

КРАСНОЛИМАНСЬКИЙ ЗАОЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Автоматика та комп'ютерні системи»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

„ЕЛЕКТРОТЕХНІКА”

для студентів заочної форми навчання

Харків – 2009

Методичні вказівки до лабораторних робіт розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри „Автоматика і комп’ютерні системи” 15 грудня 2007 р. протокол № 4.

Укладачі:

старш. викл. І.Б. Абрамська,
доц. О.Ф. Єнікєєв

Рецензент:

проф. Ю.І. Гусевський

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни
„Електротехніка”

для студентів заочної форми навчання

Відповідальний за випуск Сменова Л.В.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 22.02.08 р.
Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 1,5. Обл.-вид.арк. 1,75.
Замовлення № Тираж 50 Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від. 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, пл. Фейсрбаха, 7

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

КРАСНОЛИМАНСЬКИЙ ЗАОЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра „Автоматика та комп’ютерні системи”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни
„Електротехніка”
для студентів заочної форми навчання

Харків - 2009

Методичні вказівки до лабораторних робіт розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри „Автоматика і комп’ютерні системи” 15 грудня 2007 р. протокол № 4.

Укладачі:

старш. викл. І.Б. Абрамська,
доц. О.Ф. Єнікєєв

Рецензент:

проф. Ю.І. Гусевський

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ПІДГОТОВКИ І ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	4
ПОРЯДОК СКЛАДАННЯ ЗВІТІВ	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1 ДОСЛІДНА ПЕРЕВІРКА ЗАКОНІВ КІРХГОФА	7
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2 ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	10
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНОГО КОЛА ЗМІННОГО СТРУМУ. РЕЗОНАНС СТРУМІВ ТА НАПРУГ	13
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИФАЗНОГО КОЛА ПРИ З'ЄДНАННІ ПРИЙМАЧІВ ЕНЕРГІЇ ЗІРКОЮ	18
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛ З НЕЛІНІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ	23
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	25

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ПІДГОТОВКИ І ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Для виконання робіт в лабораторії „Електротехніка” групу студентів поділяють на бригади, кожна з яких складається з двох-трьох чоловік. Бригада виконує всі лабораторні роботи, які передбачено навчальним планом. Відповідно до плану проведення лабораторних робіт, студенти завчасно готуються до занять у лабораторії „Електротехніка”. Підготовка складається з: вивчення відповідних розділів теоретичного курсу за конспектами лекцій і навчальної літератури; виконання необхідних розрахунків; підготовки таблиць спостережень, у які студент повинен записувати усі дослідні дані. Студенти, що виконали усі передбачені планом лабораторні роботи і своєчасно захистили звіти за ними, одержують залік за відповідний розділ курсу.

Розрахунково-графічну частину лабораторної роботи, письмові відповіді на запитання і оформлення звітів студенти виконують у формі домашньої роботи.

Для гарантування безпеки роботи у лабораторії і попередження псувань приладів студенти зобов'язані дотримуватись таких правил:

- при першому відвідуванні лабораторії студенти повинні ретельно ознайомитися з правилами техніки безпеки і правилами внутрішнього розпорядку в лабораторії;
- допуск студентів до лабораторії проводиться тільки в години, встановлені розкладом. Студенти, що пропустили заняття з поважних причин, виконують роботи в спеціально заплановані кафедрою додаткові години;
- перш ніж приступити до виконання наступної роботи, необхідно здати викладачу повністю оформлений звіт попередньої роботи. Студенти, що не склали такий звіт, до лабораторної роботи не допускаються;
- виконані раніше лабораторні роботи мають бути захищені. При відсутності заліку з трьох і більше лабораторних робіт студент не допускається до виконання наступної роботи;

- у лабораторії студенти працюють біля своїх стендів, додержуючись встановленого порядку і тиші (ходіння по лабораторії без необхідності не дозволяється). Вихід з лабораторії допускається тільки з дозволу викладача;

- при складанні схем необхідно слідкувати за тим, щоб вимірювальні прилади (реостати і апарати) відповідали робочим значенням струмів і напруг;

- перед початком роботи стрілки електровимірювальних приладів мають бути встановлені на нуль, а прилади з декількома межами вимірювань повинні бути ввімкнені на максимальні;

- перед тим, як ввімкнути установку в роботу, необхідно показати зкладену схему керівнику занять для перевірки;

- якщо за умовами роботи вимагається змінити схему з'єднань, то це потрібно виконувати при знятій напрузі, а перед ввімкненням установки знову пред'явити схему для перевірки керівнику занять;

- результати вимірювань студенти зобов'язані показати для перевірки викладачу, який дає дозвіл на закінчення роботи. До отримання такого дозволу забороняється розбирати схему;

- після закінчення роботи схема розбирається, робоче місце приводиться в порядок і здається отримане обладнання;

- за виконаною роботою кожний студент складає звіт, який здає викладачу перед наступною роботою.

