

**ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ**

**Кафедра «Електротехніка та електричні машини»**

## **ЗАВДАННЯ**

**на контрольні роботи 1 та 2  
з методичними вказівками до їх виконання  
з дисципліни**

***“ЕЛЕКТРОТЕХНІКА”***

**для студентів спеціальності  
“Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного  
транспорту (Локомотиви)”  
заочної форми навчання**

**Харків 2010**

Завдання та методичні вказівки розглянуто і  
рекомендовано до друку на засіданні кафедри

“Електротехніка та електричні машини” 28 січня 2009 р.,  
протокол № 7.

Укладачі:

доценти А.А.Прилипко,  
С.М. Тихонравов,  
асист. О.Є. Зінченко

Рецензент

доц. В.В. Пилипенко

ЗАВДАННЯ  
на контрольні роботи 1 та 2  
з методичними вказівками до їх виконання  
з дисципліни  
**“ЕЛЕКТРОТЕХНІКА”**  
для студентів спеціальності  
“Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту  
(Локомотиви)”  
заочної форми навчання

Відповідальний за випуск Прилипко А.А.

Редактор Решетилова В.В.

---

Підписано до друку 18.02.09 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,5 Обл.-вид.арк. 1,75.

Замовлення № Тираж 150 Ціна

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,  
61050, Харків - 50, майдан Фейєрбаха, 7

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Кафедра електротехніки та електричних машин

**ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ № 1 та № 2**

**з методичними вказівками до їх виконання  
з дисципліни  
“Електротехніка”  
для студентів спеціальності  
“Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного  
транспорту:  
локомотиви”  
заочної форми навчання**

**Харків 2008**

Методичні вказівки розглянуті та рекомендовані до друку на засіданні кафедри “Електротехніка та електричні машини” 26 квітня 2000р., протокол № 9.

Укладачі:

доц. А.А.Прилипко,  
доц. С.М. Тихонравов,  
ас. О.Є. Зінченко

Рецензент:  
доц. В.В. Пилипенко

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ .....	4
ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ 1 .....	6
ЗАДАЧА 1	
Розрахунок розгалуженого лінійного електричного кола постійного струму з одним джерелом електричної енергії .....	6
ЗАДАЧА 2	
Розрахунок розгалуженого лінійного кола постійного струму з декількома джерелами електричної енергії	7
ЗАДАЧА 3	
Розрахунок однофазного кола синусоїдального струму .....	10
ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ 2 .....	14
ЗАДАЧА 1	
Розрахунок трифазного кола з приймачами, з'єднаними "зіркою" .....	14
ЗАДАЧА 2	
Розрахунок трифазного кола з приймачами з'єднаними "трикутником" .....	16
ЗАДАЧА 3	
Методи і похибки електричних вимірювань .....	20
Список літератури .....	23
ДОДАТОК А .....	24

## **ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

Основним видом навчальної роботи студента-заочника над дисципліною "Електротехніка і електричні вимірювання" є самостійна робота з навчальною літературою. Ця робота починається з вивчення теорії за підручником. Після вивчення теорії з даної теми варто проаналізувати розв'язання задач, які наведені в рекомендованих підручниках і задачниках, і декілька задач розв'язати самостійно. Розв'язання задач допомагає кращому розумінню досліджуваних питань і закріпленню в пам'яті основних положень і співвідношень. Потім слід приступити до виконання контрольної роботи.

Виконання контрольної роботи є важливим етапом у самостійній роботі студента-заочника над курсом і повинно свідчити про те, що відповідні розділи курсу опрацьовані та достатньо глибоко осмислені.

Задачі мають 100 варіантів, які відрізняються один від одного схемами та числовими значеннями заданих величин. Варіант, що підлягає розв'язанню, визначається за двома останніми цифрами шифру студента: за передостанньою цифрою вибирається номер схеми, а за останньою – номер варіанта числових значень величин. Наприклад, шифру 99-Л-328 відповідає схема 2 і 8-й варіант числових значень (порядок вибору варіанта задачі 3 роботи 2 зазначений у поясненнях до роботи 2).

При виконанні контрольних робіт доцільно використовувати обчислювальну техніку.

### **Вимоги, які ставляться до оформлення контрольних робіт**

1 Кожна робота повинна виконуватися на аркушах формату А4, на титульному аркуші повинні бути зазначені:

прізвище, ім'я і по батькові студента, його шифр, номер контрольної роботи.

2 Писати слід на одній стороні аркуша.

3 Умова задачі повинна бути сформульована достатньо повно і чітко.

4 Основні положення розв'язання повинні мати пояснення. Розв'язання повинно ілюструватися схемами, кресленнями, векторними діаграмами і т.д. На електричних схемах повинні бути показані позитивні напрямки струмів.

5 Графічна частина роботи повинна бути виконана акуратно за допомогою креслярського інструмента із суворим дотриманням Держстандарту на умовні графічні позначення (додаток А). Графіки і діаграми повинні виконуватися з обов'язковим дотриманням масштабу на міліметровому папері. Масштаб слід вибирати так, щоб на 1 см припадало  $1 \cdot 10^n$ ,  $2 \cdot 10^n$  одиниць виміру фізичної величини, де  $n$  – ціле число. Градування осей повинно виконуватися, починаючи від нуля, рівномірно. Числові значення координат точок, за якими будуються криві, наводити не слід.

6 Слід дотримуватися такого порядку записів при обчисленнях: спочатку формула, потім – підстановка числових значень розмірів, що входять у формулу, без будь-яких перетворень, – результат із вказівкою одиниць виміру.

7 У ході розв'язання задач не слід змінювати один раз прийняті позитивні напрямки струмів і найменування вузлів. При розв'язанні однієї і тієї ж задачі різними методами одній і тій самій величині слід давати одне і те саме позначення.

8 Контрольна робота повинна містити перелік літератури, використаної при роботі над завданням, дату і підпис студента.

9 Контрольні роботи повинні бути подані на рецензування в порядку їхніх номерів. Дозволяється одночасне подання на рецензію кількох контрольних робіт.

