

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра «Електротехніка та електричні машини»

ЗАВДАННЯ

на контрольні роботи 1 і 2

**з методичними вказівками до їх виконання
з дисципліни**

«ЕЛЕКТРОТЕХНІКА»

**для студентів спеціальності «Вагони»
та з дисципліни**

***«ЕЛЕКТРОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ»***

**для студентів спеціальності «Теплоенергетика»
заочної форми навчання**

Харків – 2012

Завдання та методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Електротехніка та електричні машини” 23 лютого 2011р., протокол № 9.

Укладачі:

доценти А.А. Прилипко,
О.М. Ананьєва

Рецензент

доц. С.В. Кошевий

ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ 1 І 2
З МЕТОДИЧНИМИ ВКАЗІВКАМИ
ДО ЇХ ВИКОНАННЯ
з дисципліни «Електротехніка»

для студентів спеціальності «Вагони»
та з дисципліни «Електротехніка, електроніка та електропостачання»
для студентів спеціальності «Теплоенергетика»
заочної форми навчання

Відповідальний за випуск Прилипко А.А.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 23.03.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,5. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ.....	4
1 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ 1.....	5
1.1 ЗАДАЧА 1. РОЗРАХУНОК ЛІНІЙНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ОДНИМ ДЖЕРЕЛОМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	5
1.2. ЗАДАЧА 2. РОЗРАХУНОК РОЗГАЛУЖЕНОГО ЛІНІЙНОГО КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З КІЛЬКОМА ДЖЕРЕЛАМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	7
1.3. ЗАДАЧА 3. РОЗРАХУНОК РОЗГАЛУЖЕНОГО ЛІНІЙНОГО КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З КІЛЬКОМА ДЖЕРЕЛАМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	9
1.3.1 Завдання.....	9
1.3.2 Методичні вказівки.....	9
2 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ 2.....	11
2.1 ЗАДАЧА 1. ЗАКОН ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ІНДУКЦІЇ..	11
2.1.1 Завдання.....	11
2.1.2 Методичні вказівки.....	12
2.2 ЗАДАЧА 2. РОЗРАХУНОК НЕРОЗГАЛУЖЕНОГО КОЛА СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ.....	15
2.3 ЗАДАЧА 3. РОЗРАХУНОК РОЗГАЛУЖЕНОГО КОЛА ОДНОФАЗНОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ З ОДНИМ ДЖЕРЕЛОМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	17
2.3.1 Завдання	17
2.3.2 Методичні вказівки	20
2.4 ЗАДАЧА 4. РОЗРАХУНОК ТРИФАЗНОГО КОЛА.....	20
2.4.1 Завдання	20
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	23
ДОДАТОК А.....	24
ДОДАТОК Б.....	26
ДОДАТОК В.....	27

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Основним видом навчальної роботи студента-заочника над дисципліною є самостійна робота з навчальною літературою. Ця робота починається з вивчення теорії за підручником. Після вивчення теорії з даної теми слід розібрати виконання задач, наведених у рекомендованих підручниках і задачниках, і декілька задач розв'язати самостійно. Розв'язання задач допомагає кращому розумінню питань, що вивчаються, і закріпленню в пам'яті основних положень і співвідношень. Потім слід приступити до виконання контрольної роботи.

Виконання контрольної роботи є важливим етапом в самостійній роботі студента-заочника над дисципліною і має свідчити про те, що відповідні розділи дисципліни опрацьовані і достатньо глибоко осмислені.

Задачі мають 100 варіантів, що відрізняються один від одного схемами та числовими значеннями заданих величин. Варіант, що підлягає виконанню, визначається за двома останніми цифрами шифру студента: за передостанньою цифрою вибирається номер схеми, а за останньою – номер варіанта числових значень величин. Наприклад, шифру 99-ПЦБ-137 відповідає схема 3 і 7-й варіант числових значень. Якщо порядок вибору варіанта інший, то це обговорюється в примітках до задачі. Оформлення контрольних робіт має відповідати вимогам методичних посібників [6] та [7], а також задовольняти нижче наведені правила.

1 Писати слід на одному боці аркуша.

2 Умова задачі має бути сформульована достатньо повно і чітко.

3 Основні положення виконання пояснюються. Розв'язання ілюструються схемами, кресленнями, векторними діаграмами і т. д. На електричних схемах показують позитивні напрями струмів.

4 Графічна частина роботи виконується акуратно за допомогою креслярського інструменту з суворим додержанням вимог [6,7] на умовні графічні позначення. Графіки і діаграми виконуються з обов'язковим додержанням масштабу на міліметровому папері. Масштаб слід вибрати так, щоб на 1 см припадало 1×10^n ; 2×10^n або 5×10^n одиниць вимірювання фізичної величини, де n – ціле число. Градування осей виконується, починаючи з нуля, рівномірно. Числові значення координат точок, за якими будуються криві, наводити не слід.

5 При обчисленнях має бути такий порядок записів: спочатку формула, потім підстановка числових значень величин, що входять у формулу, без будь-яких перетворень, потім – результат з вказанням одиниць вимірювання.

6 В ході розв'язання задачі не слід змінювати прийняті позитивні напрямки струмів і найменування вузлів. При розв'язанні однієї і тієї ж самої задачі різними методами одній і тій самій величині слід надавати одне й те саме позначення.

7 В кінці контрольної роботи розміщують перелік літератури, що використовувалась при роботі над завданням, дату і підпис студента.

8 Контрольні роботи подають на рецензування в порядку їх номерів. Дозволяється одночасне подання на рецензію декількох контрольних робіт.

9 Незарахована контрольна робота має бути виправлена відповідно до зауважень і подана на повторну рецензію. Усі виправлення виконують у тому ж самому зошиті після рецензії. Вносити виправлення у відрецenzований викладачем текст не дозволяється.

10 Контрольні роботи, виконані не за варіантом, а також оформлені неакуратно і підписані нерозбірливо, не рецензуються.

1 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ 1

1.1 ЗАДАЧА 1. Розрахунок лінійного електричного кола постійного струму з одним джерелом електричної енергії

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

Теоретичний матеріал і приклади розрахунку наведені в літературі, список якої подано в даній роботі.