ПОРЯДОК СКЛАДАННЯ ЗВІТІВ

1 Звіти за роботами виконуються на спеціальних бланках встановленої форми на аркушах білого паперу формату 11 відповідно до ДСТ 7.32-81.

2 Звіти виконують чорнилами чітко і акуратно, схеми і графіки - з використанням креслярських інструментів.

3 Діаграми виконують у масштабі.

4 У звітах усі буквені позначення і умовні графічні позначення в схемах повинні відповідати ДСТ 7.32-81.

5 Звіти мають вміщувати:

а) прізвище та ініціали того, хто виконав роботу, номер групи, курсу і дату виконання роботи;

б) номер роботи та її назву;

в) електричні схеми, за якими виконується робота;

г) таблицю з результатами вимірювання і розрахунків;

д) діаграми і графіки;

е) висновки з роботи;

ж) відповіді на запитання.

6 Звіт приймається до захисту при наявності у ньому відміток викладача про допуск до лабораторної роботи і про перевірку результатів вимірювань.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

ДОСЛІДНА ПЕРЕВІРКА ЗАКОНІВ КІРХГОФА

Мета роботи - виконати шляхом дослідження експериментальну перевірку першого та другого законів Кірхгофа.

1.1 Стислі теоретичні відомості

Для розрахунку кіл постійного струму використовуються:

- *закон Ома* – сила струму у гілці пропорційна прикладеній напрузі та обернено пропорційна її опору

$$I = \frac{U}{R};$$

- *перший закон Кірхгофа* – алгебраїчна сума струмів у вузлі дорівнює нулю. Струми, які входять до вузла, при підсумовуванні беруться зі знаком плюс. Струми, які виходять із вузла, беруться зі знаком мінус

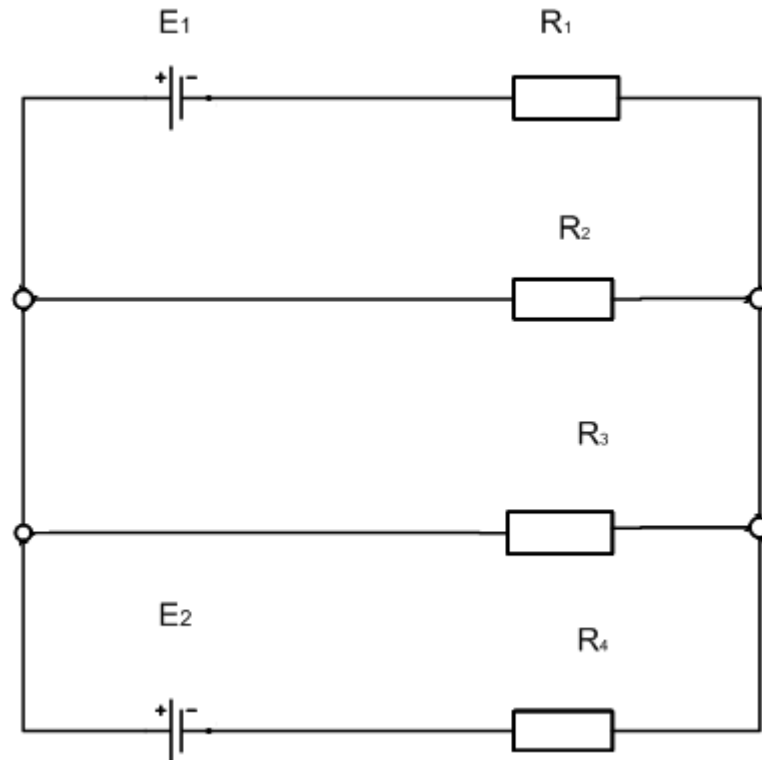
$$\sum_{k=1}^n I_k = 0;$$

- *другий закон Кірхгофа* – алгебраїчна сума падінь напруг вдовж замкнутого контуру дорівнює алгебраїчній сумі ЕРС, які діють у даному контурі. При підсумовуванні струми та ЕРС беруться зі знаком плюс, якщо вони збігаються із напрямом обходу контуру, та зі знаком мінус, якщо вони не збігаються із напрямом обходу.

$$\sum_{k=1}^n R_k I_k = \sum_{i=1}^m E_i .$$

1.2 Дослідна установка

Схема дослідної установки показана на рисунку 1.1. Для вимірювань напруг використовується цифровий вольтметр В7-27.



$$R_1 = 270\Omega, \quad R_2 = 540\Omega, \quad R_3 = 680\Omega, \quad R_4 = 270\Omega.$$

Рисунок 1.1 – Структурна схема дослідної установки

1.3 Порядок виконання роботи:

- підключити дослідну установку до мережі промислової напруги та виконати усі необхідні вимірювання. Результати вимірювань занести до таблиці 1.1;

Таблиця 1.1 - Результати вимірювань

$E_1, \text{В}$	$E_2, \text{В}$	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$U_3, \text{В}$	$U_4, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$I_2, \text{А}$	$I_3, \text{А}$	$I_4, \text{А}$

- виконати перевірку другого закону Кірхгофа за результатами досліду та зробити висновок;
- за допомогою закону Ома визначити струми. При визначенні струмів недоцільне округлення результатів розрахунку;
- виконати перевірку першого закону Кірхгофа за результатами досліду та зробити висновок.

