



**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій
Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та
електротехніки**

ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В КОЛАХ ТРИФАЗНОГО СТРУМУ

**Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми
навчання
зі спеціальності 163 «Біомедична інженерія»**

Харків 2023

Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій

Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки

**ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В КОЛАХ
ТРИФАЗНОГО СТРУМУ**

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання зі спеціальності
163 «Біомедична інженерія»

Затверджено
рішенням Науково-
методичної ради
факультету енергетики,
робототехніки та комп'ютерних
технологій
Протокол № 3
від 22.02.2023 р.

Харків
2023

УДК 517.27
Ф 32

Схвалено
на засіданні кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії
та електротехніки
Протокол №5 від 16.02.2023 р.

Рецензенти:

О. Г. Аврунін, докт. техн. наук, проф., завідувач кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки;
О. М. Мороз, докт. техн. наук, проф., професор кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту Державного біотехнологічного університету

Ф-32 Вимірювання активної потужності в колах трифазного струму : метод. вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ден. форми навчання зі спец. 163 «Біомедична інженерія» / Держ. біотехнологічний ун-т ; авт.-уклад.: Н. Г. Косуліна, Г. А. Ляшенко, Н. В. Полянова. – Харків : [б. в.], 2023. – 28 с.

Методичні вказівки розроблено відповідно до програми навчальної дисципліни «Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології». Видання включає теоретичну частину, алгоритм виконання лабораторної роботи, контрольні запитання та перелік рекомендованої літератури.

Методичні вказівки призначені здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 163 «Біомедична інженерія».

УДК 517.27

Відповідальний за випуск : Н. Г. Косуліна, д-р техн. наук

© Косуліна Н. Г., Ляшенко Г. А.,
Полянова Н. В. 2023
© ДБТУ, 2023

1. ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Електрична лабораторія – це приміщення підвищеної небезпеки, тому до роботи в лабораторії допускаються студенти, які прослухали відповідну частину лекційного курсу, інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки і розписались у відповідному журналі.

2. Робота в лабораторії виконується ланками, або (за рішенням викладача) одноосібно.

3. На протязі одного заняття кожний студент виконує одну роботу. Виконання двох робіт може бути допущено керівником як виключення і лише при наявності певної підготовки студентів.

4. До виконання кожної роботи студенти повинні підготуватись попередньо до лабораторного заняття, ознайомитись з методичними вказівками, відпрацювати відповідні питання теорії з літературних джерел та підготувати бланк звіту за відповідною формою.

5. Керівник перевіряє готовність студентів до виконання роботи (наявність необхідних знань, які дають можливість виконати роботу та бланка звіту) і, тільки упевнившись в підготовленості студентів, дає дозвіл на виконання лабораторної роботи.

Студенти, які виявили непідготовленість, до виконання роботи не допускаються. До чергової роботи також не допускаються студенти, які не пред'явили повністю оформлений звіт попередньої роботи.

6. Отримав дозвіл керівника, студенти монтують схему за відповідними правилами (див. далі), переконавшись в тому, що автоматичні вимикачі вимкнені, тобто до затискачів живлення не підводиться напруга. Змонтована схема перевіряється усіма учасниками ланки і подається на затвердження керівникові.

При виявленні будь-яких ушкоджень приладів або обладнання (при зовнішньому огляді) необхідно звернутись до керівника.

7. Керівник перевіряє правильність монтажу схеми.

При виявленні помилок в монтажу схеми, або навіть в випадку, коли схема по суті працездатна, але не відповідає електричній принципівій схемі методичних вказівок, керівник пропонує студентам виявити і усунути помилку самостійно. Виправлена схема знову перевіряється керівником.

8. Якщо помилок в схемі немає, керівник, після попередження, вмикає схему під напругу, перевіряє її працездатність принаймні в крайніх режимах і дає дозвіл на початок роботи під напругою.

Будь-які перемикання або з'єднання повинні виконуватися у вимкненій схемі. Після кожного перемикання або зміни схеми, якою б вона не була, необхідна повторна перевірка схеми керівником.

Вмикати схему під напругу вперше або після будь-якої її зміни студентам категорично забороняється - вмикати автоматичні вимикачі може виключно керівник.

Студенти, які вмикають схеми свавільно, втрачають право роботи в лабораторії, окрім повної матеріальної відповідальності за можливі збитки, і можуть бути допущені до подальшої роботи лише за спеціальним дозволом.

