інша апаратура.

Якщо в будь-якій фазі чотирипровідного трифазного кола відбувся обрив або коротке замикання, інші фази працюватимуть без змін, тобто напруги на двох інших фазах не змінюються. Обрив нейтрального проводу є аварійним режимом роботи трифазної системи.

Порядок виконання роботи

1. Отримати у викладача значення ЕРС джерела та зібрати з елементів схему на рис. 5. При складанні схеми необхідно правильно включити однофазні генератори з урахуванням початкової фази.
2. Дослідження трифазного кола при симетричному навантаженні. При вимкненому стенді встановити величини опорів резисторів рівним 10%. Перемикачі – замкнені (керування положенням перемикача здійснюється натисненням клавіш 1, 2, 3). Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 1.

Таблиця 1

$U_{\text{фдж}},$ B	$U_{\text{л}},$ B	$U_{\text{фа}},$ B	$U_{\text{фб}},$ B	$U_{\text{фс}},$ B	$I_{\text{фа}},$ A	$I_{\text{фб}},$ A	$I_{\text{фс}},$ A	$I_n,$ A	$P_{\text{ф}},$ $Вт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$
220	380	220	220	220	3,7	3,7	3,7	0	807			

Замалювати осцилограми сигналів в трьох фазах. Перемикання каналу осцилографа з фази В на фазу С і навпаки здійснюється натисненням клавіші

4. Вимкнути стенд. Розрахувати основні параметри кола й побудувати векторні діаграми.

3. Дослідження трифазної системи при несиметричному навантаженні. В коло фази А підключити конденсатор $C1$, натиснувши клавішу 1 (перемикач 2 розімкнений). Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 2. Розрахувати основні параметри кола й побудувати векторні діаграми.

Таблиця 2

$U_{\text{фдж}},$ B	$U_{\text{л}},$ B	$U_{\text{фа}},$ B	$U_{\text{фб}},$ B	$U_{\text{фс}},$ B	$I_{\text{фа}},$ A	$I_{\text{фб}},$ A	$I_{\text{фс}},$ A	$I_{\text{н}},$ A	$P_{\text{ф}},$ $Вт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$	$C_1,$ $мкФ$
220	380	220	220	220	0.35	3.7	3.7	3.7	806	60	60	60	5.1