10 Не зарахована контрольна робота повинна бути виправлена відповідно до зауважень і подана на повторну рецензію. Всі виправлення повинні бути виконані в тій же роботі. Вносити виправлення у відрецензований викладачем текст не дозволяється.

11 Контрольні роботи, виконані не за варіантом, а також оформлені неакуратно і написані нерозбірливо, не рецензуються.

12 З вимогами до оформлення контрольних робіт можна ознайомитись за [4].

## **ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ 1**

### **ЗАДАЧА 1**

**Розрахунок розгалуженого лінійного електричного кола постійного струму з одним джерелом електричної енергії**

Для електричного кола, зображеного на рисунку 1.1, визначити струми і скласти баланс потужностей. Значення опорів і напруги на затискачах кола наведені в таблиці 1.1.

Теоретичний матеріал та приклади розрахунку наведені у: [1, §1.8.1 ÷ 1.10.5; 2, §2.5 ÷ 2.7, 3.1 ÷ 3.3].

Таблиця 1.1 – Числові значення для задачі 1

Варі-ант	U, В	Опір, Ом					
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>
1	150	10	15	16	17	9	7
2	60	16	12	11	9	18	14
3	140	9	17	18	14	15	16
4	70	8	7	6	8	13	13
5	130	8	7	9	7	6	15
6	180	10	7	8	10	18	14
7	120	10	9	11	12	16	7
8	90	13	12	10	15	14	8
9	110	15	11	14	13	7	12
0	100	11	13	19	14	8	9



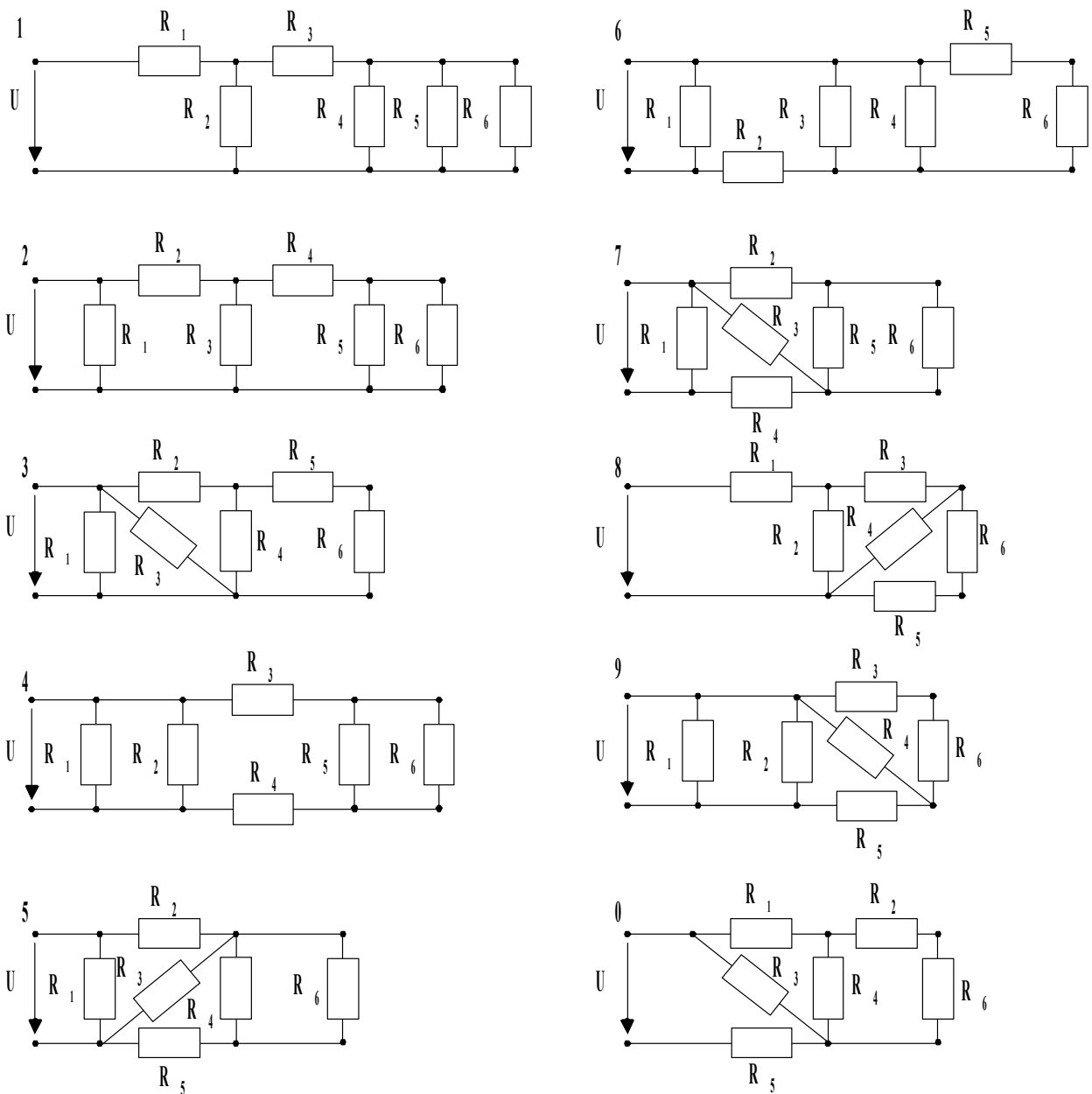


Рисунок 1.1

## ЗАДАЧА 2

**Розрахунок розгалуженого лінійного кола постійного струму з декількома джерелами електричної енергії**

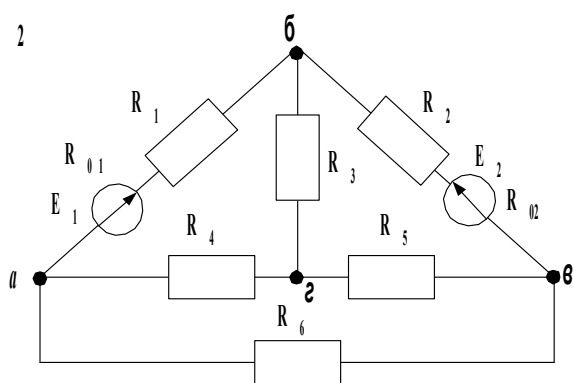
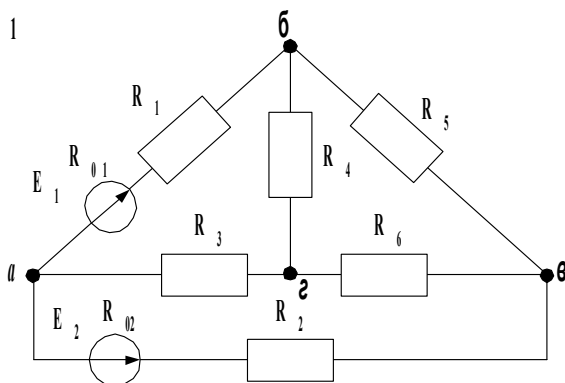
Для кола, зображеного на рисунку 1.2, виконати таке:

- 1) скласти систему рівнянь для визначення струмів у вітках методом безпосереднього застосування законів Кірхгофа. Розв'язувати цю систему рівнянь не слід;
- 2) визначити всі струми методом контурних струмів;
- 3) оцінити режим роботи активних елементів;
- 4) побудувати потенційну діаграму для контуру, що включає обидві ЕРС. Значення ЕРС джерел і опорів резисторів елементів наведені в таблиці 1.2.

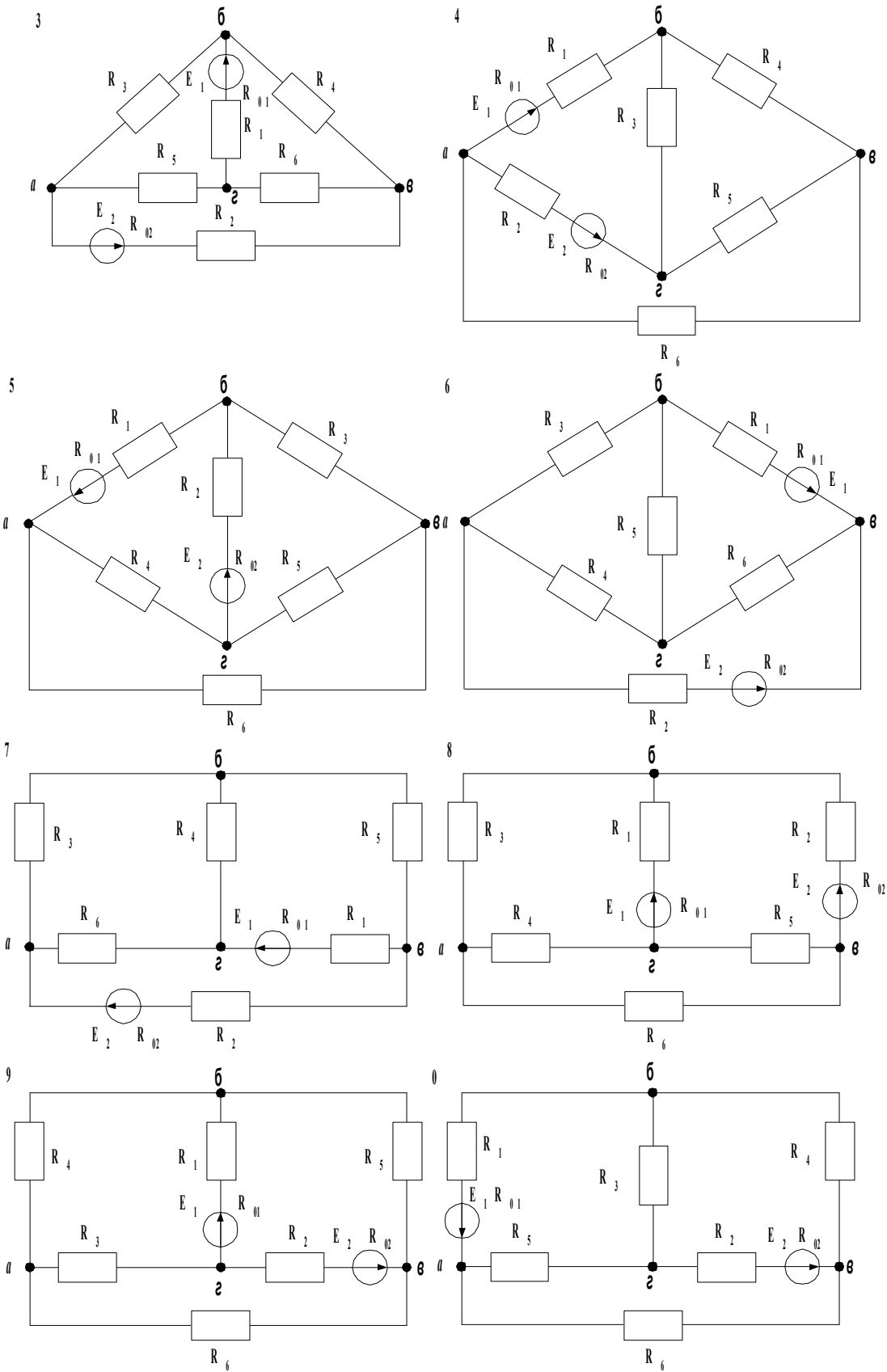
Таблиця 1.2

Величина	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$E_1, В$	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
$E_2, В$	300	190	180	170	160	150	140	80	70	60
$R_{01}, Ом$	2.5	2.4	2.8	2.6	1.2	2.7	2.6	2.8	2.4	2.7
$R_{02}, Ом$	0.3	0.8	0.4	0.6	0.6	0.4	1.2	1.0	0.8	0.6
$R_1, Ом$	5	6	7	8	4	3	2	1	3	4
$R_2, Ом$	2	1	3	5	6	4	5	4	2	1
$R_3, Ом$	10	15	20	25	30	35	30	25	20	15
$R_4, Ом$	18	16	21	14	19	26	27	17	23	18
$R_5, Ом$	20	24	30	26	28	22	15	16	21	17
$R_6, Ом$	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23

Теоретичний матеріал та приклади розрахунку наведені у: [1, §1.12; 2, §3.6].