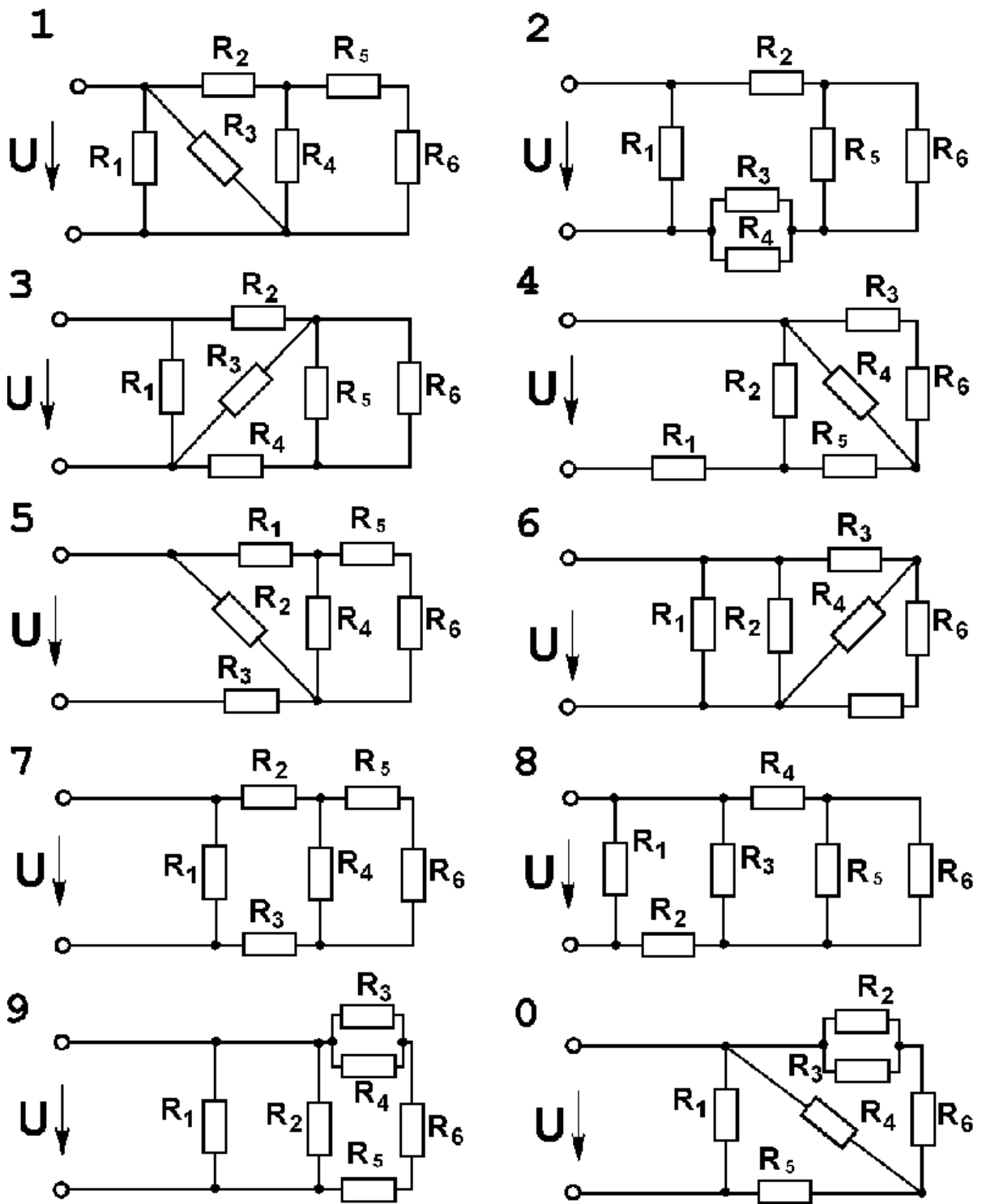


Рисунок 1.1

Таблиця 1.1

Варіант	U, В	Опори, Ом					
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
1	110	9	10	16	9	18	10
2	100	3	11	15	13	12	12
3	120	19	18	12	10	4	13
4	90	18	13	15	12	16	7
5	130	19	11	9	10	18	16
6	80	17	16	9	8	18	10
7	140	18	16	12	8	17	14
8	70	19	13	15	12	19	7
9	150	17	12	8	6	3	9
0	60	4	7	12	8	7	12

1.2 ЗАДАЧА 2. Розрахунок розгалуженого лінійного кола постійного струму з кількома джерелами електричної енергії

Для кола, зображеного на рисунку 1.2, необхідно:

- 1) скласти рівняння для визначення струмів шляхом безпосереднього застосування законів Кірхгофа. Розв'язувати систему рівнянь не слід;
- 2) визначити струми методом міжвузлової напруги;
- 3) оцінити режими активних елементів і скласти баланс потужностей.

Значення ЕРС активних елементів і опорів резисторів наведені в таблиці 1.2.