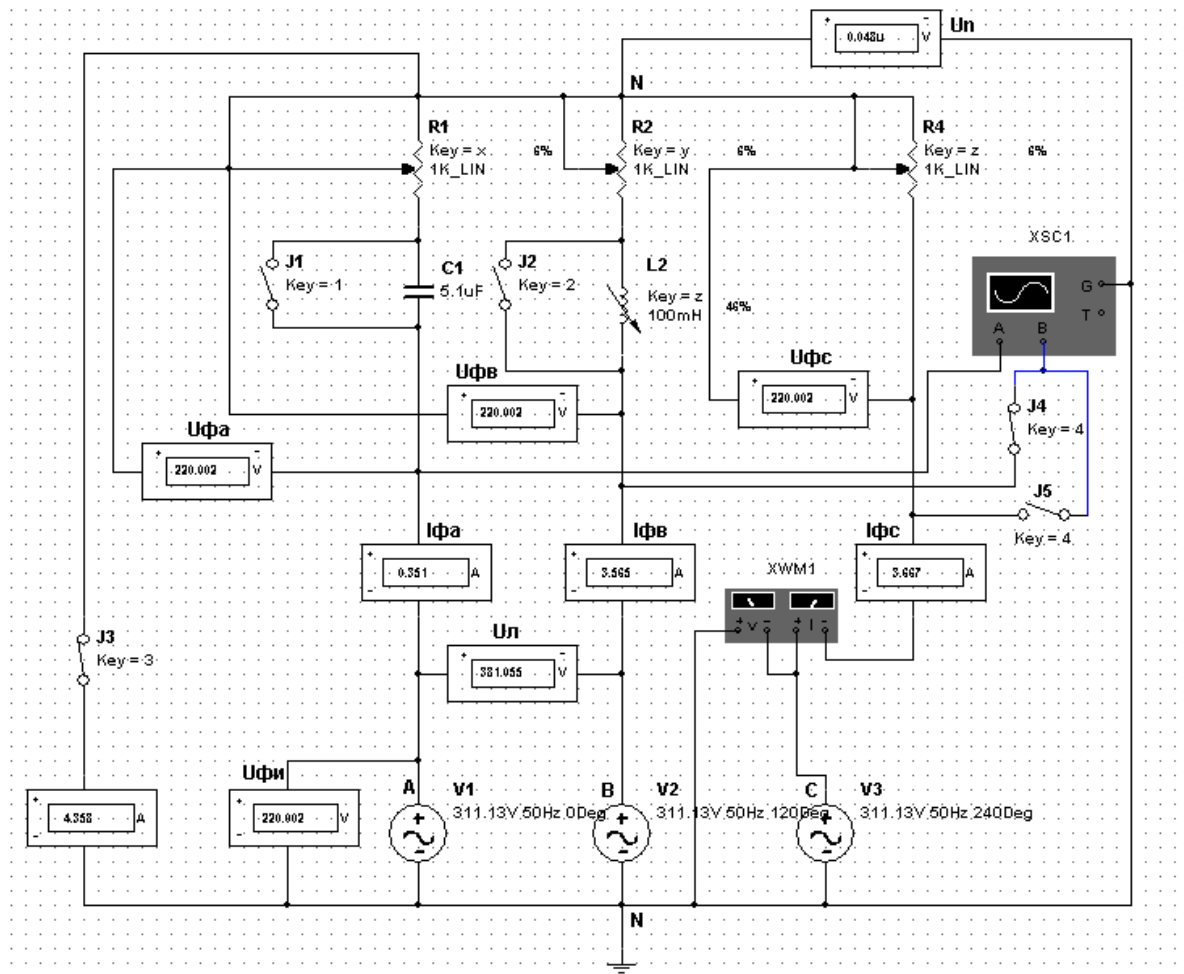


Рис. 5

4. Провести розрив нейтрального проводу натисненням клавіші 3 (перемикач 3 розмикається). Зняти показання приладів і занести в табл. 3. Розрахувати основні параметри кола й побудувати векторні діаграми.

Таблиця 3

$U_{\text{фдж}},$ B	$U_{\text{л}},$ B	$U_{\text{фа}},$ B	$U_{\text{фб}},$ B	$U_{\text{фс}},$ B	$I_{\text{фа}},$ A	$I_{\text{фб}},$ A	$I_{\text{фс}},$ A	$U_{\text{н}},$ B	$P_{\text{ф}},$ $Вт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$	$C_1,$ $мкФ$
220	380	328	207	175	0.5	3.4	2.5	108	559	60	60	60	5.1

5. В коло фази В підключити індуктивність $L1$, натиснувши клавішу 2 (перемикач 1 розімкнений, перемикач 2 зімкнений). Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 4.

Таблиця 4

$U_{\text{фдж}},$ B	$U_{\text{л}},$ B	$U_{\text{фа}},$ B	$U_{\text{фб}},$ B	$U_{\text{фс}},$ B	$I_{\text{фа}},$ A	$I_{\text{фб}},$ A	$I_{\text{фс}},$ A	$I_{\text{н}},$ A	$P_{\text{ф}},$ $Bт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$	$L_1,$ $мГн$
220	380	220	220	220	0.35	3.2	3.7	4.9	806	60	60	60	100

Розрахувати основні параметри кола й побудувати векторні діаграми.

6. Провести розрив нейтрального проводу натисненням клавіші 3 (перемикач 3 розмикається). Зняти показання приладів і занести в табл. 5. Розрахувати основні параметри кола й побудувати векторні діаграми.