# Рисунок 1.2, аркуш 1



## Рисунок 1.2, аркуш 2

### Методичні вказівки

1 При складанні балансу потужностей у лівій частині рівності записується алгебраїчна сума потужностей, що розвиваються активними елементами  $\sum_{k=1}^n E_k I_k$ , доданки  $E_k I_k$  (у літерних позначеннях) слід брати із знаком “плюс”, якщо напрямок дії ЕРС і позитивний напрямок струму, що проходить по активному елементі, збігаються. У правій частині рівності записується сума потужностей, що розсіюються на всіх резистивних елементах (у тому числі і на внутрішніх опорах джерела електричної енергії) кола  $\sum_{k=1}^n R_k I_k$ .

2 На потенційній діаграмі необхідно показати ЕРС і падіння напруг на внутрішніх опорах активних елементів, для чого активні елементи треба уявити їхньою послідовною схемою заміщення (схемою з джерелом ЕРС).

### ЗАДАЧА 3

#### Розрахунок однофазного кола синусоїдального струму

Для кола синусоїдального струму (рисунок 1.3) задані параметри ввімкнених в нього елементів і діюче значення напруги на його затискачах (таблиця 1.3); частота живильної напруги  $f = 50$  Гц.

Необхідно:

- 1) визначити діюче значення струмів у вітках і в нерозгалуженій частині кола комплексним методом;
- 2) записати вирази для миттєвих значень струмів у вітках;
- 3) побудувати векторну діаграму;
- 4) скласти баланс потужностей.

Таблиця 1.3

Варі-ант	U, В	R <sub>1</sub> , Ом	L <sub>1</sub> , мГн	C <sub>1</sub> , мкФ	R <sub>2</sub> , Ом	L <sub>2</sub> , мГн	C <sub>2</sub> , мкФ	R <sub>3</sub> , Ом	L <sub>3</sub> , мГн	C <sub>3</sub> , мкФ
1	380	2	15	500	3	18	800	7	10	350
2	220	3	18	400	4	14	850	8	12	400
3	127	4	20	600	7	20	900	9	14	450
4	380	5	24	700	5	26	1000	10	16	500
5	220	6	22	900	3	15	950	9	18	550
6	127	7	16	1000	8	16	750	4	20	600
7	220	8	17	800	6	10	600	5	22	650
8	380	9	15	650	4	12	650	6	24	700
9	220	7	25	450	3	30	400	7	26	750
0	127	6	26	550	5	36	500	8	28	800

Теоретичний матеріал і приклади розрахунку наведені в [1, §2. 1 ÷ 2. 11; 2, §5. 1 ÷ 5.11, 6.1].

### Методичні вказівки

1 Побудову векторної діаграми для кола з мішаним з'єднанням елементів доцільно вести в такій послідовності:

- побудувати в обраному масштабі вектор напруги на ділянці кола з паралельним з'єднанням елементів;

- у масштабі струмів побудувати вектори струмів у вітках;

- на базі першого закону Кірхгофа побудувати вектор струму нерозгалуженої частини кола;

- побудувати вектори напруг на елементах R, L, C, ввімкнених у нерозгалужену частину кола, і, склавши їх із вектором напруги на ділянці кола з рівнобіжним з'єднанням, одержати вектор напруги на затискачах кола.

На рисунку 1.4 наведений варіант векторної діаграми для кола, показаного на рисунку 1.3, варіант 1.