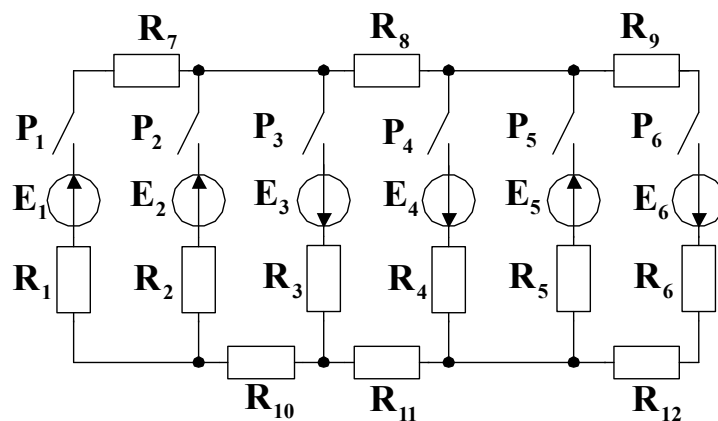


Рисунок 1.2

Таблиця 1.2

Група	Величина	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Замкнуті рубильники		$P_1,$	$P_1,$	$P_1,$	$P_1,$	$P_2,$	$P_2,$	$P_2,$	$P_2,$	$P_3,$	$P_1,$
		$P_2,$	$P_3,$	$P_4,$	$P_5,$	$P_5,$	$P_3,$	$P_4,$	$P_4,$	$P_5,$	$P_3,$
		P_5	P_6	P_6	P_5	P_6	P_5	P_6	P_5	P_6	P_5
А	$R_1, \text{ Ом}$	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10
	$R_2, \text{ Ом}$	3	5	7	9	11	8	6	4	2	1
	$R_3, \text{ Ом}$	2	3	5	6	8	9	11	7	4	6
	$R_4, \text{ Ом}$	1	5	11	9	5	8	11	4	9	7
	$R_5, \text{ Ом}$	4	1	6	5	9	6	4	11	7	2
	$R_6, \text{ Ом}$	6	3	8	4	11	9	6	7	9	6
	$R_7, \text{ Ом}$	5	4	5	7	4	5	8	11	7	9
	$R_8, \text{ Ом}$	9	7	11	8	11	4	9	10	9	1
Б	$E_1, \text{ В}$	110	120	100	80	90	100	110	120	160	140
	$E_2, \text{ В}$	160	170	180	190	200	180	160	170	190	150
	$E_3, \text{ В}$	130	160	140	150	170	130	160	120	190	150
	$E_4, \text{ В}$	100	90	110	100	120	110	100	90	110	120
	$E_5, \text{ В}$	120	150	130	140	110	160	130	110	100	160
	$E_6, \text{ В}$	110	170	140	100	110	130	160	170	190	120
	$R_9, \text{ Ом}$	10	9	8	7	6	5	4	3	1	3
	$R_{10}, \text{ Ом}$	10	9	8	7	6	5	4	3	1	3
	$R_{11}, \text{ Ом}$	9	8	7	6	5	4	3	2	4	1
	$R_{12}, \text{ Ом}$	8	7	6	5	4	3	2	1	9	10

Примітка – В таблиці 1.2 вихідні дані розділені на дві групи: А і Б. Номер варіанта групи А вибирається за останньою цифрою, а групи Б – за передостанньою цифрою шифру.

1.3 ЗАДАЧА 3. Розрахунок розгалуженого лінійного кола постійного струму з кількома джерелами електричної енергії

1.3.1 Завдання

Для кола, зображеного на рисунку 1.3:

- 1) скласти рівняння для визначення струмів шляхом безпосереднього застосування законів Кірхгофа. Розв'язувати систему рівнянь не слід;
 - 2) визначити струми у вітках методом контурних струмів;
 - 3) скласти баланс потужностей.
- Значення ЕРС активних елементів наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Варіант	$E_1,$ В	$R_{01},$ Ом	$E_2,$ В	$R_{02},$ Ом	$R_1,$ Ом	$R_2,$ Ом	$R_3,$ Ом	$R_4,$ Ом	$R_5,$ Ом	$R_6,$ Ом
1	120	0,2	15	0,8	4	3	7	6	6	16
2	40	0,25	115	0,6	2	8	5	2	4	15
3	230	0,15	60	1,0	9	4	5	5	6	17
4	125	0,4	30	1,2	4	7	2	2	4	15
5	70	0,5	100	0,5	6	3	9	3	3	13
6	110	0,3	60	0,8	6	8	3	6	4	16
7	40	0,6	115	1,2	7	4	7	2	5	18
8	50	0,5	220	0,5	9	3	6	5	5	18
9	125	0,4	30	1,2	5	3	7	5	8	19
0	25	0,8	110	0,8	4	6	3	8	6	13

1.3.2 Методичні вказівки

При складанні балансу потужностей у лівій частині рівняння записується алгебраїчна сума потужностей, що розвивають активні елементи, тобто $\sum_{k=1}^n E_k I_k$. Додаток $E_k I_k$ (у літерних позначеннях) слід брати із знаком “плюс”, якщо напрямок дії ЕРС і позитивний напрямок струму, що проходить по активному елементу, збігаються. У правій частині рівняння записується сума потужностей, що розсіюється на всіх резистивних елементах (у тому числі і на внутрішніх опорах джерел електричної енергії) кола, тобто $\sum_{k=1}^n R_k I_k$.