Таблиця 5

$U_{\text{фдж}},$ B	$U_{\text{л}},$ B	$U_{\text{фа}},$ B	$U_{\text{фб}},$ B	$U_{\text{фс}},$ B	$U_{\text{н}},$ B	$I_{\text{фа}},$ A	$I_{\text{фб}},$ A	$I_{\text{фс}},$ A	$I_{\text{н}},$ A	$P_{\text{ф}},$ $Bт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$
220	380	378	227	165	161	0.6	3.4	2.6	0	416	60	60	60

7. Зробити основні висновки.

8. Оформити звіт.

Лабораторне заняття № 2.2

Тема: ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИФАЗНОЇ СИСТЕМИ ПРИ АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ

Мета роботи.

Дослідження трифазного кола змінного струму з'єднаного «зіркою» при аварійних режимах.

Теоретичні положення

Обрив фази. Розглянемо випадок обриву фази A (наприклад, при перегорянні запобіжника). Це буде режим холостого ходу даної фази, тобто $Z_a = \infty$, а $Y_a = 0$. Якщо навантаження інших фаз симетричне ($Y_b = Y_c = Y$), то напруга зміщення:

$$U_N = \frac{(U_B + U_C)Y}{2Y} = -\frac{1}{2}U_A.$$

Топографічна діаграма наведена на рис. 1. З діаграми видно, що точка n завжди знаходитиметься на середині сторони трикутника, яка протилежна його вершині A (B або C в інших випадках), відповідній обірваній фазі.

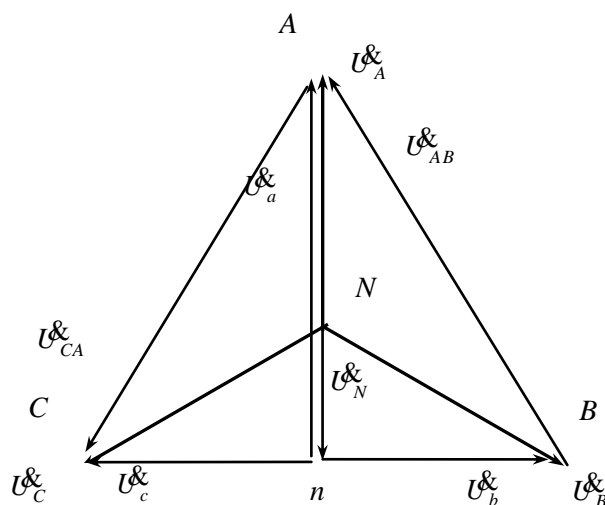


Рис.1

Тоді $U_a = U_n \sin 60^\circ = \sqrt{3} \cdot U_A \sin 60^\circ = 1,5U_A$; $U_b = 0,5U_{BC}$; $U_c = -U_b$.

Тобто, якщо при розрахунку задати, що $U_A = U_A e^{j0^\circ}$, то:

$$U_a = 1,5U_A, U_b = \frac{\sqrt{3}}{2}U_A e^{-j90^\circ}, U_c = \frac{\sqrt{3}}{2}U_A e^{j90^\circ}.$$

Коротке замикання. Наприклад, відбулося коротке замикання фази A ($Z_a = 0, Y_a = \infty$), $U_a = 0$, точки a і n стають рівнопотенціальними (рис. 2, а) і за другим законом Кірхгофа

$$U_a + U_N - U_A = 0, \quad U_N = U_A.$$

Точка n співпадає з точкою A , при цьому (рис. 2, б):

