

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

**Тема:** «Дослідження трифазного кола при з'єднанні електроприймачів зіркою»

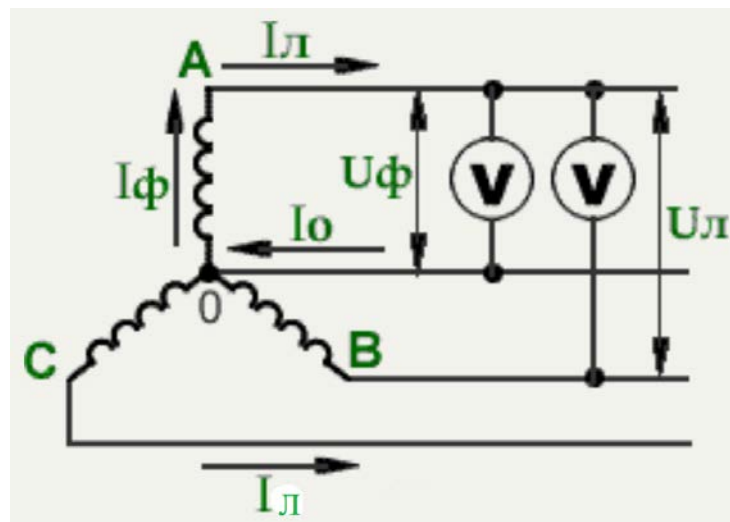
**Мета.** Закріпити знання про трифазні електричні кола змінного струму, визначити залежності між лінійними та фазними напругами і струмами у трифазному колі, з'єднаному зіркою, з'ясувати призначення нульового провідника у чотирипровідній схемі.

**Обладнання:** віртуальна лабораторія Multisim: джерело трифазної синусоїдальної напруги, захисні запобіжники, електроспоживачі у вигляді ламп розжарювання, амперметри, вольтметри, вимикачі.

### Пояснення до роботи

При з'єднанні обмоток генератора «зіркою» кінці всіх трьох фаз з'єднують у загальну точку  $O$ , а до початків приєднують проводи, що відводять енергію в мережу.

Ці три проводи називаються *лінійними*, а напруга між будь-якими двома лінійними проводами - *лінійною напругою*  $U_L$ .



Мал. 3.1. З'єднання фаз «зіркою»

Від спільної точки з'єднання кінців трьох фаз (від нульової точки «зірки») може бути відведений четвертий провід, називаний нульовим.

Напруга між кожним із трьох лінійних проводів і нульовим проводом дорівнює напрузі між початком і кінцем однієї фази, тобто *фазній напрузі*  $U_\phi$ .

Звичайно всі фази обмотки генератора виконуються однаковими, так що діючі значення ЕРС у фазах рівні.

Якщо в ланцюг кожної фази генератора включити навантаження, то по цих ланцюгах будуть проходити струми.

У випадку однакового по величині й характеру опору всіх трьох фаз приймача, тобто при рівномірнім навантаженні, струми у фазах будуть рівні по величині й зрушені по фазі щодо своїх напруг на той самий кут.

Як максимальні, так і діючі значення фазних напруг при рівномірнім навантаженні рівні, тобто  $U_A = U_B = U_C$ .



При з'єднанні обмоток симетричного генератора «зіркою» лінійна напруга в  $\sqrt{3} \approx 1,73$  рази більше фазної.