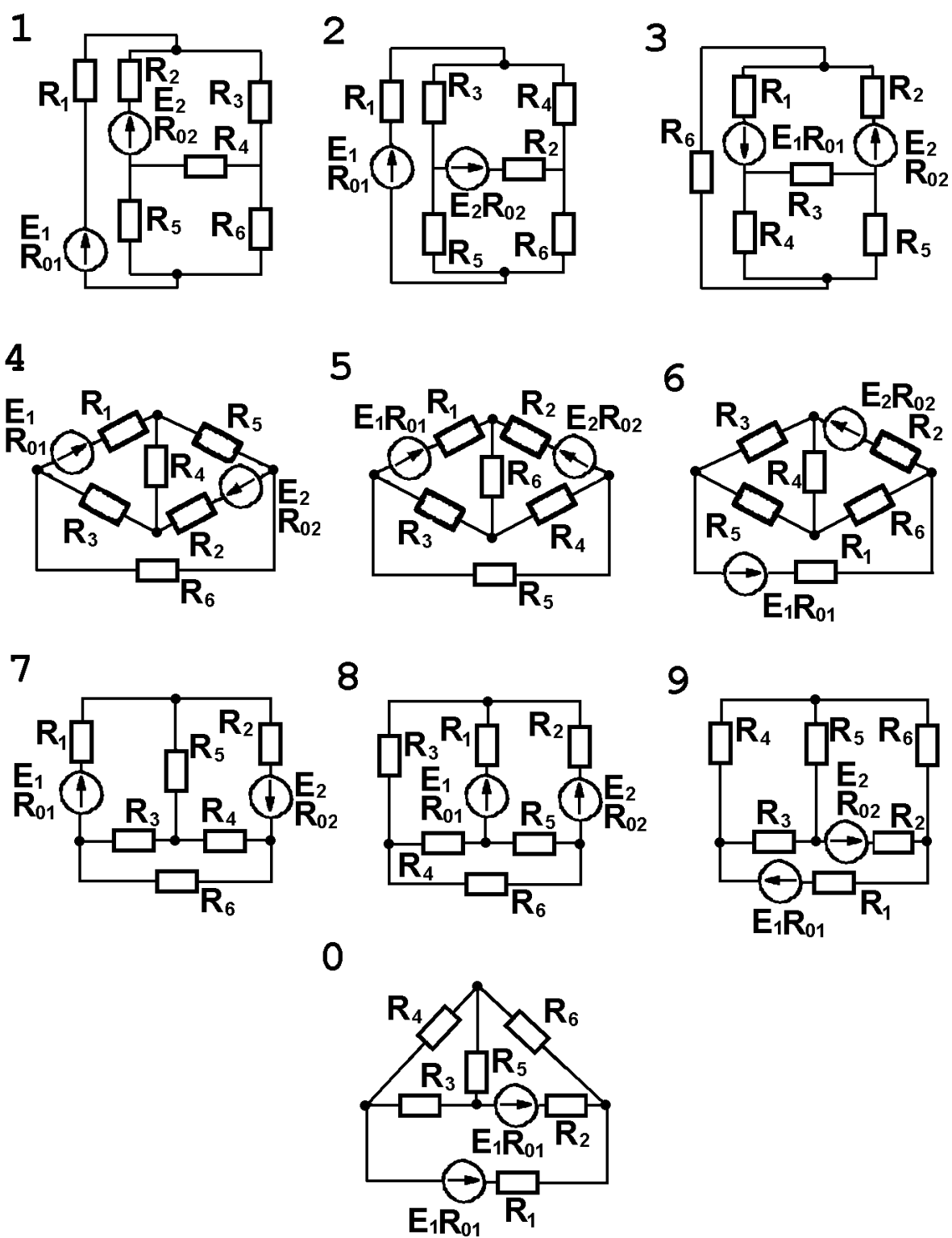


Рисунок 1.3

2 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ 2

2.1 ЗАДАЧА 1. Закон електромагнітної індукції

2.1.1 Завдання

В однорідному магнітному полі розміщена котушка (рисунок 2.1). Силкові лінії поля паралельні осі котушки. Розміри котушки: $R_1 = 50$ см, $R_2 = 56$ см. Магнітна індукція \mathbf{B} змінюється за часом за законом, вказаним в таблиці 2.1. Максимальне значення магнітної індукції B_m , число витків W котушки і час повного циклу зміни магнітної індукції T наведені в таблиці 2.1. Необхідно побудувати графік зміни ЕРС $e(t)$, що індукується в котушці.

Примітка – Номер варіанта в таблиці 2.1 слід вибирати за передостанньою цифрою шифру, а в таблиці 2.2 – за останньою цифрою шифру.

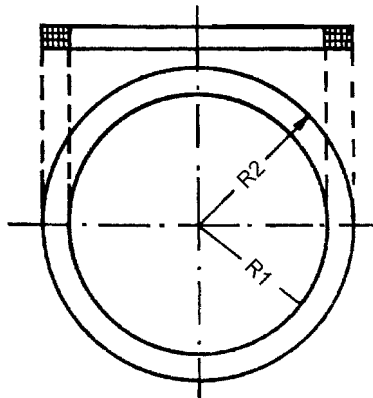


Рисунок 2.1

Таблиця 2.1

Варіант Т	Графік В (t)	Варіант Т	Графік В (t)
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		0	

Таблиця 2.2

Величина	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
W	400	120	450	260	180	200	170	230	190	110
$B_m, \text{Tл}$	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
T, с	0,01	0,02	0,005	0,05	0,1	0,2	0,25	0,04	0,08	0,16

2.1.2 Методичні вказівки

ЕРС, що індукується в котушці, що охоплює змінний за часом магнітний потік, визначається на основі закону електромагнітної індукції

$$e = -w \frac{d\Phi}{dt} = -wS \frac{dB}{dt},$$

де e – ЕРС, В;

W - число витків котушки;

Φ - магнітний потік, охоплений котушкою, Вб;

S - площа поперечного перерізу котушки, що визначається за середнім радіусом, м²;

$$S = \pi R_{cp}^2 = \pi \left(\frac{R_1 + R_2}{2} \right)^2;$$

B - магнітна індукція, Тл;

t - час, с.

Приклад.

Круглий плоский виток радіусом $R=0,5\text{м}$ розміщено в однорідному магнітному полі. Силві лінії поля нормальні до площини витка. Магнітна індукція B поля змінюється за часом за законом, показаним на рисунку 2.2,а. Максимальне значення магнітної індукції $B_m=1,8\text{Тл}$. Період $T=0,01\text{с}$.

Визначити закон і побудувати графік ЕРС e , що індукується у витку.

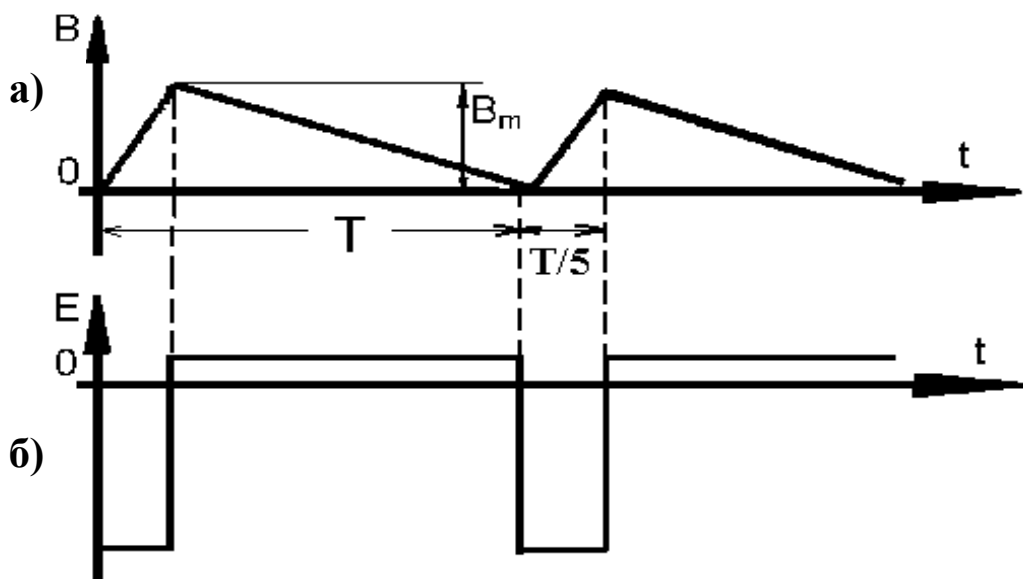


Рисунок 2.2
Розв'язання

За законом електромагнітної індукції ЕРС, що індукується у витку, зчепленому з магнітним потоком, що змінюється,

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}.$$

Якщо магнітне поле однорідне і його силові лінії нормальні до площини витка, то магнітний потік Φ , зчеплений із витком, визначається так:

$$\Phi = BS,$$

тоді

$$e = -S \frac{dB}{dt}.$$

З графіка видно, що протягом часу від $t = 0$ до $t = T/5$ значення магнітної індукції зростає з постійною швидкістю від нуля до B_m . Отже, у цей проміжок часу

$$\frac{dB}{dt} = \text{const} = \frac{B_m}{T/5} = \frac{1,8}{0,01/5} = 900 \frac{\text{В}}{\text{м}^2}.$$

Площа, що обмежується витком,

$$S = \pi R^2 = \pi \cdot 0,5^2 = 0,785 \text{ м}^2.$$

ЕРС, що індукується у витку,

$$e = -S \frac{dB}{dt} = -0,785 \cdot 900 = -706,5 \text{ В}.$$

З моменту часу $t = T/5$ і до $t = T$ значення магнітної індукції зменшується з постійною швидкістю від B_m до нуля. У цей проміжок часу

$$\frac{dB}{dt} = -\frac{B_m}{\frac{4}{5}T} = -\frac{1,8}{\frac{4}{5} \cdot 0,01} = -225 \frac{\text{В}}{\text{м}^2}$$

і ЕРС

$$e = -S \frac{dB}{dt} = 0,785 \cdot 225 = 176,6 \text{ В.}$$

Графік ЕРС показаний на рисунку 2.2,б.