Контрольні запитання

- 1 Дати визначення закону Ома.
- 2 Дати визначення першого закону Кірхгофа.
- 3 Дати визначення другого закону Кірхгофа.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Мета роботи - дослідження розподілу струмів і напруг у розгалуженому колі постійного струму з одним джерелом ЕРС.

2.1 Стислі теоретичні відомості

Закон Ома встановлює залежність між силою струму, напругою й опором для найпростішого електричного кола, що являє собою один замкнутий контур. На практиці зустрічаються більш складні електричні кола, що містять кілька замкнутих контурів і кілька вузлів. Електричний стан такого електричного кола визначається законами Кірхгофа.

Мета дослідження електричних кіл: визначення струмів, падінь напруг на елементах кола, потужностей, розрахунок опорів, що входять у коло, тощо. При аналізі електричних кіл розглядають не кола з реальними елементами, а їхні схеми заміщення, що відбивають властивості реальних елементів електричного кола за певних умов. Для електричного кола має виконуватися і закон збереження енергії. Сума потужностей, що віддаються джерелами енергії, дорівнює сумі потужностей, яка споживається приймачами,

$$\sum_{k=1}^m E_k I_k = \sum_{j=1}^n I_j^2 R_j .$$

Якщо струм через джерело не збігається з напрямком ЕРС, то це джерело розглядається як споживач і відповідний добуток записується зі знаком мінус.

2.2 Підготовка до роботи

1 Вивчити теоретичний матеріал з розрахунку й аналізу електричних кіл постійного струму, використовуючи конспект лекцій і відповідні розділи підручників.

2 Зробити попередній розрахунок електричної схеми

постійного струму (рисунок 2.1) з однією ЕРС, перемикач П в положенні „розімкнуто”.

3 Перемикач у положенні „замкнуто”. Вихідні дані для розрахунків взяти в таблиці варіантів:

а) записати розрахункові рівняння для визначення струмів, падіння напруг і потужності на приймачах електричної енергії і зробити розрахунок;

б) розрахункові дані занести в таблицю 2.1;

в) за розрахунковими даними вибрати межі вимірювань вимірювальних приладів для проведення дослідження двох електричних кіл.