9. Отримавши дозвіл керівника, студенти виконують спостереження у відповідності з методичними вказівками. Покази приладів підраховуються у відповідності з існуючими правилами і записуються олівцем безпосередньо у звіт у вигляді чисельних значень фізичних величин (не кількості поділок). Не дозволяється після вмикання схеми відходити від лабораторного стола і залишати працюючу схему без нагляду. Усю дослідну частину роботи рекомендується зробити одразу, без вмикання напруги, якщо це не потрібно за методичними вказівками.

10. Після закінчення дослідної частини лабораторної роботи студенти вимикають автоматичні вимикачі і, не розбираючи схеми, виконують всі необхідні розрахунки, після чого пред'являють керівникові звіти.

Якщо деякі результати спостережень викликають сумніви керівника, то вони мають бути перевірені. В іншому випадку керівник дає дозвіл на розбирання схеми.

11. Оформлення звітів виконується безпосередньо на тому ж лабораторному занятті. При цьому дослідні дані залишаються написані олівцем, а розрахункові результати записуються авторучкою.

12. Оформлений звіт на тому ж занятті захищається перед керівником. Як виключення дозволяється захист звітів на наступному занятті.

13. Якщо керівник упевниться в правильності оформлення звіту, в розумінні студентом мети і змісту роботи, методики її проведення, сутності отриманих результатів, знань відповідної частини курсу шляхом опитування студента, розв'язання студентом задач або тестуванням на ЕОМ, він зараховує студенту цю роботу з відміткою в журналі про отриману студентом оцінку і дату захисту звіту.

В іншому випадку робота не зараховується.

Повторний захист звіту можливий лише на наступному занятті і лише після внесення у звіт виправлень, якщо вони необхідні.

При наявності у студента двох незахищених звітів по виконаних роботах він не може бути допущений до виконання подальших робіт в лабораторії.

14. В приміщенні лабораторії повинна підтримуватись тиша.

Паління в лабораторії категорично забороняється.

Залишати заняття навіть на короткий час можна лише з дозволу керівника.

Після закінчення занять студенти зобов'язані упорядкувати свої робочі місця - повністю розібрати електричні схеми, скласти проводи у шухляди столів, підірвати прилади, охайно поставити лави.

15. Під час роботи в лабораторії необхідне дбайливе становлення до лабораторного майна.

Переносити прилади і обладнання з одного місця на інше або переставляти їх в межах стола не дозволяється.

16. При порушенні студентом цих правил, керівник має право відсторонити порушника від роботи в лабораторії. Подальша робота студента можлива лише за спеціальним дозволом.

2. ВКАЗІВКИ ПО МОНТАЖУ СХЕМ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

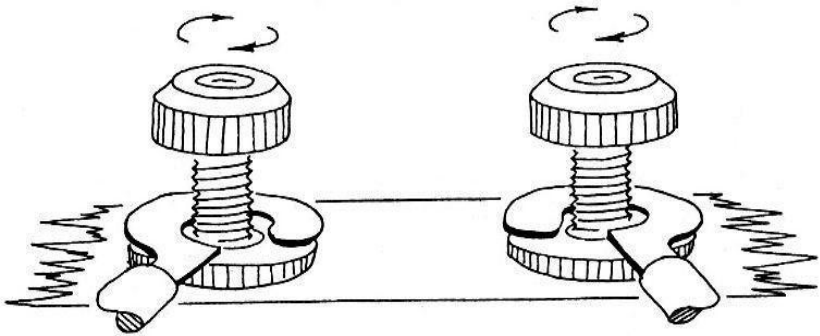
1. Перед початком монтажу необхідно упевнитись в тому, що автоматичний вимикач вимкнений, а індикаторні лампочки не світяться.

2. Монтаж електричної схеми повинен виконуватись у повній відповідності до електричної принципової схеми методичних вказівок.

3. Не дозволяється пересувати і переносити вимірювальні прилади.

4. З'єднувальні провідники мають бути якомога короткими, але не натягнутими, найбільш простим чином розташовуватись у просторі, по можливості не перехрещуватись і не затуляти шкали вимірювальних приладів та ручок органів керування.