2.2 ЗАДАЧА 2. Розрахунок нерозгалуженого кола синусоїдного струму

Напруга на затискачах кола, зображеного на рисунку 2.3, змінюється за законом $u = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$. Амплітудне значення U_m і початкова фаза ψ_u напруги, а також значення активних R , індуктивних X_L і ємнісних опорів X_C наведені в таблиці 2.3.

Необхідно:

- 1) визначити показання приладів, указаних на схемі;
- 2) визначити закон зміни струму в колі;
- 3) визначити закон зміни напруги між точками, до яких підключено вольтметр;
- 4) побудувати векторну діаграму.

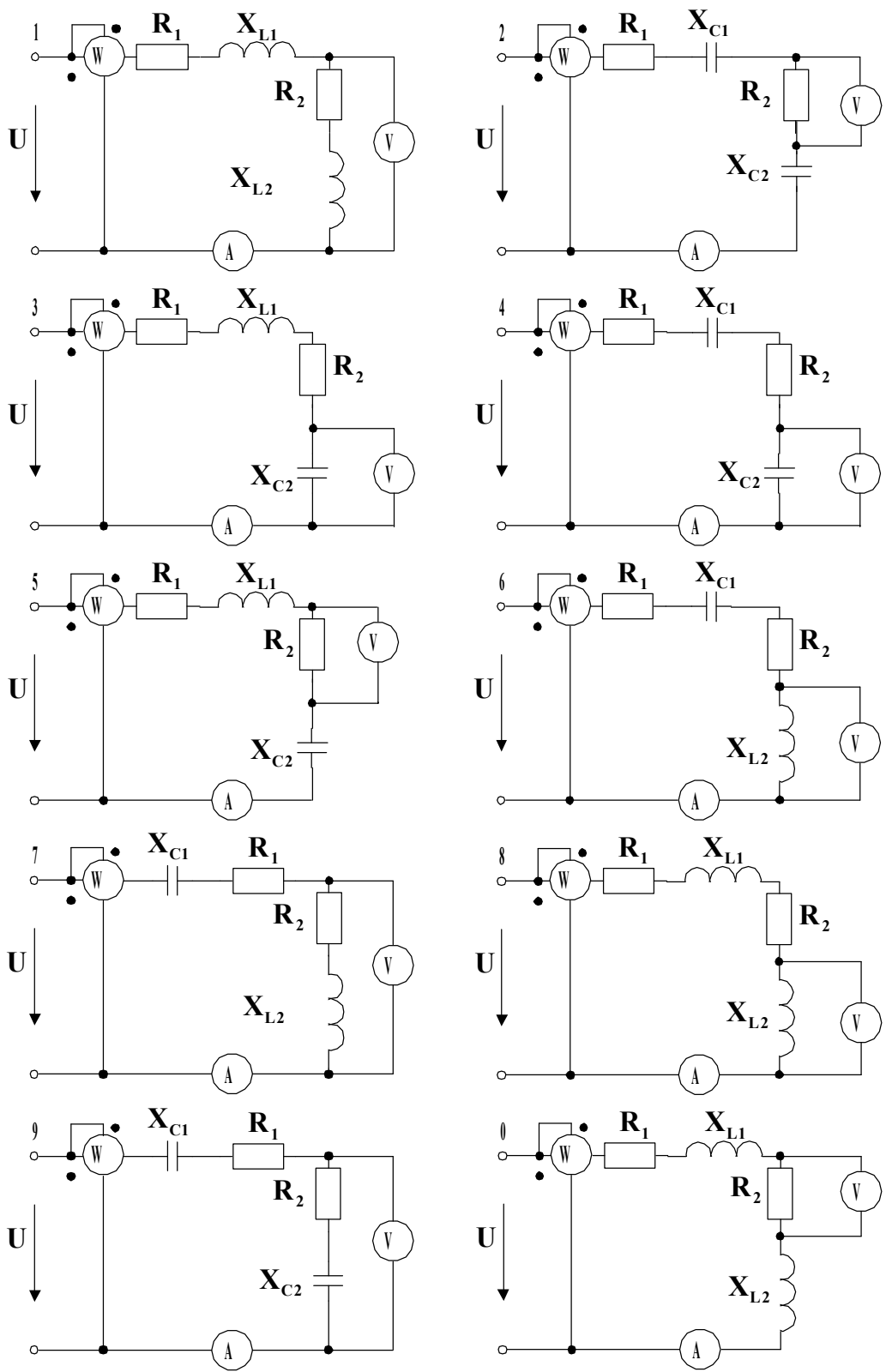


Рисунок 2.3

Примітка – Ватметр, включений так, як показано на рисунку 2.3, вимірює активну потужність кола.

Таблиця 2.3

Варіант	$U_m,$	$\psi_u,$	$R_1,$	$X_{L1},$	$X_{C1},$	$R_2,$	$X_{L2},$	$X_{C2},$
Т	В	град	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
1	190	30	20	9	10	19	12	12
2	350	-60	80	16	6	14	4	15
3	470	15	40	8	13	16	7	4
4	210	-45	30	15	12	14	11	10
5	310	75	20	13	6	17	15	5
6	270	65	40	11	9	15	3	6
7	170	-30	60	7	10	19	2	14
8	250	-15	20	4	12	18	16	4
9	330	35	17	10	6	15	12	17
0	410	20	17	16	6	16	14	2

2.3 ЗАДАЧА 3. Розрахунок розгалуженого кола однофазного синусоїдного струму з одним джерелом електричної енергії

2.3.1 Завдання

Для кола синусоїдного струму (рисунок 2.4) задані параметри ввімкнених у нього елементів і діюча напруга на його затискачах (таблиця 2.4); частота живильної напруги дорівнює $f=50$ Гц.