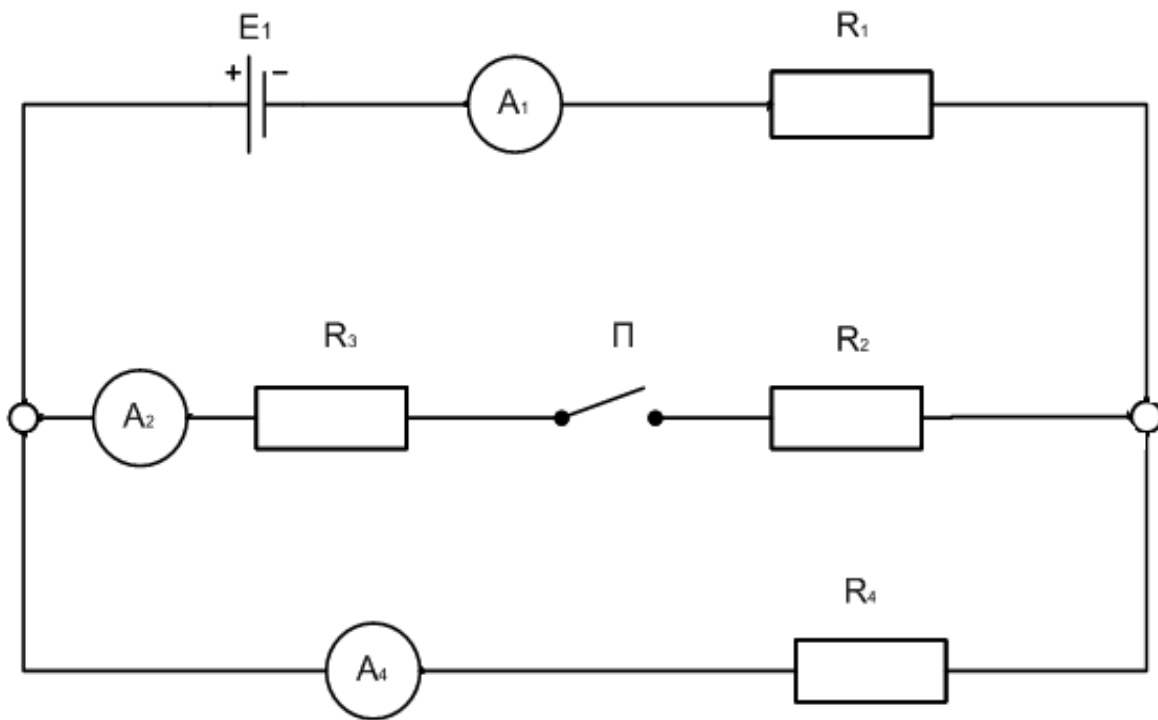


Рисунок 2.1 – Електрична схема постійного струму

2.3 Порядок виконання роботи:

- встановити значення ЕРС відповідно до даних таблиці варіантів;
- зібрати електричне коло згідно з рисунком 2.1 (перемикач П у положенні „розімкнуто”);
- виміряти струм і напруги на приймачах електричної енергії;

- за даними вимірювань напруг на приймачах електричної енергії визначити опори;
- результати вимірювань і розрахунків занести в таблицю 2.1;
- провести аналогічні дослідження електричного кола (рисунок 2.1) при переведенні перемикача П у положення "Ввімкнено". Результати вимірювань і розрахунків занести в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахункові та дослідні дані

Положення П	Спосіб визначення	E	U ₁	U ₄	I	R ₁	R ₄	P ₁	P ₄	P _{сп}	P _е
		В	В	В	А	Ом	Ом	Вт	Вт	Вт	Вт
Вимк- нено	Розрах.										
	Досл.										
Ввік- нено	Розрах.										
	Досл.										

Методичні вказівки до виконання роботи: при складанні електричного кола необхідно використовувати резистори R₁, R₂, R₃, R₄ лабораторного стенда. За джерело ЕРС E використовувати +5В, а також відповідні електровимірювальні прилади універсального стенда.

Контрольні запитання

- 1 Яке з'єднання приймачів енергії називається послідовним, паралельним і мішаним?
- 2 Показати на графіку зовнішні вольт-амперні характеристики реальних і ідеальних джерел, ЕРС і струму.
- 3 Як розподіляються струми, напруги і потужності при послідовному і паралельному з'єднанні споживачів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНОГО КОЛА ЗМІННОГО СТРУМУ. РЕЗОНАНС СТРУМІВ ТА НАПРУГ

Мета роботи - дослідження кола змінного струму з послідовними та паралельними з'єднаннями котушки індуктивності і конденсатора, а також дослідження явищ резонансу струмів та напруг.

3.1 Стислі теоретичні відомості

У колі змінного струму з послідовним з'єднанням котушки індуктивності і конденсатора може спостерігатися явище резонансу напруг. При резонансі напруг струм і напруга кола збігаються за фазою. Резонанс настає, коли реактивні опори котушки та конденсатора пов'язані таким співвідношенням: $X_L = X_C$. З цієї умови знаходимо кутову частоту, при якій у колі настає резонанс

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

При резонансі напруг повний опір кола має активний характер $Z=R$, а струм у ланцюзі досягає найбільшого значення. У момент резонансу напруги на реактивних опорах X_L і X_C можуть бути значно більші напруги живильної мережі.

У колі змінного струму з паралельним з'єднанням котушки індуктивності і конденсатора може спостерігатися явище резонансу струмів. Резонансом струмів називається такий режим роботи кола, при якому струм у нерозгалуженій частині кола збігається за фазою з напругою. Резонанс струмів настає, коли реактивна провідність паралельного з'єднання котушки індуктивності і конденсатора дорівнює нулю. Таким чином, при резонансі струмів повна провідність кола Y мінімальна, внаслідок чого струм I на вході кола буде мінімальним.

З умов резонансу випливає, що в момент резонансу реактивні струми у гілках I_{L0} і I_{C0} однакові та знаходяться у протифазі. Вони

цілком компенсують один одного, тобто коло у цілому має активний характер. При резонансі струм I_0 на вході кола може бути значно меншим, ніж струми у гілках, тому це явище одержало назву резонансу струмів.

Відношення I_{L0} або струму I_{C0} до струму в нерозгалуженій частині кола I_0 називається добротністю коливального контуру

$$\frac{I_{C0}}{I_{L0}} = Q.$$

3.2 Підготовка до роботи

1 Вивчити теоретичний матеріал з розрахунку кола змінного струму з послідовним та паралельним з'єднанням приймачів, використовуючи конспект лекцій і навчальну літературу.