$$U_b = U_B - U_A \Rightarrow U_b = -U_{AB};$$

$$U_c = U_C - U_A = U_{CA} \Rightarrow U_c = U_{CA}.$$

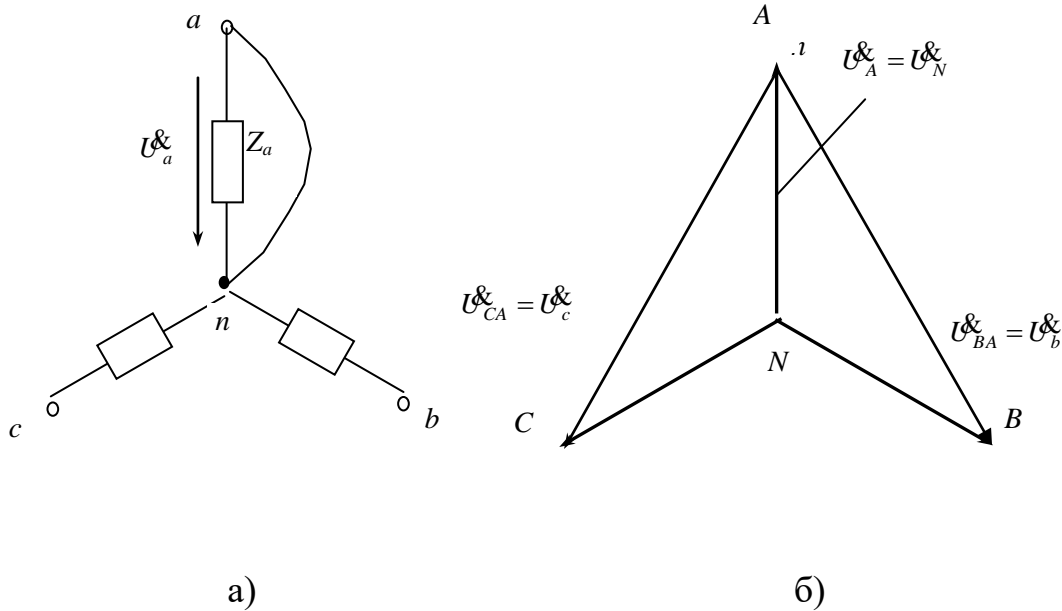


Рис. 2

Таким чином, положення точки n визначиться положенням кінця вектора напруги фази генератора, в якій відбулося коротке замикання. При цьому точка n співпадає з точками A, B або C (при відповідних коротких замиканнях).

Порядок виконання роботи

1. Отримати у викладача значення ЕРС джерела та зібрати з елементів схему на рис. 3. При складанні схеми необхідно правильно включити однофазні генератори з урахуванням початкової фази.