Для монтажу різних електричних кіл доцільно використовувати провідники різного кольору. Також доцільно для монтажу головного струмового кола, а також кіл вторинних трансформаторів струму використовувати провідники більшого розрізу ніж для монтажу вимірювальних кіл напруг. Наконечники слід затискати у затискачах так, як зображено на рис. 1.



а) Вірно. Просічка наконечника розташована праворуч відносно гвинта

б) Невірно. Просічка наконечника розташована ліворуч відносно гвинта

Рис. 1. Напрямок затягування барашка затискача

5. Ручки лабораторних автотрансформаторів, якщо ці прилади використовуються, треба установити таким чином, щоб на вихідних затискачах «Навантаження», напруга була відсутня (крайне положення проти годинникової стрілки).

6. Перш за все треба зібрати головне струмове коло схеми. Воно включає джерело енергії, навантаження, а можливо, ще і амперметри, первинні обмотки вимірювальних трансформаторів струму, струмові обмотки ватметрів і лічильників електричної енергії. При цьому в однофазних схемах змінного струму треба починати з того затискача живлення, який позначений на шильдику кожного робочого стола, з'єднати елементи схеми в тій послідовності, в котрій вони розташовані на електричній принциповій схемі методичних вказівок і продовжити монтаж струмового кола, до іншого затискача живлення, теж позначеного на шильдику робочого стола, або затискача занулення. В трифазних колах змінного струму так саме послідовно монтується головне струмове коло кожної з фаз.

Лише після монтажу головного струмового кола до нього під'єднуються кола напруг вимірювальних приладів. Ці кола можуть включати вольтметри, первинні обмотки вимірювальних трансформаторів напруг, обмотки напруг ватметрів і лічильників електричної енергії, а також кола вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів напруг з відповідними приладами.

Особливу увагу треба звертати на правильність і надійність з'єднань в колах вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів струму, до яких входять звичайно амперметри, обмотки струму ватметрів і лічильників електричної енергії.

7. Слід по можливості уникати приєднання до одного затискача великої кількості з'єднувальних провідників, розташовуючи їх, якщо це можливо, на інших рівноцінних (у сенсі однаковості потенціалів) затискачах, особливо до тих елементів схеми, які по ходу виконання роботи необхідно замінювати іншими.

8. До затискачів вимірювальних приладів слід підключати лише ті провідники, за допомогою яких цей вимірювальний прилад під'єднується до схеми, але у ватметрів і лічильників електричної енергії при безпосередньому їх вмиканні в електричне коло (без вимірювальних трансформаторів), з'єднання між колами струму і напруги (звичайно затискачі приладу, які відмічені зірочками) слід здійснювати на затискачах самого приладу.

9. При використанні перемикачів слід враховувати можливість непередбачуваних замикань (при перемиканні) деяких ділянок електричної схеми.

10. Органи керування електричними параметрами установити в положення, при яких напруги і струми будуть найменшими.

Межі вимірювань вимірювальних приладів, якщо немає додаткових вказівок або приблизне значення фізичної величини невідоме, установити найбільшими.

11. В монтажі схеми повинні приймати участь всі студенти ланки, розподіляючи між собою по черзі певні ділянки електричної схеми. В вірності монтажу електричної схеми повинні упевнитись всі учасники лабораторної роботи.

12. Звернутись до керівника з проханням перевірити змонтовану електричну схему лабораторної роботи.

3. ПРАВИЛА ЗНЯТТЯ ПОКАЗІВ З ПРИЛАДІВ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ВІДЛІКУ

Шкали приладів безпосереднього відліку можуть бути іменованими (переважно для одноможевих приладів) і умовними (переважно для багатомежевих приладів). Оскільки кількість поділок шкали залежить від класу точності приладу, не слід намагатися зняти показ якомога точно (як, наприклад, при користуванні логарифмічною

лінійкою). Розглянемо для прикладу рис. 2.