2 За заданим значенням струму та напруги визначити такі параметри кола:

повний опір усього кола.....	$Z;$
активний опір кола.....	$R;$
ємнісний опір конденсатора.....	$X_C;$
індуктивний опір котушки.....	$X_L;$
реактивну потужність.....	$Q;$
повну потужність.....	$S;$
резонансну частоту.....	$\omega_0;$
повну провідність кола.....	$Y;$
активну провідність котушки.....	$g_k;$
індуктивну провідність котушки.....	$b_L;$
ємнісну провідність конденсатора.....	$b_C;$
активну складову струму кола.....	$I_a;$
індуктивну складову струму.....	$I_L;$
ємнісну складову струму.....	$I_C;$

3.3 Порядок виконання роботи:

- скласти схему кола згідно з рисунком 3.1;
- після перевірки викладачем підключити коло до джерела змінного струму з регульованою частотою;
 - змінюючи частоту джерела, зробити вимірювання струму, напруги й активної потужності кола;
 - результати вимірювань занести в таблицю 3.1;
 - зібрати схему кола за рисунком 3.2;
 - після перевірки викладачем підключити коло до джерела змінного струму з регульованою частотою
 - змінюючи частоту джерела, зробити вимірювання струму, напруги й активної потужності схеми;
 - результати вимірювань занести в таблицю 3.2.