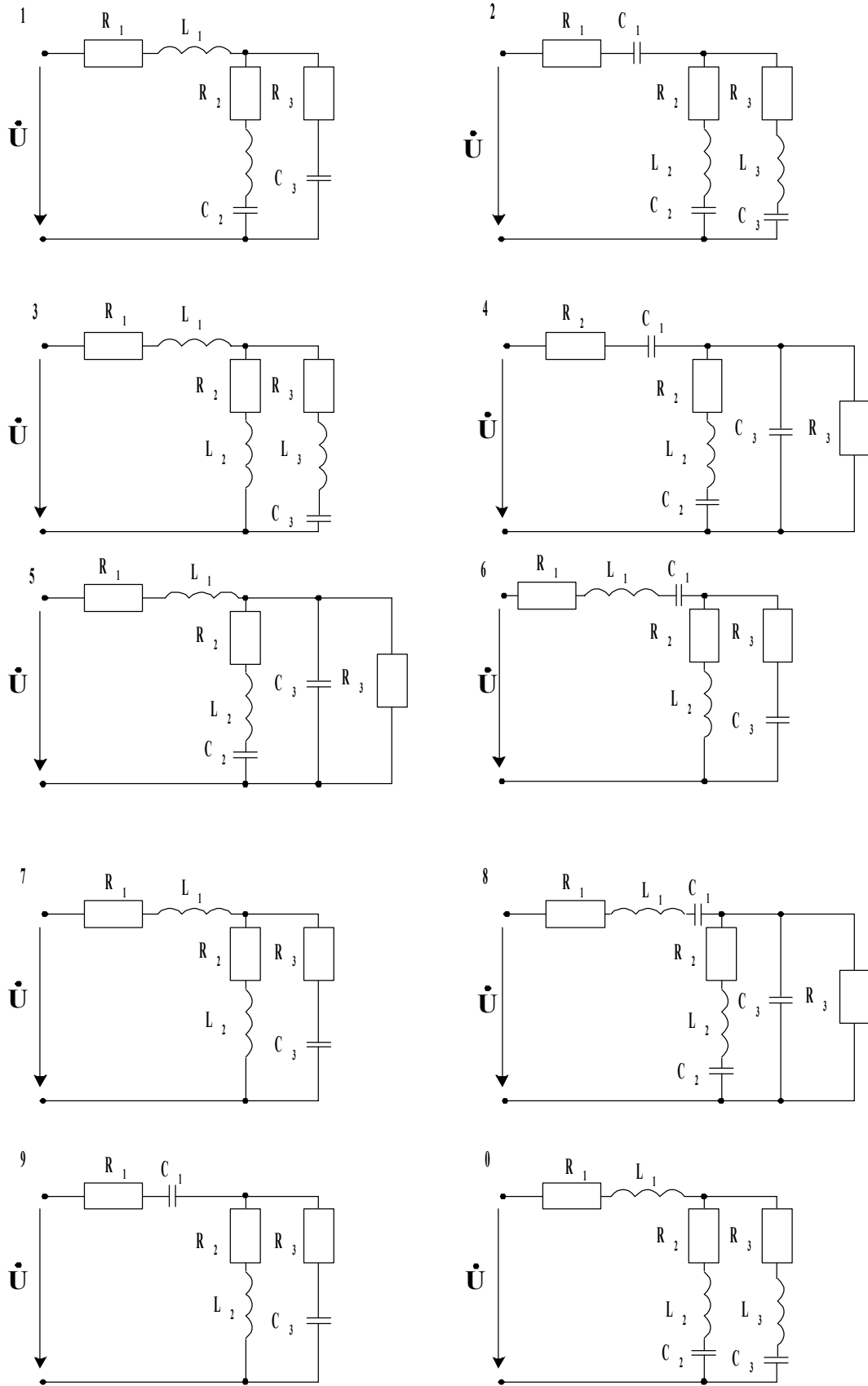


Рисунок 1.3

2 При складанні балансу потужностей у лівій частині рівняння записується комплексна потужність  $\tilde{S}$ , що віддається джерелом. У правій частині рівняння записується сума споживаних комплексних потужностей

$$\tilde{S} = \sum_{k=1}^n \tilde{S}_R = \sum_{k=1}^n \underline{Z}_R I_R^2,$$

де  $\underline{Z}_R$  – комплексний опір k-ї вітки;  
 $I_k$  – діюче значення струму k-ї вітки.

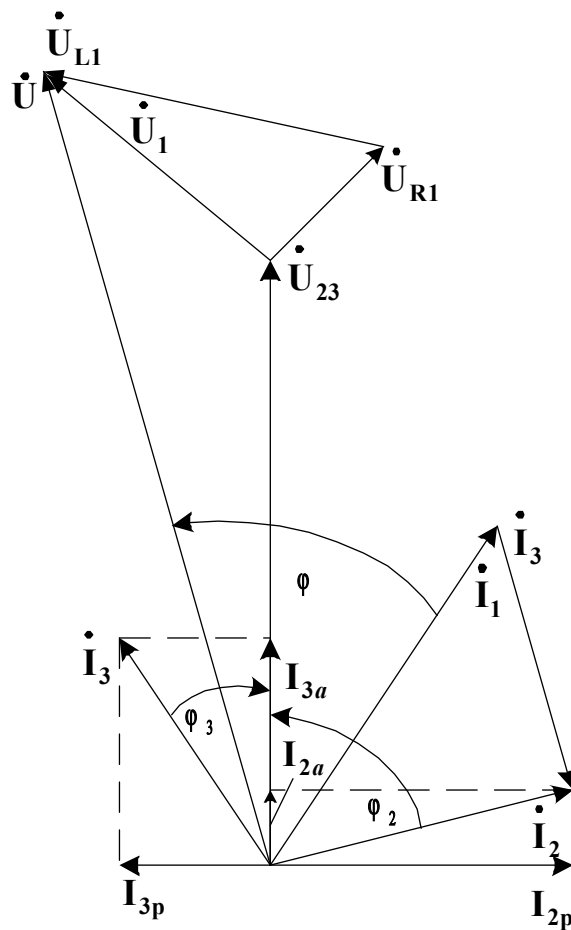


Рисунок 1.4



## ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ 2

### ЗАДАЧА 1

#### Розрахунок трифазного кола з приймачами, з'єднаними “зіркою”

До трифазного джерела з лінійною напругою  $U_L$  ввімкнено коло, зображене на рисунку 2.1. Значення лінійної напруги і параметри елементів кола наведені в таблиці 2.1.

Частота  $f = 50$  Гц.

Опір лінійних і нейтрального проводів нехтовно малі.

Необхідно визначити струми в лінійних і нейтральному проводах, а також активну, реактивну і повну потужності, споживані колом, у таких режимах:

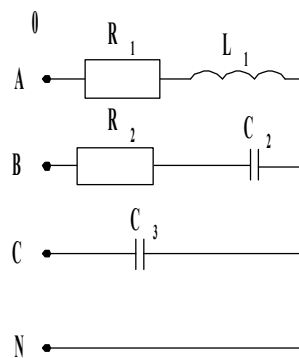
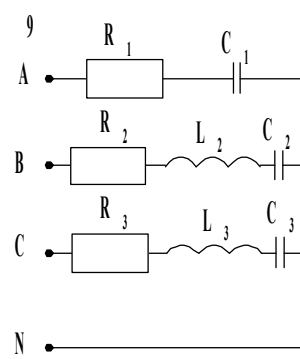
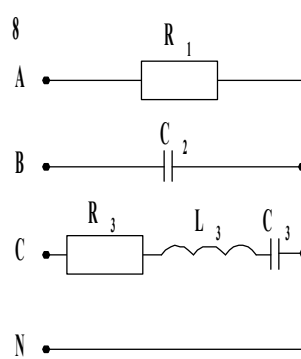
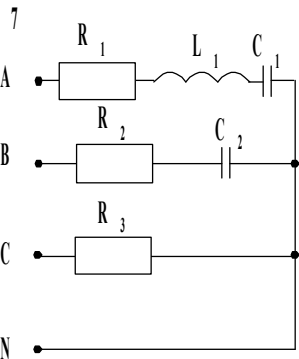
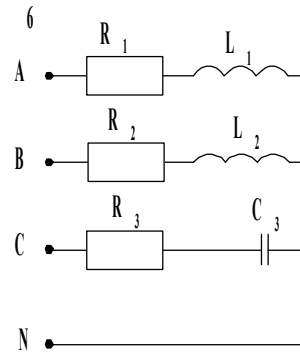
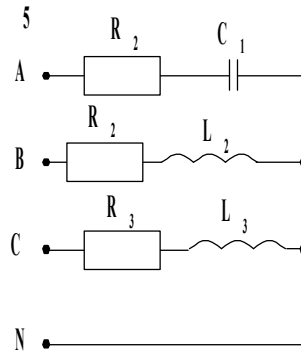
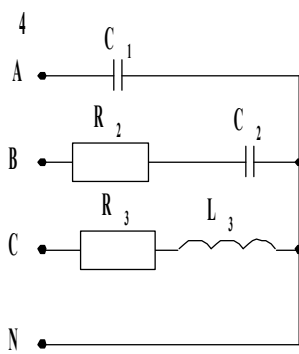
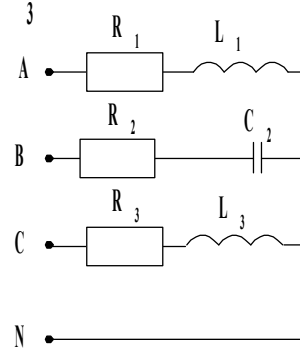
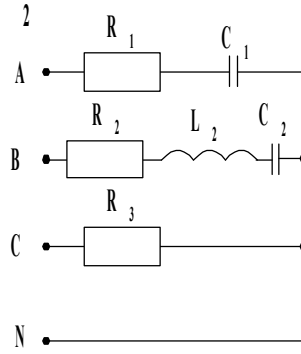
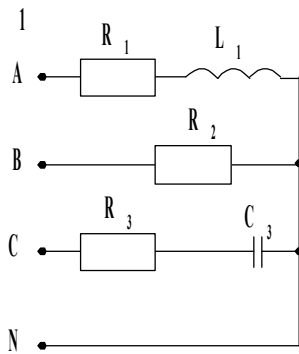
- трифазному, при симетричній системі напруг;
- при обриві однієї фази (див. таблицю 2.1);
- при обриві нейтрального проводу і короткого замикання однієї фази (див. таблицю 2.1).