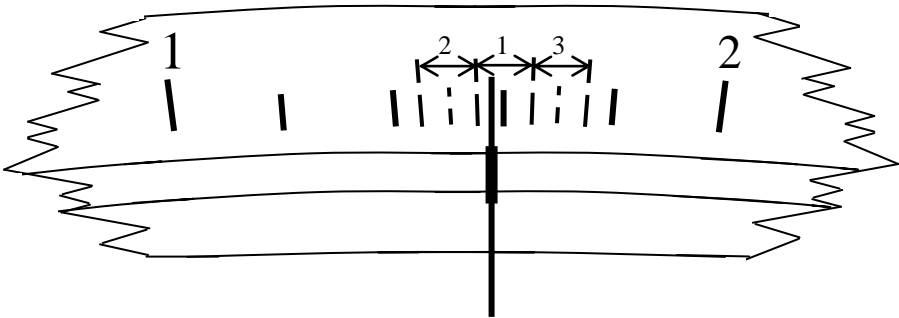


Рис. 2. Фрагмент шкали в вимірювального приладу

Якщо показник знаходиться де завгодно у зоні 1, як на рис. 2, відлік буде 1,6.

Якщо показник знаходиться де завгодно у зоні 2, відлік буде 1,5.

Якщо показник знаходиться де завгодно у зоні 3, відлік буде 1,7.

Зображені штриховими лініями однакові за розміром і розташовані симетрично відносно поділок зони треба уявити на око.

При наявності дзеркальної шкали, око треба розташувати таким чином, щоб показник і його зображення у дзеркальці збіглися.

При використанні приладів з умовними шкалами значення фізичних величин розраховується таким чином.

Для вольтметрів:

$$U, V = \frac{\text{Номінальне значення напруги (межа вимірювань), В}}{\text{Значення останньої оцифрованої поділки шкали, под.}} \times$$

× Відлік показника, под.

Для амперметрів:

$$I, A = \frac{\text{Номінальне значення струму (межа вимірювань), А}}{\text{Значення останньої оцифрованої поділки шкали, под.}} \times$$

× Відлік показника, под.

Для ватметрів:

$$P, \text{Вт} = \frac{\text{Номінальне значення напруги (межа вимірювань), В} \times$$

$$\times \frac{\text{Номінальне значення струму (межа вимірювань), А}}{\text{поділки шкали, под.}} \times$$

× Відлік показника, под.

Якщо прилад вимірює кратні або частинні величини, то змінюється лише розмірність чисельника у відношенні. Межі вимірювань вимірювальних приладів, якщо немає додаткових вказівок або приблизне значення фізичного параметра невідоме, спочатку слід обирати найбільшими. В подальшому необхідно зменшувати межу вимірювань до того значення, при якому показник буде знаходитись якомога далі від початку шкали, але ні в якому разі не зашкалювати, що досягається попереднім розрахунком.

Значення напруги і струму не повинні перевищувати відповідних номінальних значень ватметрів, тобто номінальні значення напруги і струму ні в якому разі не можна обирати за принципом зручності розрахунків, обираючи зручну сталу приладу.

Зразок звіту з лабораторної роботи

1. Мета роботи
2. Прилади і обладнання

Таблиця 1

Прилади і обладнання

N п/п	Назва	Сист. або тип	Клас точн.	Межі вимірювань або зміни параметрів	Зав. N	Основні параметри	Прим.
1							
2							

3. Електричні принципові схеми
4. Таблиці даних спостережень і розрахунків
5. Розрахункові формули (повинна бути наведена повна словесна розшифровка всіх прийнятих умовних позначень)
6. Графіки та векторні діаграми
(Будуються, якщо вони потрібні, охайно з використанням креслярських приладів на міліметровій або на папері в клітинку. Векторні діаграми повинні супроводжуватись наведенням масштабів, обраних з ряду $1 \cdot 10^n$, $2 \cdot 10^n$, $5 \cdot 10^n$, де $n = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$).
7. Висновки
(Потрібно дати основні висновки по роботі. Так, наприклад, в роботах по повірках приладів треба перш за все встановити факт відповідності або невідповідності приладів своєму класу точності).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В КОЛАХ ТРИФАЗНОГО СТРУМУ

1.1. Мета роботи

Вивчити схеми вмикання ватметрів в коло трифазного струму для визначення активної потужності.

1.2. Підготовка до роботи

До приходу в лабораторію необхідно:

- ознайомитись з описом лабораторної роботи і підготувати бланк звіту;
- ознайомитись з матеріалами лекцій та навчальною літературою.

1.3. Загальні відомості

Якщо навантаження трифазної трипровідної мережі симетричне, а нейтральна точка досяжна, то вимірювання потужності може бути здійснено одним ватметром, як це відображено на рис. 1.1.