Таблиця 3.1 – Результати вимірювань

f, Гц									
U_R , В									
U_L , В									
U_C , В									
I, А									

Таблиця 3.2 – Результати вимірювань

f, Гц									
U_R , В									
U_L , В									
I, А									

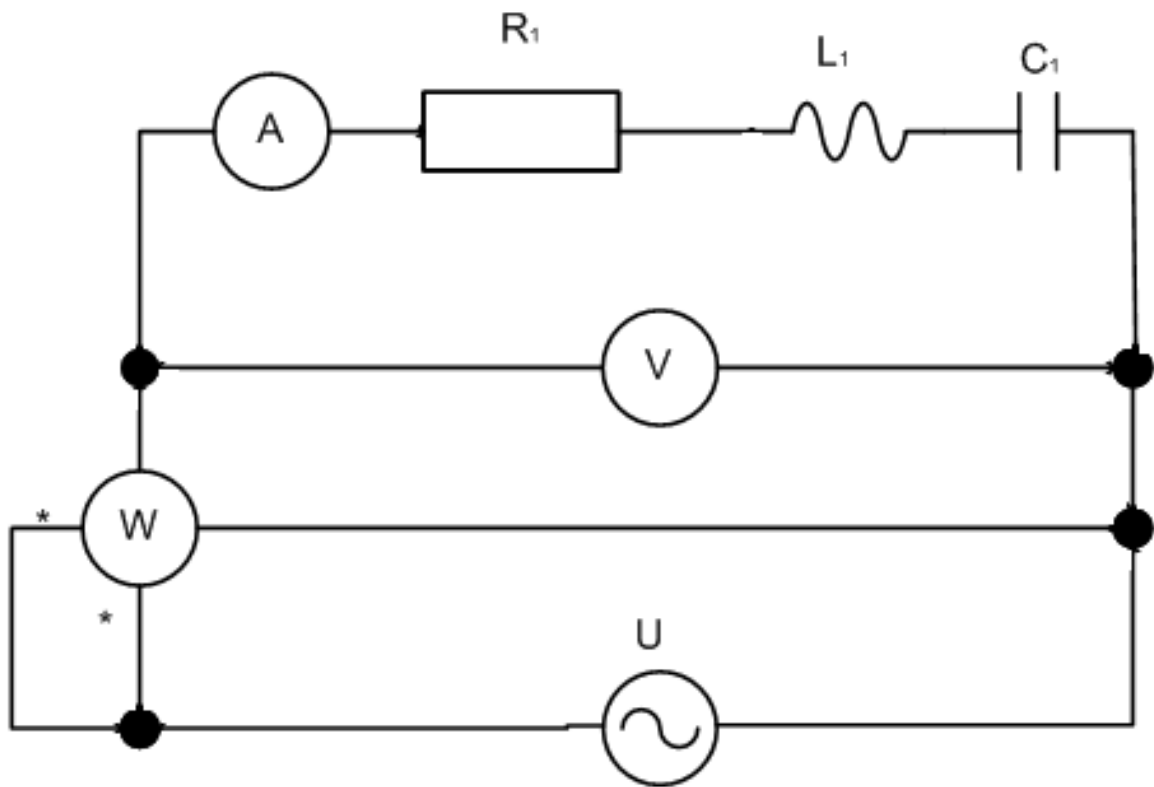


Рисунок 3.1 – Схема дослідження резонансу напруг

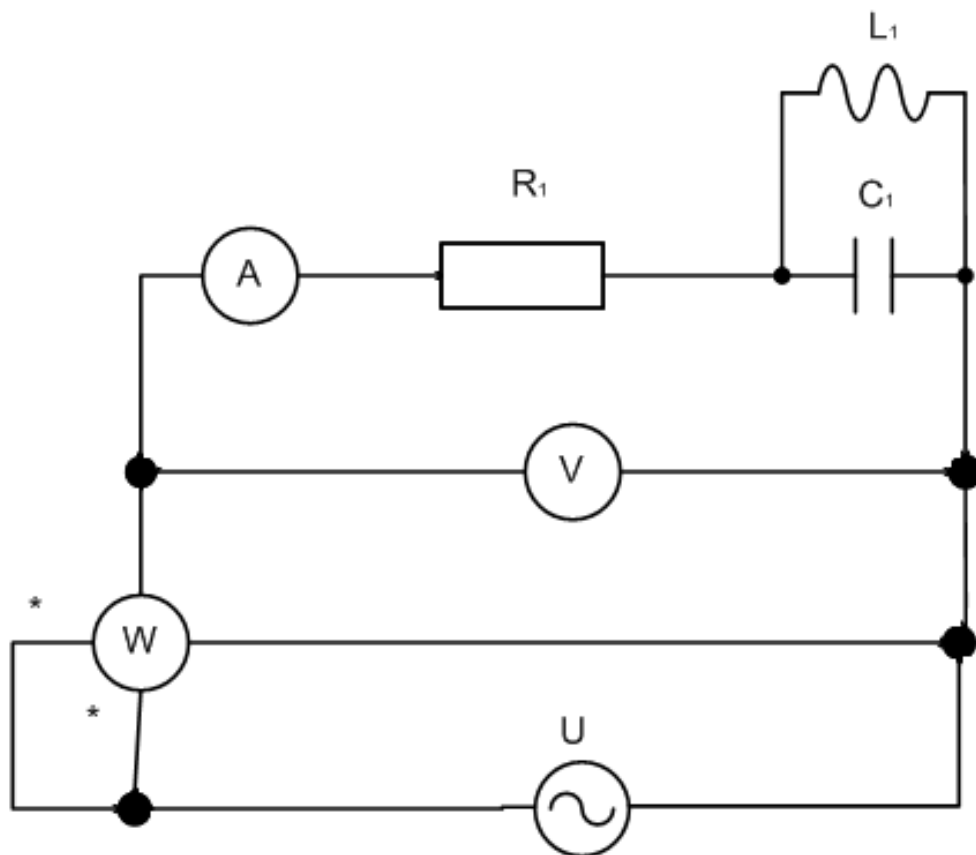


Рисунок 3.2 – Схема дослідження резонансу струмів

3.4 Аналіз отриманих результатів

На аркуші міліметрового паперу побудувати в масштабі залежності струму у колі від частоти. Пояснити характер отриманих кривих.

Побудувати в масштабі векторні діаграми напруг для трьох випадків:

- а) до настання резонансу;
- б) при резонансі напруг;
- в) після резонансу.

Контрольні запитання

- 1 Що розуміють під активним, індуктивним, ємнісним і повним опором кола змінного струму?
- 2 Які співвідношення між струмом і напругою на активному, індуктивному і ємнісному опорах?
- 3 Поясніть фізичний зміст активної, реактивної і повної потужності кола змінного струму.
- 4 У якому електричному колі можливий резонанс напруг і при якій умові?
- 5 Якими способами можна настроїти контур у резонанс?
- 6 Як можна знайти резонанс напруг у колі?
- 7 Чому напруга на реальній котушці індуктивності при резонансі не дорівнює напрузі на затискачах конденсатора?
- 8 У якому електричному колі може спостерігатися явище резонансу струмів і при якій умові?
- 9 Якими способами можна домогтися резонансу струмів?
- 10 Як визначити за показниками приладів момент резонансу струмів?
- 11 Чому і як прагнуть підвищити коефіцієнт потужності в електричних колах?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИФАЗНОГО КОЛА ПРИ З'ЄДНАННІ ПРИЙМАЧІВ ЕНЕРГІЇ ЗІРКОЮ

Мета роботи - дослідження симетричних і несиметричних режимів роботи трифазного кола при з'єднанні приймачів енергії зіркою. Особливості три - і чотирипровідного трифазного кола.

4.1 Стислі теоретичні відомості

Якщо знехтувати опорами лінійних і нейтральних проводів, то фазні напруги приймача дорівнюють фазним напругам генератора $U_a=U_A$; $U_b=U_B$; $U_c=U_C$. Тоді струми в кожній фазі приймача визначаються за допомогою закону Ома у символічній формі. При з'єднанні приймача зіркою фазні і лінійні струми рівні між собою. При симетричному навантаженні струми у фазах рівні і зсунуті на той самий кут по відношенню до відповідних фазних напруг. При симетричному навантаженні струм у нейтральному проводі дорівнює нулю і необхідність у цьому проводі відпадає. Трифазне коло без нейтрального проводу буде трипровідним. При з'єднанні зіркою симетричних (трифазних) джерел живлення фазні та лінійні напруги пов'язані таким співвідношенням:

$$U_{л} = \sqrt{3}U_{ф}.$$

Для визначення струмів при симетричному навантаженні досить визначити струм в одній з фаз, що входять у трифазне коло. У трипровідне коло при з'єднанні зіркою включаються тільки симетричні трифазні приймачі: електричні двигуни, електричні печі і т. ін.