Необхідно:

- 1) визначити діючі значення струмів у вітках і в нерозгалуженій частині кола комплексним методом;
- 2) за одержаними комплексними зображеннями записати вирази для миттєвих значень напруги на ділянці кола з паралельним з'єднанням і для струмів у вітках;
- 3) побудувати векторну діаграму;
- 4) скласти баланс потужностей;
- 5) визначити характер (індуктивність, ємність) і параметри елемента,

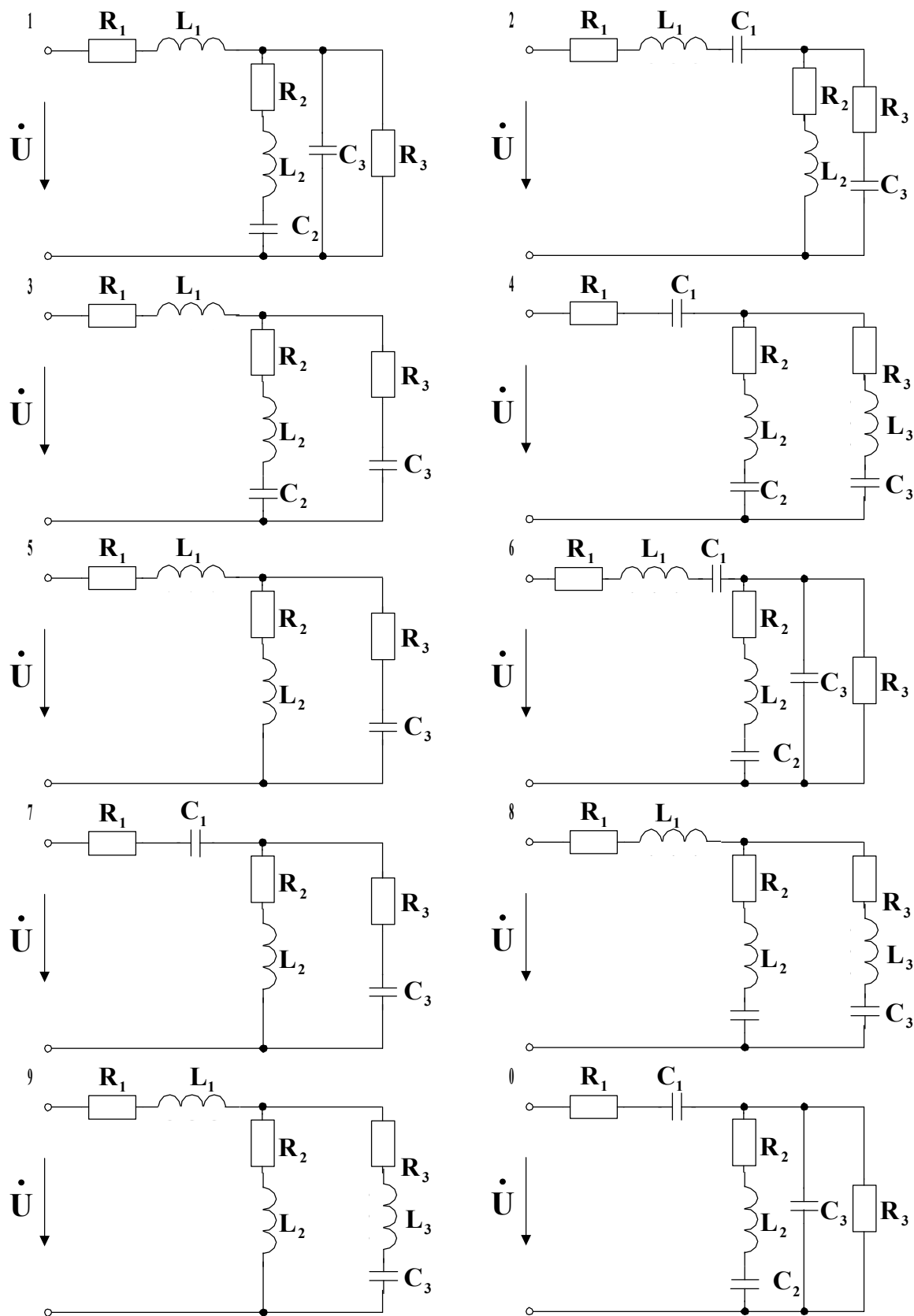


Рисунок 2.4

який має бути включений у нерозгалужену частину кола для того, щоб у колі мав місце резонанс напруг.

2.3.2 Методичні вказівки

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

- 1) побудувати у обраному масштабі вектор напруги на ділянці кола з паралельним з'єднанням елементів;
- 2) у масштабі струмів побудувати вектори струмів у вітках;
- 3) на підставі першого закону Кірхгофа побудувати вектор струму в нерозгалуженій частині кола;
- 4) побудувати вектори напруг на елементах \mathbf{R} , \mathbf{L} , \mathbf{C} , включених у нерозгалужену частину кола, і, склавши їх з вектором напруги на ділянці кола з паралельним з'єднанням, одержати вектор напруги на затискачах кола.

2.3.2.2 При складанні балансу потужностей у лівій частині рівняння записується комплексна потужність, яку віддає джерело. У правій частині рівняння записується сума споживаних комплексних потужностей.

$$\underline{S} = \sum_{k=1}^n \underline{S}_k = \sum_{k=1}^n \underline{Z}_k I_k^2,$$

де \underline{Z}_k – комплексний опір k -ї вітки;

I_k – дійсне значення струму k -ї вітки.

2.4 ЗАДАЧА 4. Розрахунок трифазного кола

2.4.1 Завдання

До трифазного джерела з лінійною напругою $U_{\text{л}}$ включене коло, зображене на рисунку 2.5. Значення лінійної напруги $U_{\text{л}}$, активних \mathbf{R} , індуктивних \mathbf{X}_L і ємнісних \mathbf{X}_C опорів приймачів наведені в таблиці 2.5.

1 При з'єднанні приймачів “зіркою” визначити струми в лінійному і нейтральних проводах, а також активну і реактивну потужності, що споживаються колом у трифазному режимі при симетричній системі напруг. Для всіх випадків побудувати топографічні діаграми напруг і на них зобразити вектори струмів.

2 Ті ж самі елементи включити “трикутником” і визначити фазні та лінійні струми. Визначити значення активної і реактивної потужностей, що споживаються колом, і зіставити їх з відповідними значеннями, визначеними для пункту 1,а. Побудувати топографічну діаграму напруг і на ній показати вектори струмів.