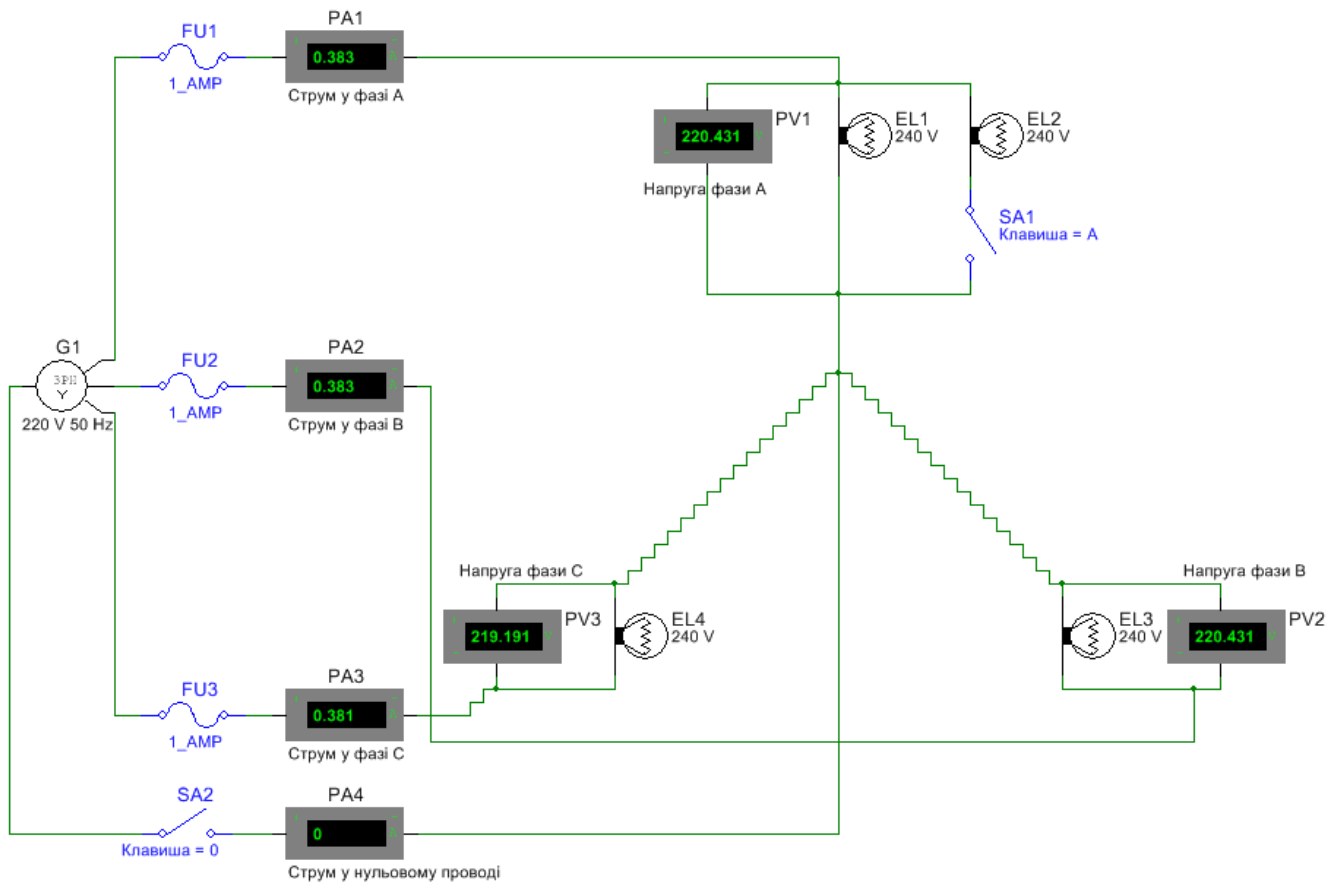
Зі схеми видно, що при з'єднанні обмоток генератора «зіркою» струм у лінійнім проводі дорівнює струму у фазах генератора, тобто  $I_l = I_f$ . На підставі першого закону Кірхгофа струм у нульовім проводі дорівнює геометричній сумі струмів у фазах генератора:  $\vec{I}_0 = \vec{I}_A + \vec{I}_B + \vec{I}_C$ .

При рівномірнім навантаженні струми у фазах генератора рівні між собою й зрушені по фазі на  $1/3$  періоду. Геометрична сума струмів трьох фаз у такому випадку дорівнює нулю, тобто в нульовім проводі струму не буде. Тому при симетричнім навантаженні нульовий провід може бути відсутнім.

При несиметричнім навантаженні струм у нульовім проводі не дорівнює нулю. Його можна визначити графічно, виходячи з векторного рівняння  $\vec{I}_0 = \vec{I}_A + \vec{I}_B + \vec{I}_C$ . Звичайно нульовий провід має менший поперечний переріз, ніж лінійні проводи.

### Порядок виконання роботи

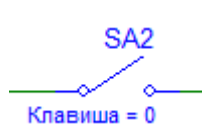
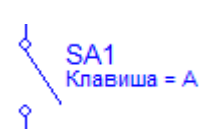

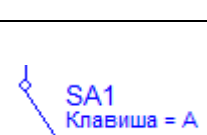
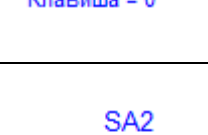
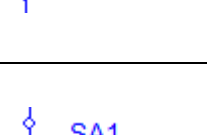
1. Запустити програму Multisim і зібрати схему, зазначену на малюнку 3.2. (Файл [lr3.ms12](#)). Ввімкніть режим емуляції (подайте напругу), натиснувши кнопку  або .