При побудові векторних діаграм для трифазних кіл за вихідні приймаються вектори лінійних напруг U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} . Система цих напруг задається джерелом електричної енергії. Вона симетрична і на векторній діаграмі утворить рівносторонній трикутник ABC. Вектори фазних напруг U_A , U_B , U_C зображуються таким чином, щоб виконувалися векторні співвідношення

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B;$$

$$\dot{U}_{BC} = \dot{U}_B - \dot{U}_C;$$

$$\dot{U}_{CA} = \dot{U}_C - \dot{U}_A.$$

При цьому точка **N** знаходиться в центрі трикутника **ABC**. Вектори фазних струмів направляють під кутами, які формуються приймачем, до векторів відповідних фазних напруг.

При несиметричному навантаженні, завдяки нейтральному проводу, напруги на кожній з фаз приймача будуть незмінними і рівними відповідним фазним напругам джерела живлення як за величиною, так і за фазою. При цьому струми у фазах будуть різними і через нейтральний провід буде протікати відповідний струм. Отже, нейтральний провід забезпечує симетрію фазних напруг приймача при несиметричних приймачах. Тому в чотирипровідну мережу включають однофазні несиметричні приймачі (наприклад, лампи розжарювання) і режим роботи кожної фази приймача, що знаходиться під незмінною фазною напругою джерела живлення, не буде залежати від режиму роботи інших фаз. Очевидно, що струми в кожній з фаз можна визначити за формулами, що наводилися раніше.

У випадку обриву нейтрального проводу і при несиметричному навантаженні між нейтральними точками генератора і приймача виникає напруга зсуву нейтралі U_{nN} , що викликає перекіс фазних напруг на приймачах. Тому в нейтральний провід не вмикають ні плавкі запобіжники, ні рубильники, ні вимикачі. Для визначення U_{nN} , можна користуватися формулою вузлової напруги. Знаючи U_{nN} , можна визначити фазні напруги приймачів і розрахувати струми, які протікають через них.

Істотна асиметрія струмів у чотирипровідному трифазному колі виникає при обриві одного з лінійних проводів, при перегорянні запобіжника в ньому. Наприклад, при обриві лінійного проводу фази **A** струм $I_A = 0$ (лампи, включені в цю фазу, гаснуть). Струм у нейтральному проводі для цього випадку $I_N = I_B + I_C$.

4.2 Порядок виконання роботи:

- скласти електричну схему, як показано на рисунку 4.1, для дослідження трифазного кола при з'єднанні приймачів енергії за схемою "зірка";
- щоб уникнути короткого замикання в колі необхідно переконатися, що навантажувальний реостат R_A знаходиться в положенні "Введено";
- вимірювальні прилади (вольтметри й амперметри) варто вибрати, виходячи із заданого значення напруги мережі ($\sim 3 \times 36\text{В}$) і зазначених на навантажувальних реостатах їхніх номінальних даних;
- перевірити правильність складання електричної схеми і подати викладачу для перевірки;
- з дозволу викладача подати напругу на стенд і провести досліди несиметричного навантаження фаз з нейтральним проводом і без нього;
- при всіх перелічених дослідах виміряти струми у фазах і нульовому проводі, а також фазні і лінійні напруги на навантаженнях і напругу зсуву нейтралі;
- дані вимірювань занести в таблицю 4.1 і подати викладачу.