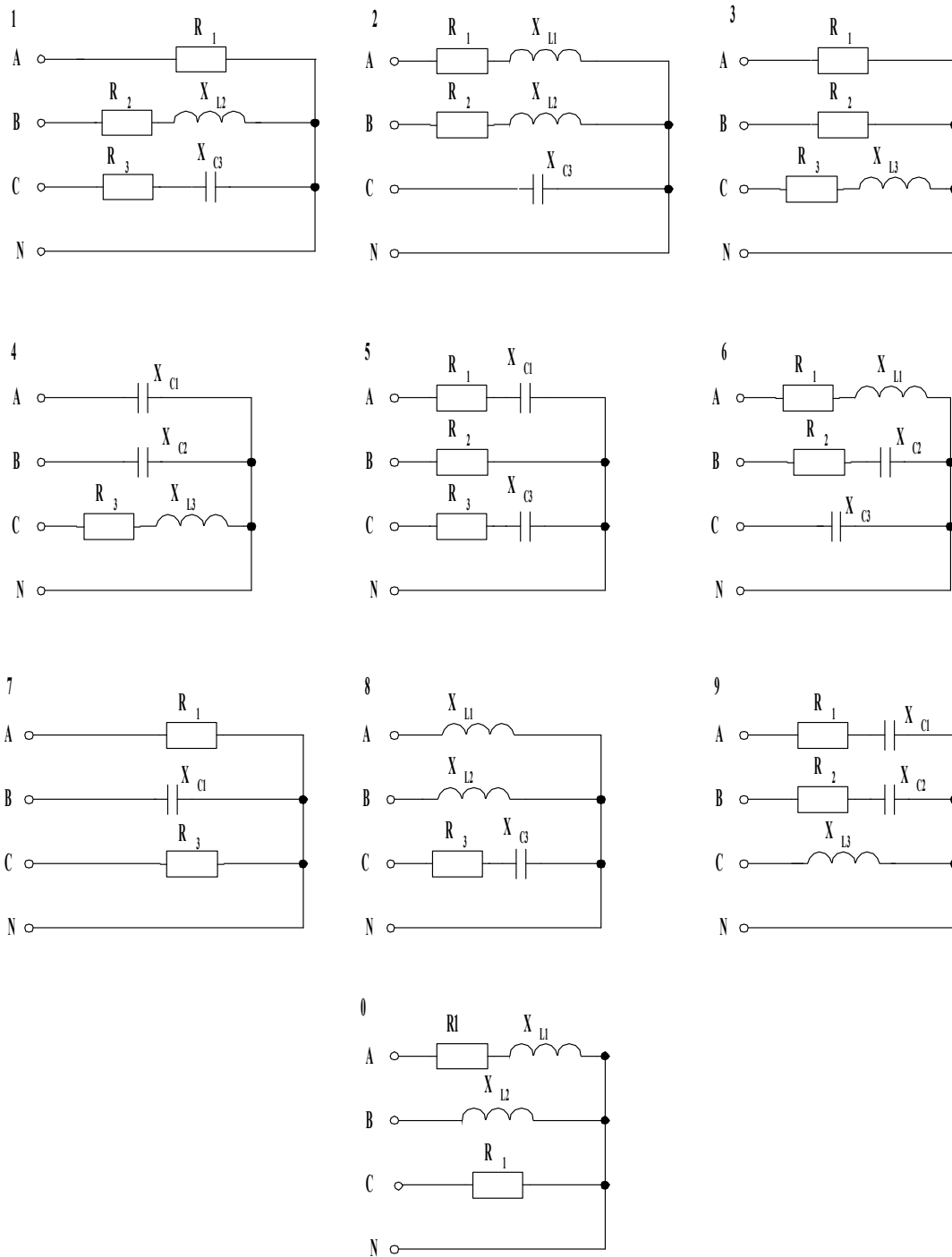


Рисунок 2.5

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. – М.: Высшая школа, 2000.
- 2 Электротехника / Под ред. В.С. Пантюшина. – М.: Высшая школа, 1993.
- 3 Родзевич В.Е. Загальна електротехніка. – К.: Вища школа, 1993.
- 4 Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Маслеников В.В. Задачник по общей

електротехнике с основами электроники. – М.: Высшая школа, 1991.

5 Электротехника; Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1985.

6 Коновалов Є.В., Козар Л.М. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). – Харків: УкрДАЗТ, 2005 – Ч.1.

7 Коновалов Є.В. Студентська навчальна звітність. Графічно - конструкторські документи. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Ч.2.

ДОДАТОК А

ОСНОВНІ ЕЛЕКТРИЧНІ І МАГНІТНІ ВЕЛИЧИНИ

Таблиця А.1 – Літерні позначення і одиниці вимірювання

Розмір		Одиниця вимірювання	
Найменування	Літерне позначення (за ГОСТом 1494)	найменування	позначення
1	2	3	4
Ємність електрична	С	фарада	Ф
Заряд електричний	Q, q	кулон	Кл
Індуктивність взаємна	М	генрі	Гн
Індуктивність власна	L	генрі	Гн
Індукція магнітна	B	тесла	Тл
Коефіцієнт зв'язку	K	–	–
Потужність; потужність активна	P	ват	Вт
Потужність повна	S	вольт- ампер	ВА
Потужність реактивна	Q	вар	вар
Напруга електрична	U, u	вольт	В
Напруженість магнітного поля	H	ампер на метр	А/м
Період коливань	T	секунда	с
Щільність струму	J	ампер на кв. метр	А/м ²
Постійна часу електричного кола	τ	секунда	с
Потенціал електричний	φ	вольт	В
Потік магнітний	Φ	вебер	Вб
Потокозчеплення	ψ	вебер	Вб
Провідність активна електрична	G, g	сименс	См
Провідність повна	Y, y	сименс	См
Провідність реактивна	B, b	сименс	См
Провідність електрична питома	γ	сименс на метр	См/м
Проникність магнітна абсолютна	μ _a	генрі на метр	Гн/м

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
Проникність магнітна відносна	μ_r	—	—
Зсув фаз між напругою і струмом	φ	градус	град
Сила електрорушійна	E, e	вольт	В
Опір магнітний	R_m, r_m	ампер на вебер	А/Вб
Опір електричний, опір електричний постійному струму	R, r	ом	Ом
Опір електричний активний	R, r	ом	Ом
Опір електричний повний	Z	ом	Ом
Опір електричний реактивний	X, x	ом	Ом
Опір електричний питомий	ρ	ом-метр	Ом*м
Струм	I, i	ампер	А
Частота коливань	f	герц	Гц
Частота коливань кутова	ω, Ω	радіан у секунду	рад/с

Для величин, що змінюються за часом, наприклад, ЕРС, напруги, потенціалу, заряду, струму, щільності струму, слід застосовувати позначення:

a - миттєве значення;

A - діюче значення (для періодичних величин, що змінюються);

A_m - амплітуда (для величин, що гармонічно змінюються).

Тут під a , A , A_m розуміється будь – яка з величин, що змінюється за часом.