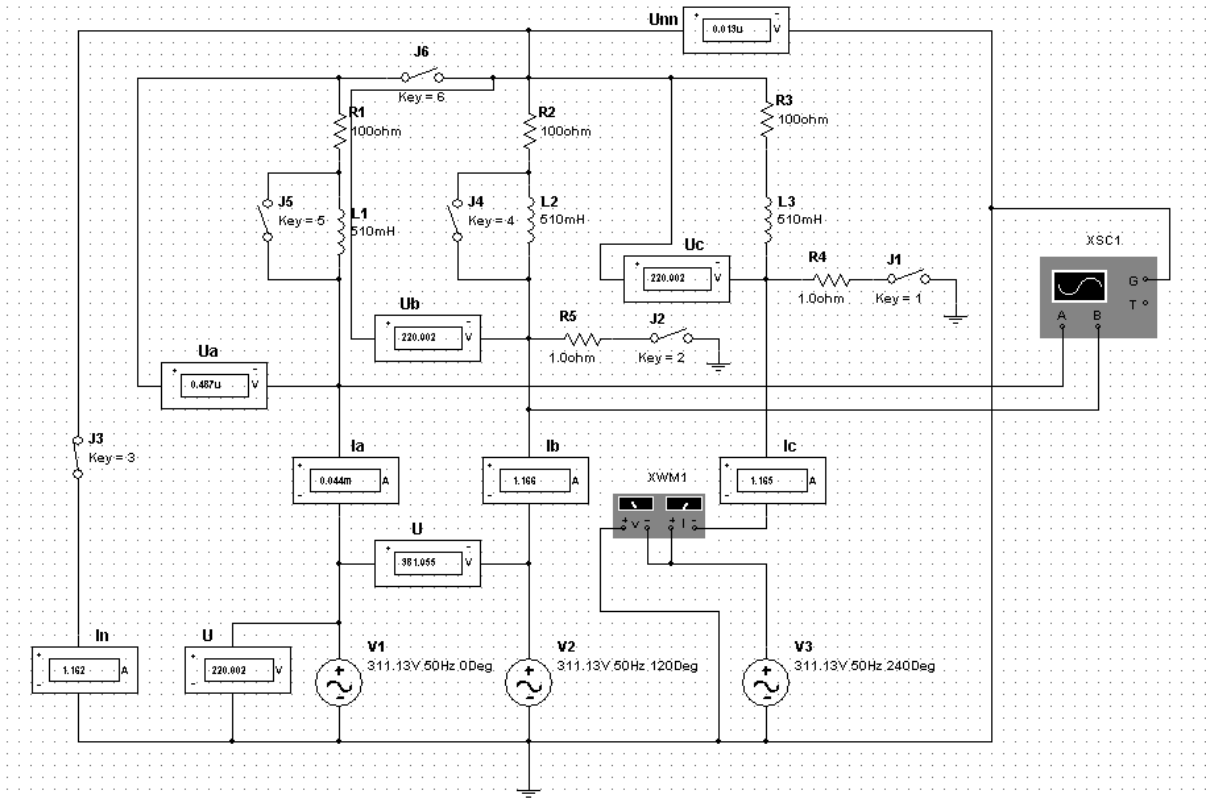


Рис. 3

2. Дослідження трифазного кола при симетричному навантаженні. При вимкненому стенді розімкнуті перемикачі 1, 2, 4, 5 (керування положенням перемикачів здійснюється натисненням відповідно клавiш 1, 2, 4, 5). Перемикачі 3, 6 замкнені. Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 1.

Таблиця 1

$U_{\phi},$ B	$U_{л},$ B	$U_a,$ B	$U_b,$ B	$U_c,$ B	$I_a,$ A	$I_b,$ A	$I_c,$ A	$I_0,$ A	$U_{mm},$ B	$P_{\phi},$ Bm	$R_1,$ Om	$R_2,$ Om	$R_3,$ Om	$L,$ mH
220	380	220	220	220	3.7	3.7	3.7	0	0	472	50	50	50	100

Розрахувати основні параметри кола і побудувати векторні діаграми.

3. Дослідження трифазної системи при несиметричному навантаженні. В колах фаз А і В виключити індуктивності, замкнувши перемикачі 4 і 5 натисканням клавiш 4 і 5. Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 2.

Таблиця 2

$U_{\phi},$ B	$U_{л},$ B	$U_a,$ B	$U_b,$ B	$U_c,$ B	$I_a,$ A	$I_b,$ A	$I_c,$ A	$I_0,$ A	$U_{mm},$ B	$P_{\phi},$ Bm	$R_1,$ Om	$R_2,$ Om	$R_3,$ Om	$L,$ mH
220	380	220	220	220	4.3	4.3	3.7	2.3	0	688	50	50	50	100

Розрахувати основні параметри кола і побудувати векторні діаграми.

3. Дослідження трифазного кола при обриві фази. При вимкненому стенді розімкнуті перемикачі 4, 5 (керування положенням перемикачів здійснюється натисненням клавiш 4 і 5). Перемикачі 1, 2 розімкнені, а 3 – замкнений. Натиснувши клавiшу 6, здійснити обрив фази А. Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 3.

Таблиця 3

$U_{\phi},$ B	$U_{л},$ B	$U_a,$ B	$U_b,$ B	$U_c,$ B	$I_a,$ A	$I_b,$ A	$I_c,$ A	$I_0,$ A	$U_{nn},$ B	$P_{\phi},$ $Bт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$	$L,$ $мГн$
220	380	0	220	220	0	3.8	3.8	3.8	0	688		50	50	100

Розрахувати основні параметри кола і побудувати векторні діаграми.

4. Дослідження трифазного кола при обриві фази і обриві нейтрального проводу. Провести обрив нейтрального проводу, натиснувши клавiшу 3 (перемикач розімкнений). Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 4.