Для усіх випадків побудувати топографічні діаграми напруг і на них показати вектори струмів.

Таблиця 2.1

Варі-ант	U, В	R <sub>1</sub> , Ом	L <sub>1</sub> , мГн	C <sub>1</sub> , мкФ	R <sub>2</sub> , Ом	L <sub>2</sub> , мГн	C <sub>2</sub> , мкФ	R <sub>3</sub> , Ом	L <sub>3</sub> , мГн	C <sub>3</sub> , мкФ	Обір-ваний провід	К.З. фази
1	380	8	136	250	15	24	520	26	30	500	С	В
2	220	10	30	550	10	12	480	24	34	450	В	С
3	380	12	40	300	18	41	390	22	32	400	А	А
4	380	6	20	360	23	32	450	20	28	380	А	В
5	220	4	10	540	17	25	380	18	26	480	В	С
6	220	11	25	380	21	10	500	16	36	420	С	А
7	380	9	32	420	28	20	460	14	38	460	С	А
8	220	7	41	280	19	40	350	17	25	380	В	С
9	20	5	12	320	27	30	400	19	27	470	А	В
0	380	8	24	560	16	25	500	21	32	520	В	А

Теоретичний матеріал і приклади розрахунку наведені у [1, §3. 1 ÷ 3. 5; 2, §7. 1 ÷ 7.6].



## Рисунок 2.1

### ЗАДАЧА 2

#### Розрахунок трифазного кола з приймачами з'єднаними “трикутником”

До трифазного джерела з лінійною напругою  $U_L$  ввімкнено коло, зображене на рисунку 2.2. Значення лінійної напруги  $U_L$ , активних  $R$ , індуктивних  $X_L$  і ємнісних  $X_C$  опорів приймачів наведені в таблиці 2.2. Опори лінійних проводів нехтовно малі.

Необхідно визначити фазні і лінійні струми, а також активну, реактивну і повну потужність, споживані колом.

Побудувати топографічну діаграму напруг і на ній показати вектори струмів.

Таблиця 2.2

Варі-ант	$U_L, В$	Опір, Ом								
		$R_1$	$X_{L1}$	$X_{C1}$	$R_2$	$X_{L2}$	$X_{C2}$	$R_3$	$X_{L3}$	$X_{C3}$
1	220	7	4	4	7	4	3	10	4	7
2	380	8	9	7	9	3	8	6	7	9
3	380	5	11	10	10	9	5	9	10	4
4	220	6	3	6	3	10	7	7	10	3
5	220	4	7	4	7	6	10	5	7	6
6	380	9	6	5	6	4	5	8	5	5
7	220	10	8	7	8	5	9	3	8	8
8	380	3	5	8	9	7	4	10	3	2
9	220	5	4	3	4	6	6	6	4	7
0	380	8	6	9	3	11	10	7	9	9

Теоретичний матеріал і приклади розрахунку наведені у [1, §3.1 ÷ 3.5; 2, §7.1 ÷ 7.6].

### Методичні вказівки до задач 1 і 2

Якщо приймачі з'єднані “зіркою”, а опори лінійних і нейтральних проводів нехтовно малі, то напруги на фазах приймача дорівнюють відповідним напругам джерела:

$$\dot{U}_a = \dot{U}_A; \quad \dot{U}_b = \dot{U}_B; \quad \dot{U}_c = \dot{U}_C.$$

Зсув нейтралі відсутній. Нейтраль приймача **n** збігається з нейтраллю джерела **N**. Розрахунок струмів ведеться за законом Ома:

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_a}{\underline{Z}_a}; \quad \dot{I}_B = \frac{\dot{U}_b}{\underline{Z}_b}; \quad \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_c}{\underline{Z}_c}.$$

Струм у нейтральному проводі визначається за першим законом Кірхгофа:

$$\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C.$$

Топографічна діаграма напруг будується таким чином. Обравши масштаб напруг  $m_u$ , будують рівнобічний трикутник лінійних напруг:  $\dot{U}_{AB}, \dot{U}_{BC}, \dot{U}_{CA}$ . Перетинання бісектрис кутів трикутника визначає положення (потенціал) нейтралі джерела **N**, (приймача **n**). Вектори фазних напруг  $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$  одержують, з'єднавши точку **N** з вершинами **A, B, C**. Топографічна діаграма напруг побудована. Потім, задавшись масштабом  $m$ , будують вектори струмів. Звичайно, початки векторів струмів з'єднують із точкою **n** (нейтраллю приймача).