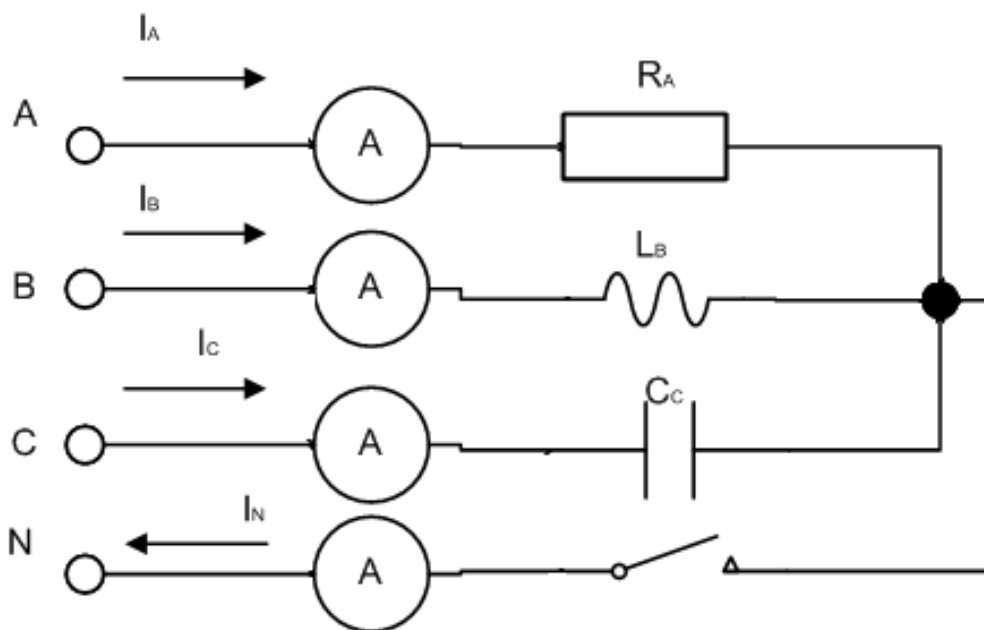


Рисунок 4.1 – Електрична схема для дослідів

Таблиця 4.1 – Експериментальні дані

Несиметричне	I_A	I_B	I_C	I_N	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{NN}
		A	A	A	A	B	B	B	B	B	B

навантаження											
З нульовим проводом											
Без нульового проводу											

4.3 Аналіз отриманих результатів і висновки

1 Побудувати векторну діаграму для випадку несиметричного навантаження фаз без нейтрального проводу, використовуючи дані вимірювань таблиці 4.1. При побудові векторної діаграми для випадку несиметричного навантаження фаз без нейтрального проводу положення нейтральної точки приймача (**точка n**) визначається за допомогою циркуля з розхілами, рівними в масштабі фазним напругам приймачів енергії, шляхом зарубок з вершин рівностороннього трикутника ABC, утвореного векторами лінійних напруг U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} .

2 За векторною діаграмою визначити графічно напругу зсуву нейтралі U_{NB} і порівняти його з експериментальним значенням (показаннями вольтметра).

3 Використовуючи дані вимірювань таблиці 4.1, побудувати в масштабі сполучені векторні діаграми струмів і напруг для всіх режимів і визначити за ними графічно струм у нейтральному проводі.

Контрольні запитання

1 Які електричні кола називаються трифазними?

- 2 Як з'єднати фази струмоприймачів за схемою "зірка"?
- 3 Які напруги називаються фазними і які лінійними?
- 4 Як вони вимірюються?
- 5 Які співвідношення між лінійними і фазними струмами і напругами для симетричної трифазної системи при з'єднанні навантаження за схемою "зірка"?
- 6 Яке буде співвідношення між лінійною і фазною напругами у випадку, коли одна фаза включена неправильно (переплутані початок і кінець цієї фази)?
- 7 Пояснити, яке навантаження фаз вважається рівномірним, однорідним.
- 8 Призначення нейтрального проводу.
- 9 Як визначається графічно й аналітично величина струму в нейтральному проводі?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛ З
НЕЛІНІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Мета роботи - дослідити нерозгалужене та розгалужене коло з нелінійними елементами, зробити перевірку графоаналітичного методу розрахунку подібних кіл.

5.1 Стислі теоретичні відомості

Прикладами нелінійних елементів є напівпровідникові прилади, котушки з металевим осердям, лампи розжарювання та інші. Характерною особливістю розрахунку таких кіл є те, що закони Ома та Кірхгофа працюють тільки для окремих їхніх режимів роботи. Тому для розрахунку подібних кіл використовується графоаналітичний метод, який полягає у побудові вольт-амперних характеристик нелінійних елементів з розрахунком режимів роботи схеми у конкретних їхніх точках.

5.2 Порядок виконання роботи:

- скласти електричне коло постійного струму згідно з рисунком 5.1 з лампами розжарювання 15 Вт та 40 Вт, потім послідовне та рівнобіжне включення вказаних нелінійних елементів;
- регулюючи вихідну напругу джерела живлення, зняти вольт-амперні характеристики ламп розжарювання 15 Вт та 40 Вт, потім послідовного та рівнобіжного включення вказаних нелінійних елементів. Результати дослідів занести до таблиці 5.1;
- на підставі дослідних даних побудувати вольт-амперні характеристики ламп розжарювання 15 Вт та 40 Вт, послідовного та рівнобіжного включення вказаних нелінійних елементів;
- виконати порівняння графіків та зробити висновки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Электротехника /Под ред. В.Г. Герасимова. - М.: Высшая школа, 1985.
- 2 Волынский Б.А., Зайн Е.Н. Электротехника. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
- 3 Общая электротехника /Под ред. А.Т. Блажжина. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
- 4 Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. - М.: Энергоатомиздат, 1983.