Мал. 3.2. Схема трифазного кола, з'єднаного зіркою.

2. При розімкнутих вимикачах  $SA1$  та  $SA2$  маємо трифазну трипровідну (без нульового проводу) симетричну схему. Виміряйте фазні струми та напруги за допомогою амперметрів  $PA1$ ,  $PA2$ ,  $PA3$  та вольтметрів  $PV1$ ,  $PV2$ ,  $PV3$ . Показання приладів занесіть до таблиці (рядок 1).

Таблиця 3.1. Покази амперметрів і вольтметрів

№	Зірка	$SA2$	$SA1$	$I_A$ , А	$I_B$ , А	$I_C$ , А	$I_0$ , А	$U_A$ , В	$U_B$ , В	$U_C$ , В
1	3- провідна, симетрична	 Клавиша = 0	 Клавиша = А							
2	4- провідна, симетрична	 Клавиша = 0	 Клавиша = А							
3	3- провідна, несиметрична	 Клавиша = 0	 Клавиша = А							

№	Зірка	SA2	SA1	$I_A$ , А	$I_B$ , А	$I_C$ , А	$I_0$ , А	$U_A$ , В	$U_B$ , В	$U_C$ , В
4	4- провідна, несиметр ична									

3. Замкніть вимикач SA2, тим самим задіявши нульовий провід і перетворивши трипровідну «зірку» у чотирипровідну. Виміряйте фазні струми, струм у нульовому проводі та фазні напруги за допомогою амперметрів PA1, PA2, PA3, PA4 та вольтметрів PV1, PV2, PV3. Показання приладів занесіть до таблиці (рядок 2). Порівняйте результати з тими, які були отримані в п.2 (рядок 1).



У висновках по роботі проаналізуйте значення нульового провідника у симетричній трифазній схемі, з'єднаній «зіркою».

4. Розімкніть вимикач SA2 і замкніть вимикач SA1, перетворивши тим самим схему на трьохпровідну з несиметричним навантаженням (у фазі А увімкнено 2 лампочки, а в фазах В та С – по 1).

Виміряйте фазні струми та напруги за допомогою амперметрів PA1, PA2, PA3 та вольтметрів PV1, PV2, PV3. Показання приладів занесіть до таблиці. Порівняйте результати з тими, які були в п. 2 (рядок 1) та п.3 (рядок 2).

У висновках по роботі поясніть, які наслідки має відсутність нульового провідника при несиметричному навантаженні.

5. Замкніть обидва вимикачі SA2 і SA1, перетворивши тим самим схему на чотирипровідну (з нульовим проводом) і з несиметричним навантаженням (у фазі А увімкнено 2 лампочки, а в фазах В та С – по 1). Виміряйте фазні струми та напруги за допомогою амперметрів PA1, PA2, PA3, PA4 та вольтметрів PV1, PV2, PV3. Показання приладів занесіть до таблиці. Порівняйте результати з тими, які були в п. 2 (рядок 1), 3 (рядок 2) та 4 (рядок 3). У висновках по роботі визначте, яку роль відіграє нульовий провід у чотирипровідній схемі при несиметричному навантаженні.

6. Вимкніть живлення схеми, натиснувши кнопку  або . Зробіть висновки по роботі.

### Питання для підготовки.

1. Що називають трифазною електричною системою?
2. Як з'єднати фази джерела й приймача електроенергії «зіркою»?
3. Яка напруга називається фазною?

4. Яка напруга називається лінійною?
5. Який струм називається лінійним?
6. Який струм називається фазним?
7. Яке з навантажень – силове або освітлювальне – припускає більшу необхідність у наявності нейтрального (нульового) проводу?
8. Які існують залежності між діючими лінійними й фазними напругами трифазної чотирипровідної мережі?
9. При яких умовах трифазна система називається симетричною?
10. У яких умовах можна обійтися без нейтрального (нульового) проводу?
11. Яке співвідношення між фазними напругами для несиметричного навантаження при наявності нейтрального (нульового) проводу?
12. Як визначити струм у нейтральнім (нульовім) проводі, знаючи струми у фазних навантаженнях?
13. До чого може призвести обрив нейтрального (нульового) проводу при несиметричнім навантаженні?
14. Чому в ланцюг нейтрального (нульового) проводу не можна ставити вимикачі й захисні пристрої (автомати захисту, запобіжники)?
15. Як визначити активну, реактивну, повну потужності трифазної системи?