Таблиця 4

$U_{\phi},$ B	$U_{л},$ B	$U_a,$ B	$U_b,$ B	$U_c,$ B	$I_a,$ A	$I_b,$ A	$I_c,$ A	$I_0,$ A	$U_{nn},$ B	$P_{\phi},$ $Bт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$	$L,$ $мГн$
220	380	0	190	190	0	3.2	3.2	0	110	332		50	50	100

Розрахувати основні параметри кола і побудувати векторні діаграми.

5. Дослідження трифазного кола при однофазному короткому замиканні. Перемикачі 4, 5 розімкнені, а 3, 6 – замкнені. Натиснувши клавiшу 1 здійснити режим однофазного короткого замикання (1 – замкнений, а 2 – розімкнений). Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 5

Таблиця 5

$U_{\phi},$ B	$U_{л},$ B	$U_a,$ B	$U_b,$ B	$U_c,$ B	$I_a,$ A	$I_b,$ A	$I_c,$ A	$I_0,$ A	$U_{nn},$ B	$P_{\phi},$ $Bт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$	$L,$ $мГн$
220	380	220	220	220	3.8	230	3.8	220	0	688	50	1	50	100

Розрахувати основні параметри кола і побудувати векторні діаграми.

6. Дослідження трифазного кола при однофазному короткому замиканні і обриві нейтрального проводу. Перемикачі 4, 5 розімкнені, а 6 – замкнений. Натиснувши клавiшу 3 здійснити обрив нейтрального проводу (перемикач 3 розімкнений) при режимі однофазного короткого замикання (1 – замкнений, а 2 – розімкнений). Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 6.

Таблиця 6

$U_{\phi},$ B	$U_{л},$ B	$U_a,$ B	$U_b,$ B	$U_c,$ B	$I_a,$ A	$I_b,$ A	$I_c,$ A	$I_0,$ A	$U_{nn},$ B	$P_{\phi},$ $Bт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$	$L,$ $мГн$
220	380	370	10	375	6.2	10.8	6.2	0	210	685	50	1	50	100

Розрахувати основні параметри кола і побудувати векторні діаграми.

7. Дослідження трифазного кола при двофазному короткому замиканні. Перемикачі 4, 5 розімкнені, а 3, 6 – замкнені. Натиснувши клавiші 1 і 2 здійснити режим двофазного короткого замикання (1 і 2 – замкнені). Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 7.

Таблиця 7

$U_{\phi},$ B	$U_{л},$ B	$U_a,$ B	$U_b,$ B	$U_c,$ B	$I_a,$ A	$I_b,$ A	$I_c,$ A	$I_0,$ A	$U_{nn},$ B	$P_{\phi},$ $Bт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$	$L,$ $мГн$
220	380	220	220	220	3.7	223	223	220	0	4900	50	1	1	100

Розрахувати основні параметри кола і побудувати векторні діаграми.

8. Дослідження трифазного кола при двофазному короткому замиканні і обриві нейтрального проводу. Перемикачі 4, 5 розімкнені, а 6 – замкнений. Натиснувши клавішу 3 здійснити обрив нейтрального проводу (перемикач 3 розімкнений) при режимі двофазного короткого замикання (1 і 2 – замкнені). Увімкнути стенд, показання приладів занести в табл. 8. Розрахувати основні параметри кола і побудувати векторні діаграми.

Таблиця 8

$U_{\phi},$ B	$U_{л},$ B	$U_a,$ B	$U_b,$ B	$U_c,$ B	$I_a,$ A	$I_b,$ A	$I_c,$ A	$I_0,$ A	$U_{nn},$ B	$P_{\phi},$ $Bт$	$R_1,$ $Ом$	$R_2,$ $Ом$	$R_3,$ $Ом$	$L,$ $мГн$
220	380	327	189	191	5.5	192	194	0	107	3700	50	1	1	100

9. Зробити основні висновки.

10. Оформити звіт.