На рисунку 2.3,б показаний варіант векторної діаграми для трифазного кола з приймачами, з'єднаними “зіркою” (рисунок 2.3,а), при нехтовно малих опорах лінійних і нейтрального проводів. Векторна діаграма побудована для випадку, коли у фазі **a** приймач має індуктивний характер ( $\varphi_a > 0$ ), у фазі **b** – ємнісний ( $\varphi_b < 0$ ), а у фазі **c** – суто активний ( $\varphi_c = 0$ ).

Якщо приймач з'єднаний “трикутником”, то при нехтовно малих опорах лінійних проводів напруги на фазах

приймача дорівнюють лінійним напругам джерела:  
 $\dot{U}_{ab} = \dot{U}_{AB}; \dot{U}_{bc} = \dot{U}_{BC}$  и  $\dot{U}_{ca} = \dot{U}_{CA}$ .

Фазні струми  $\dot{I}_{ab}, \dot{I}_{bc}$  и  $\dot{I}_{ca}$  визначаються за законом Ома,  
лінійні струми – за першим законом Кірхгофа.

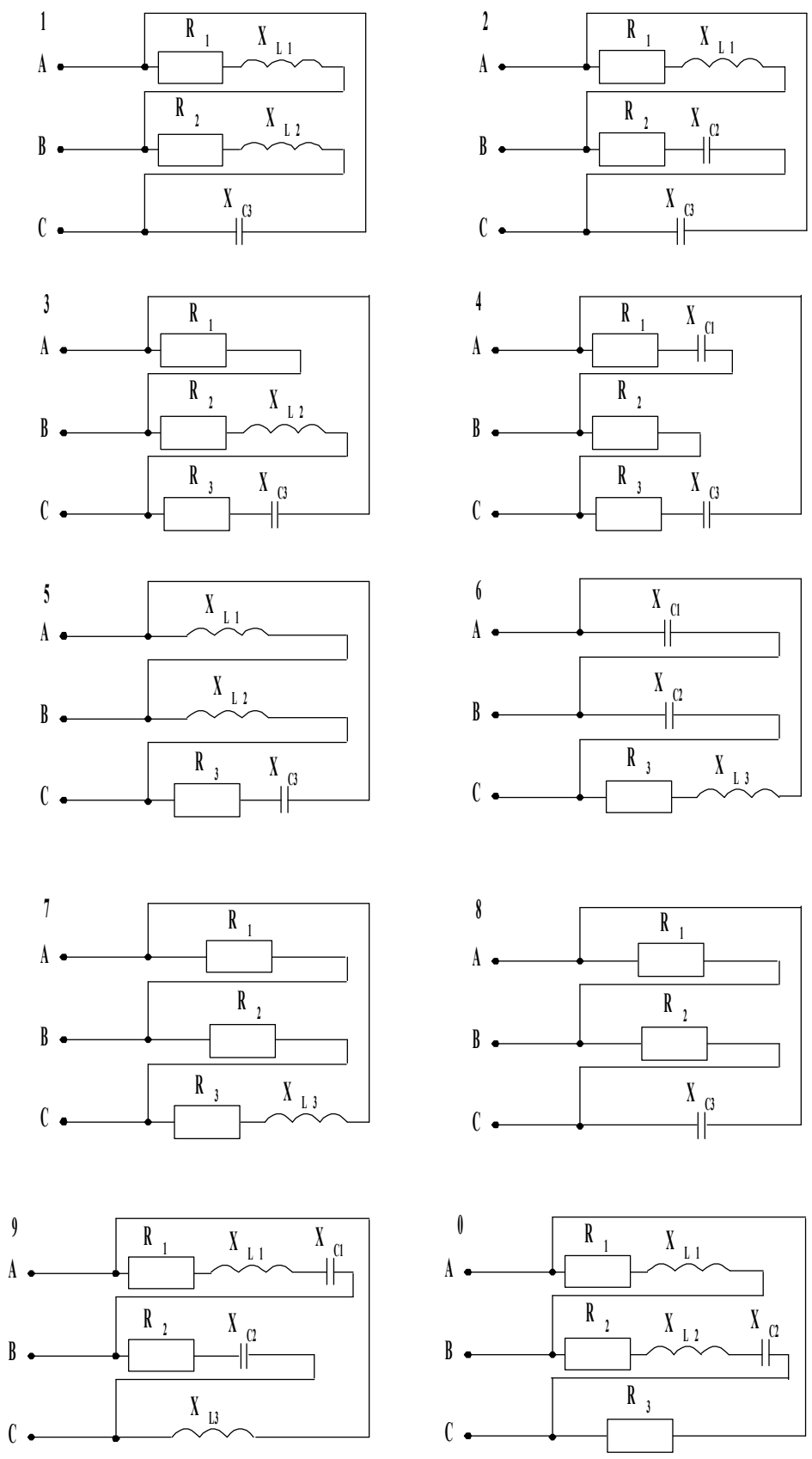


Рисунок 2.2

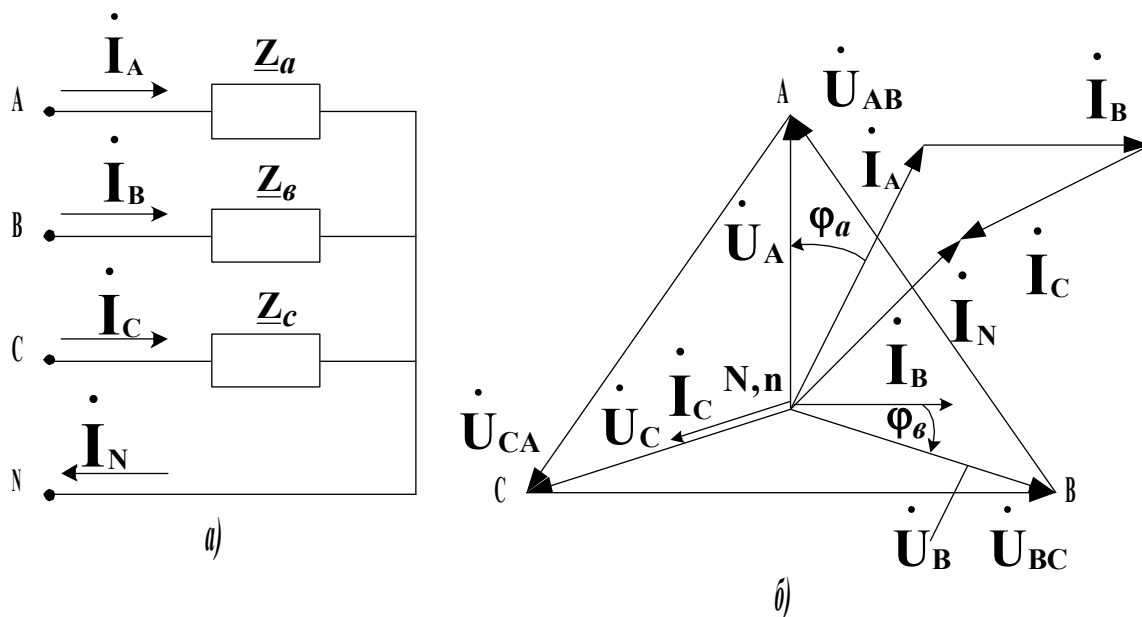


Рисунок 2.3

Побудову векторної діаграми починають із побудови трикутника лінійних напруг (це – топографічна діаграма напруг). Потім будують вектори фазних струмів. Вектори лінійних струмів будують на підставі першого закону Кірхгофа:

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca}; \dot{I}_B = \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab}; \dot{I}_C = \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc}.$$

На рисунку 2.4,б показаний варіант векторної діаграми для кола, зображеного на рисунку 2.4,а. Векторна діаграма побудована для випадку, коли у фазі **ав** приймач має суто активний характер ( $\varphi_{ae} = 0$ ), у фазі **вс** – ємнісний ( $\varphi_{ec} < 0$ ), а у фазі **са** – індуктивний ( $\varphi_{ca} > 0$ ).

Рисунок 2.4

### **ЗАДАЧА 3**

**Методи і похибки електричних вимірювань**

#### **Завдання**

Для визначення параметрів індуктивної котушки використано метод амперметра – вольтметра - ватметра.



До котушки була підведена напруга частотою 50 Гц. Повне число поділок шкал вольтметра, амперметра і ватметра відповідно дорівнює: 150, 100, 150. Межі вимірювань (нормовані значення шкали) ватметра за струмом  $I_{NW}$  і за напругою  $U_{NW}$ , амперметра  $I_{NA}$ , вольтметра  $U_{NV}$ , класи точності приладів  $K_A$ ,  $K_V$ ,  $K_W$  і числа поділок, на які відхилились їхні стрілки,  $a_A$ ,  $a_V$ ,  $a_W$ , задані в таблиці 2.3 і вибираються відповідно до шифру.

Варіант, що підлягає розв'язанню, визначається за двома останніми цифрами шифру студента. В таблиці 2.3 вихідні дані розподілені на дві групи: А і Б. Номер варіанта групи А береться за передостанньою цифрою, а групи Б – за останньою цифрою шифру.

Таблиця 2.3