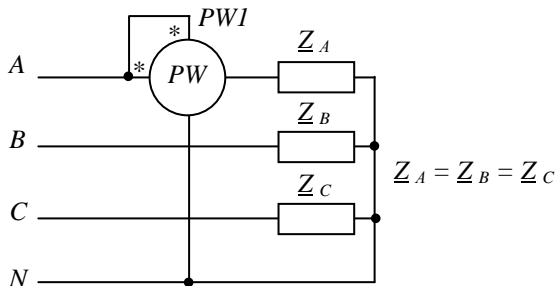


Рис. 1.1. Електрична принципова схема вимірювання активної потужності в трифазній чотирипровідній мережі при будь-якому навантаженні

В даному випадку показ ватметра:

$$P_{\phi} = I \cdot U_{\phi} \cos \varphi,$$

де P_{ϕ} – активна потужність однієї фази;

φ – кут зсуву між фазною напругою і лінійним струмом.

Для отримання чисельного значення потужності трифазного споживача покази ватметра необхідно потроїти, тобто:

$$P = 3P_{\phi} = 3IU_{\phi} \cos \varphi.$$

Якщо нейтральна точка не досяжна, або навантаження з'єднане в трикутник, в практиці зустрічаються схеми вмикання однофазного ватметра з штучною нульовою точкою. Якщо маємо трипровідну трифазну мережу при будь-якій асиметрії навантажень, то потужність можна виміряти двома ватметрами за однією з трьох схем, які зображені на рис. 1.2.

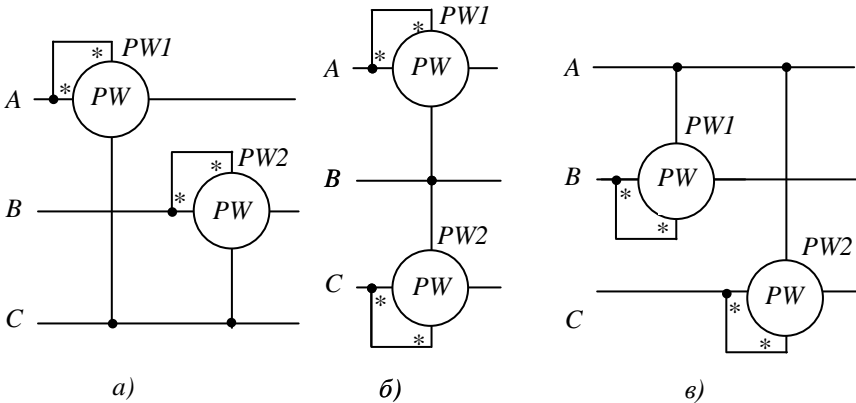


Рис. 1.2. Електричні принципові схеми вимірювання активної і реактивної потужності в трифазній трипровідній мережі при будь-якому навантаженні за допомогою двох ватметрів а), б), в) - варіанти вмикання ватметрів (навантаження не показані)

Ці три схеми мають однакові властивості. Сума показів двох ватметрів завжди дорівнює активній потужності трифазного

споживача незалежно від способу його вмикання та ступеню симетрії. Розглянемо одну із схем вмикання ватметра, наприклад схему (б), і доведемо, що:

$$P = P_1 + P_2 = P_a + P_b + P_c;$$

$$P_1 = U_{ab} I_a \cos(\angle U_{ab} I_a), \quad P_2 = U_{cb} I_c \cos(\angle U_{cb} I_c).$$

Побудуємо векторну діаграму (рис. 1.3).

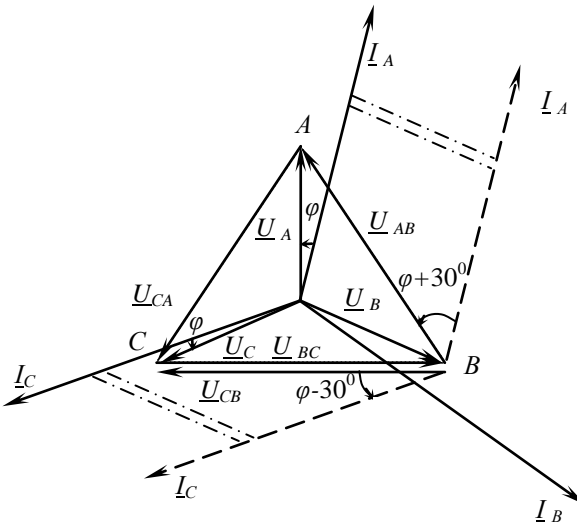


Рис. 1.3. Векторна діаграма до схеми вмикання активної потужності методом двох ватметрів