ДОДАТОК Б

Комплексні величини слід позначати за типом:

$$\underline{A} = A' + jA'' = \operatorname{Re} \underline{A} + j \operatorname{Im} \underline{A} = A e^{j\alpha} = |\underline{A}| e^{j\alpha} = A \angle \alpha = |\underline{A}| \angle \alpha,$$

де \underline{A} - одна з комплексних величин;

$A' = \operatorname{Re} \underline{A}$ - дійсна частина комплексної величини;

$A'' = \operatorname{Im} \underline{A}$ - уявна частина комплексної величини;

$A = |\underline{A}|$ – модуль комплексної величини;

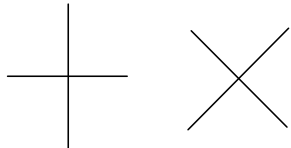
α - аргумент комплексної величини.

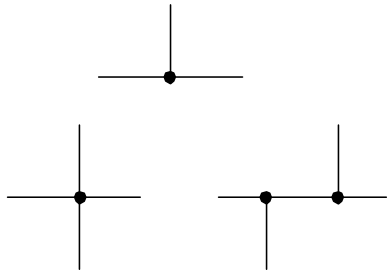
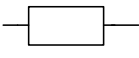
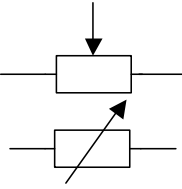
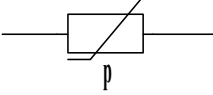
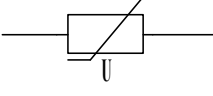

Спряжена комплексна величина

$$\begin{aligned} \underline{A}^* &= A' - jA'' = \operatorname{Re} \underline{A} - j \operatorname{Im} \underline{A} = A e^{-j\alpha} = |\underline{A}| e^{-j\alpha} = A \angle -\alpha = \\ &= |\underline{A}| \angle -\alpha . \end{aligned}$$


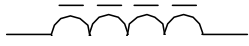
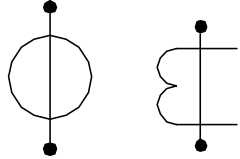
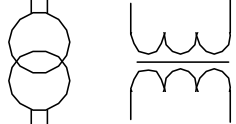


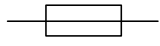

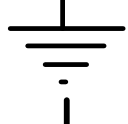
ДОДАТОК В

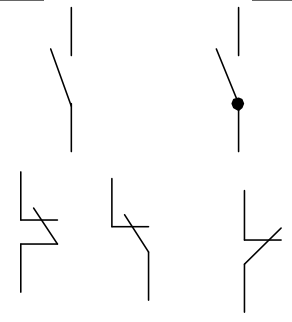
Таблиця В.1 – Умовні графічні позначення, що застосовуються в схемах

Найменування	Позначення
Струм постійний	—
Струм змінний	~
Струм змінний, частотою 10 кГц	~ 10 кГц
Струм постійний і змінний (позначення використовується для пристроїв, придатних для роботи на постійному і змінному струмі)	—~
Струм змінний трифазний 50 Гц	3 ~ 50 Гц
Лінія електричного зв'язку Провід, кабель, шина	=
Графічне перетинання двох ліній електричного зв'язку, електрично не сполучених. Лінії мають перетинатися під кутом 90°	

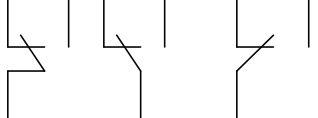
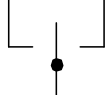
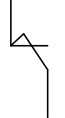




<p>Лінія електричного зв'язку з відгалуженнями:</p> <p>а) одним</p> <p>б) двома</p>	
<p>Резистор постійний</p>	
<p>Резистор змінний</p> <p>а) загальне позначення</p> <p>б) у реостатному вмиканні</p>	
<p>Тензорезистор нелінійний (наприклад, стовп вугільний)</p>	
<p>Варистор</p>	
<p>Котушка індуктивності, дросель без магнітопроводу</p>	

Продовження таблиці В.1

Найменування	Позначення
Реактор (дросель із магнітопроводом)	
Котушка індуктивності з магнітодіелектричним магнітопроводом	
Трансформатор струму з одною вторинною обмоткою	
Трансформатор напруги	
Конденсатор постійної ємності	
Конденсатор змінної ємності	
Запобіжник плавкий	
Обмотка трифазна, сполучена в «зірку» Обмотка трифазна, сполучена в «зірку» із виведеною нейтраллю Обмотка трифазна, сполучена в «трикутник» Обмотка трифазна, сполучена в розімкнутий «трикутник»	
Заземлення Корпус (машини, апарата, приладу)	

<p>Контакт комутаційного пристрою</p> <p>Загальне позначення</p> <p>а) замикальний</p> <p>б) розмикальний</p>	
--	---

Продовження таблиці В.1

Найменування	Позначення
в) перемикальний	
г) перемикальний із середнім положенням	
д) перемикальний без розмикання кола	
Напівпровідниковий діод	
Стабілітрон	
Транзистор типу р-п-р	
Транзистор типу п-р-п	

Таблиця 2.4

Варіант	U, В	R₁, Ом	L₁, мГн	C₁, мкФ	R₂, Ом	L₂, мГн	C₂,мкФ	R₃, Ом	L₃,мГн	C₃,мкФ
1	220	19	15	800	9	17	1000	5	14	800
2	127	16	20	200	8	18	800	6	10	700
3	380	18	25	400	7	20	600	7	8	450
4	380	15	16	600	6	48	400	8	13	600
5	127	17	10	500	5	13	500	9	11	500
6	220	14	14	1000	12	31	700	10	9	400
7	220	13	18	700	6	20	900	7	21	300
8	127	16	12	300	7	16	450	8	18	200
9	380	15	26	650	6	18	650	6	15	900
0	127	18	24	480	8	26	800	4	12	600

Таблиця 2.5

Варіант	U _л , В	Опори, Ом								
		R ₁	X _{L1}	X _{C1}	R ₂	X _{L2}	X _{C2}	R ₃	X _{L3}	X _{C3}
1	220	17	18	12	16	18	17	19	6	14
2	380	18	19	16	15	19	14	16	8	19
3	380	15	17	13	14	18	19	16	8	17
4	220	14	18	17	17	10	15	15	9	14
5	220	16	18	15	14	19	11	17	10	16
6	380	19	18	17	16	15	14	17	11	12
7	220	19	16	18	16	15	15	17	11	14
8	380	18	10	16	17	19	14	15	11	12
9	220	17	16	15	14	18	19	13	12	19
0	380	14	18	16	16	15	19	16	8	10