Група	Найменування	Варіант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А	$U_{NV}, U_{NW}, B$	30	75	150	300	450	600	150	300	450	600
	$a_V$	150	145	140	130	105	90	115	110	105	95
	$a_A$	95	85	90	80	85	75	80	70	85	60
	$a_W$	115	105	110	85	70	55	40	50	35	30
Б	$I_{NA}, I_{NW}, A$	5	10	2,5	5	10	2,5	5	10	2,5	5
	$K_V, K_A$	1,0	1,5	2,0	2,5	2,0	1,0	1,5	2,5	2,0	1,0
	$K_W$	0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5	0,5

Необхідно:

- а) намалювати схему кола;
- б) визначити ціни поділок приладів, показання приладів і відносну похибку кожного вимірювання;
- в) записати результат вимірювань з урахуванням відносної похибки вимірювань (впливом опорів вимірювальних приладів знехтувати);
- г) розрахувати значення активного й індуктивного опорів і коефіцієнта потужності  $\cos \phi$  котушки;
- д) визначити відносні похибки вимірювання цих параметрів і записати значення параметрів котушки з урахуванням цих похибок.

## Методичні вказівки

Розрахункове значення активного опору котушки  $R'=P/I^2$ , при цьому похибка непрямого вимірювання опору  $\delta_R=\delta_P-2\delta_I$ . Дійсне значення активного опору

$$R=R'(1 \pm \delta_R),$$

де  $\delta_P$ ,  $\delta_I$ ,  $\delta_R$ , - відносні похибки вимірювання відповідно потужності, струму і активного опору. Причому

$$\delta_I = \frac{K_A * I_{NA}}{100 a_A C_I}, \quad \delta_P = \frac{K_W U_{NW} I_{NW}}{100 a_W C_W},$$

де  $C_I$  - ціна поділки амперметра;  
 $C_W$  - ціна поділки ватметра.

Оскільки повний опір котушки визначається з виразу  $Z=U/I$ , а реактивний опір  $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$ , то відносні похибки вимірювання параметрів дорівнюють:  $\delta_Z = \delta_U + \delta_I$ ,

$$\delta_X = \frac{1}{2}(2\delta_Z + 2\delta_R) = \delta_Z + \delta_R.$$

Похибка непрямого вимірювання коефіцієнта потужності

$$\delta_{\cos \varphi} = \delta_P + \delta_U + \delta_I,$$

де  $\delta_U = \frac{\Delta U}{U} = \frac{K_V U_{NV}}{100 a_V C_V}$  - відносна похибка вимірювання напруги.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### **Основна**

1 Волынский Б.А., Зейн Е.Н., Шатерников В.Е. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1987.

2 Электротехника /Под ред. проф. В.С. Пантюшина. – М.: Высшая школа, 1976.

3 Электротехника /Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1985.

4 Коновалов Є.В., Козар Л.М. Студентська навчальна звітність. – Харків: УкрДАЗТ, 2005.

### **Додаткова**

5 Сборник задач по электротехнике и основам электроники /Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1987.

6 Борисов Ю.М. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

7 Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. – М.: Высшая школа, 2000.