Із діаграми витікає, що кути між векторами напруг та струмів, що визначають покази ватметрів, дорівнюють відповідно: $(30^\circ + \varphi)$ та $(30^\circ - \varphi)$, тобто $P_1 = U_{ab} I_a \cos(30^\circ + \varphi)$, $P_2 = U_{cb} I_c \cos(30^\circ - \varphi)$. Так як при симетрії $U_{ab} = U_{cb} = U_{\text{Л}}$; $I_a = I_c = I_{\text{Л}}$, то отримаємо:

$$P = P_1 + P_2 = U_{\text{Л}} I_{\text{Л}} \cos(30^\circ + \varphi) + U_{\text{Л}} I_{\text{Л}} \cos(30^\circ - \varphi) =$$

$$= U_{\text{Л}} I_{\text{Л}} (\cos 30^\circ \cdot \cos \varphi - \sin 30^\circ \cdot \sin \varphi + \cos 30^\circ \cdot \cos \varphi + \sin 30^\circ \cdot \sin \varphi) =$$

$$= U_{Л} I_{Л} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cos \varphi + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \varphi \right) = \sqrt{3} U_{Л} I_{Л} \cos \varphi .$$

Вимірювання активної потужності в чотирипровідних колах трифазного струму виконується за допомогою трьох ватметрів по схемі (рис. 1.4).

Загальна активна потужність трифазної системи знаходиться як сума потужностей фаз.

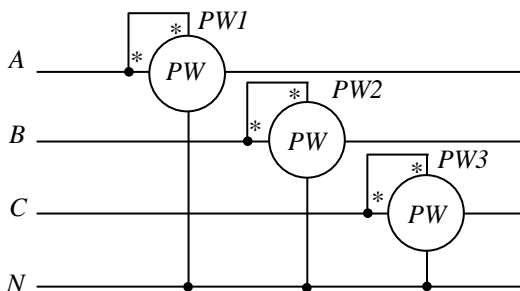


Рис. 1.4. Електрична принципова схема вимірювання активної потужності в трифазній чотирипровідній мережі при будь-якому навантаженні за допомогою трьох ватметрів (навантаження не показані)

1.4. Прилади і обладнання

1. Джерело трифазного струму 127/220 В.
2. Двохелементний ватметр кл. 1,5.
3. Ватметри кл. 1,5 - 2 шт.
4. Електродвигун.
5. Одна група навантажень.

1.5. Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему, зображену на рис. 1.5.

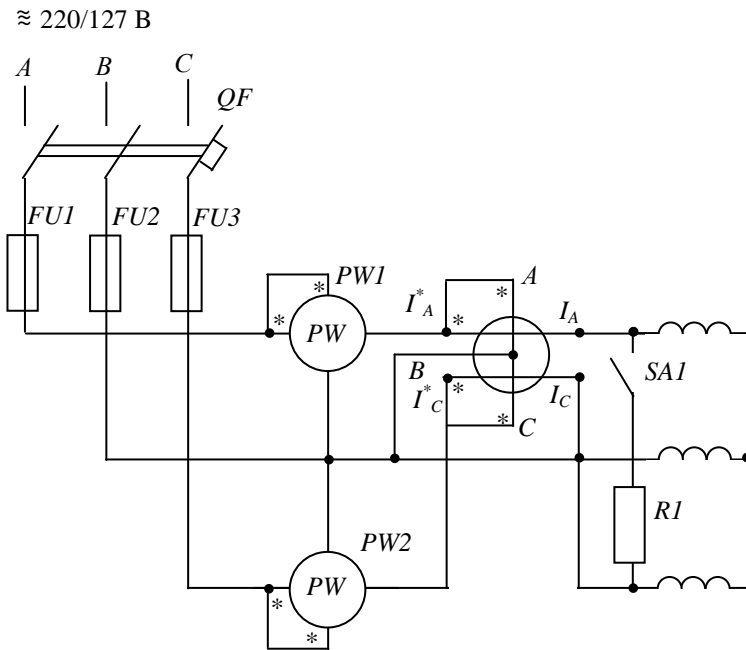


Рис. 1.5. Принципова схема вимірювання активної потужності в колах трифазного струму

2. Після перевірки і вмикання схеми керівником зняти покази 3-х ватметрів та внести їх до табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Розрахунків та експериментальні дані

Вимірювання			Обчислювання		
$P_1,$ Вт	$P_2,$ Вт	$P_3,$ Вт	$P = P_1 + P_2,$ Вт	$\Delta P = P_3 - P,$ Вт	$\sigma_{3\%} = \frac{\Delta P}{P_{ном}} \cdot 100,$ %

$P_{ном}$ – номінальна потужність третього (двохелементного) ватметра.

3. Умовно враховуючи, що прилади PW_1 і PW_2 зразкові, визначити абсолютну та зведену похибки двохелементного ватметра PW_3 . Значення внести в табл. 1.1.

4. За вимогою керівника скласти схеми, зібрати їх та після перевірки і вмикання виконати вимірювання та обчислення наступних величин:

а) реактивної потужності трифазного електроприймача з симетричним навантаженням, підключеного до джерела чотирипровідною лінією;

б) коефіцієнта потужності трифазного електроприймача з симетричним навантаженням, під'єднаного до джерела з використанням трипровідної лінії;

в) активної потужності трифазного електроприймача, під'єднаного до джерела з використанням чотирипровідної лінії;

г) повної потужності трифазного електроприймача, під'єднаного до джерела з використанням чотирипровідної або трипровідної лінії;

є) теж, що і в п. п. а, б, в, г з використанням вимірювальних трансформаторів напруг і струмів.

У всіх випадках припустимо використовувати існуючі на стендах вимірювальні прилади.

1.6. Зміст звіту

1. Назва роботи.

2. Мета роботи.

3. Перелік приладів і обладнання.

4. Електрична принципова схема вимірювання активної потужності в колах трифазного струму.

5. Таблиця дослідних даних.

6. Розрахункові формули.

1.7. Запитання для самоперевірки

1. В яких випадках для вимірювання активної потужності в трифазному колі використовується один, два або три однофазних ватметрів?

2. Нарисуйте схеми ввімкнення двох ватметрів активної потужності для вимірювання реактивної потужності трифазного струму.

3. Як за показами двох ватметрів, що вимірюють потужність трифазного струму, визначити середнє значення коефіцієнта потужності мережі?
4. Нарисуйте схему ввімкнення двох трифазних лічильників через вимірювальні трансформатори для обліку активної потужності і реактивної потужності. Як визначити ці потужності?
5. Як впливає кутова похибка вимірювальних трансформаторів на покази ватметра, ввімкненого через них?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Володарський Є. Т. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю / Є. Т. Володарський, В. В. Кухарчук, В. О. Поджаренко та ін. // Вінниця: ВДТУ, 2001. – 219 с.
2. Черепнев А. С. Метрология и основы измерений / А. С. Черепнев, Г. А. Ляшенко, Н. А. Романченко // Харьков, 2008. – 182 с.
3. Черенков О. Д. Основи метрології та електричних вимірювань. Підручник / О. Д. Черенков, Н. Г. Косуліна, Г. А. Ляшенко // Х.: ФОП Влавке, 2020. – 150 с.
4. Основи метрології та електричних вимірювань. Частина 1: Конспект лекцій / В. В. Кухарчук // Вінниця: ВНТУ, 2020. – 148 с.

ЗМІСТ

1. ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	5
2. ВКАЗІВКИ ПО МОНТАЖУ СХЕМ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	7
3. ПРАВИЛА ЗНЯТТЯ ПОКАЗІВ З ПРИЛАДІВ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ВІДЛІКУ	9
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7. ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В КОЛАХ ТРИФАЗНОГО СТРУМУ	12
1.1. Мета роботи	12
1.2. Підготовка до роботи	12
1.3. Загальні відомості	12
1.4. Прилади і обладнання	15
1.5. Порядок виконання роботи	15
1.6. Зміст звіту	17

1.7. Запитання для самоперевірки	17
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	18

Навчальне видання

ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В КОЛАХ
ТРИФАЗНОГО СТРУМУ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт

Автори-укладачі:
КОСУЛІНА Наталія Геннадіївна
ЛЯШЕНКО Геннадій Анатолійович
ПОЛЯНОВА Надія Володимирівна

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. _.

Наклад ___пр.

Державний біотехнологічний університет

61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44