

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра «Електротехніка та електричні машини»

ЗАВДАННЯ

**на контрольну роботу з методичними вказівками
до їх виконання з дисципліни
“ЕЛЕКТРОТЕХНІКА І ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ”
для студентів спеціальності
“ЗАЛІЗНИЧНІ СПОРУДИ ТА КОЛІЙНЕ ГОСПОДАРСТВО”
та з дисципліни
“ЕЛЕКТРОТЕХНІКА В БУДІВНИЦТВІ”
для студентів спеціальності
“ПРОМИСЛОВЕ І ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО”
заочної форми навчання**

Харків – 2013

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

“Електротехніка та електричні машини” 9 листопада 2010 р.,
протокол № 4.

Методичні вказівки містять три задачі з вихідними даними для розрахунку. Задачі контрольної роботи мають 100 варіантів, що відрізняються один від одного схемами і числовими значеннями заданих величин.

Наведена послідовність розрахунків з прикладами і рекомендаціями. Запропоновані питання до співбесіди за контрольною роботою.

У методичних вказівках є посилання на літературу та наведені додатки з необхідною довідковою інформацією.

Укладачі:

доц. О.М. Прогонний,
асистенти О.Є. Зінченко,
А.А. Прилипко

Рецензент

доц. С.І. Возненко

ЗАВДАННЯ

на контрольну роботу з методичними вказівками
до їх виконання з дисципліни
“ЕЛЕКТРОТЕХНІКА І ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ”
для студентів спеціальності
“ЗАЛІЗНИЧНІ СПОРУДИ ТА КОЛІЙНЕ ГОСПОДАРСТВО”
та з дисципліни
“ЕЛЕКТРОТЕХНІКА В БУДІВНИЦТВІ”
для студентів спеціальності
“ПРОМИСЛОВЕ І ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО”
заочної форми навчання

Відповідальний за випуск Зінченко О.Є.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 14.12.10 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,5. Тираж 100. Замовлення №

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

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ’ЯЗКУ

Кафедра “Електротехніка та електричні машини”

ЗАВДАННЯ
НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ
З МЕТОДИЧНИМИ ВКАЗІВКАМИ ДО ЇХ ВИКОНАННЯ

з дисципліни
“Електротехніка і електропостачання”
для студентів спеціальності
“Залізничні споруди та колійне господарство”

та з дисципліни
“Електротехніка в будівництві”
для студентів спеціальності
“Промислове і цивільне будівництво”
заочної форми навчання

Харків 2013

Завдання та методичні вказівки розглянуто й рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Електротехніка та електричні машини” 9 листопада 2010 р., протокол № 4.

Методичні вказівки містять 3 задачі з вихідними даними для розрахунку. Задачі контрольної роботи мають 100 варіантів, що відрізняються один від одного схемами і числовими значеннями заданих величин.

Наведена послідовність розрахунків з прикладами і рекомендаціями. Запропоновані питання до співбесіди за контрольною роботою.

У методичних вказівках є посилання на літературу та наведені додатки з необхідною довідковою інформацією.

Укладачі:

доц. О.М. Прогонний,
асистенти О.Є. Зінченко,
А.А. Прилипко

Рецензент

доц. С.І. Возненко

ЗМІСТ

Загальні положення	4
Вимоги щодо оформлення і здачі контрольних робіт	4
Задача 1. Розрахунок розгалуженого лінійного електричного кола постійного струму з одним джерелом електричної енергії	6
Задача 2. Розрахунок нерозгалуженого кола синусоїдного струму	11
Задача 3. Розрахунок трифазної чотирипровідної системи живлення	14
Перелік питань для співбесіди	18
Список літератури	20
Додаток А. Позначення комплексних величин	21
Додаток Б. Умовні графічні позначення, застосовувані в схемах	22
Додаток В. Буквені позначення та одиниці вимірювання основних електричних величин	23

Загальні положення

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 проаналізувати виконання задач, наведених у 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 дисципліною і повинно свідчити про те, що відповідні розділи дисципліни пророблені і достатньо глибоко осмислені.

Варіант, який слід виконувати, визначається за двома останніми цифрами шифру студента: за передостанньою цифрою вибирається номер схеми, а за останньою - номер варіанта числових значень. Наприклад, шифру 99-3С-137 відповідає схема 3 і 7-й варіант числових значень.

Вимоги щодо оформлення і здачі контрольних робіт

1 Кожна робота виконується на аркушах паперу формату А4. На титульній сторінці повинні бути зазначені: прізвище та ініціали студента, його шифр, дата і підпис.

2 Писати слід на одній стороні аркуша синім або чорним чорнилом. Допускається виконання роботи на комп'ютері.

3 Умова задачі повинна бути сформульована достатньо повно і чітко.

4 Основні положення виконання пояснюються та ілюструються схемами, кресленнями, векторними діаграмами і т.д. На електричних схемах повинні бути показані позитивні напрямки струмів.

5 Графічна частина роботи виконується акуратно за допомогою креслярського інструменту із дотриманням правил, зазначених у додатках А-В.

6 Слід дотримуватись такого порядку записів при обчисленнях: спочатку формула, потім підстановка числових значень величин, що входять у формулу, без яких-небудь перетворень, потім – результат із вказівкою одиниць вимірювання.

7 Контрольна робота повинна містити перелік літератури, використаної при роботі над завданням.

8 Контрольні роботи повинні бути подані на рецензування. Зауваження викладача із зазначенням дати записуються на титульній сторінці.

9 Контрольна робота зараховується після співбесіди з викладачем.

Задача 1. Розрахунок розгалуженого лінійного електричного кола постійного струму з одним джерелом електричної енергії

Для електричного кола, зображеного на рисунку 1.1, визначити струми у вітках і скласти баланс потужності. Величини опорів резисторів і напруги на затискачах кола наведені в таблиці 1.1.

Теоретичний матеріал і приклади розрахунку наведені в [1, § 1.8.1 - 1.10.4 ; 2, § 2. 6-2. 7; 3, гл.1] .

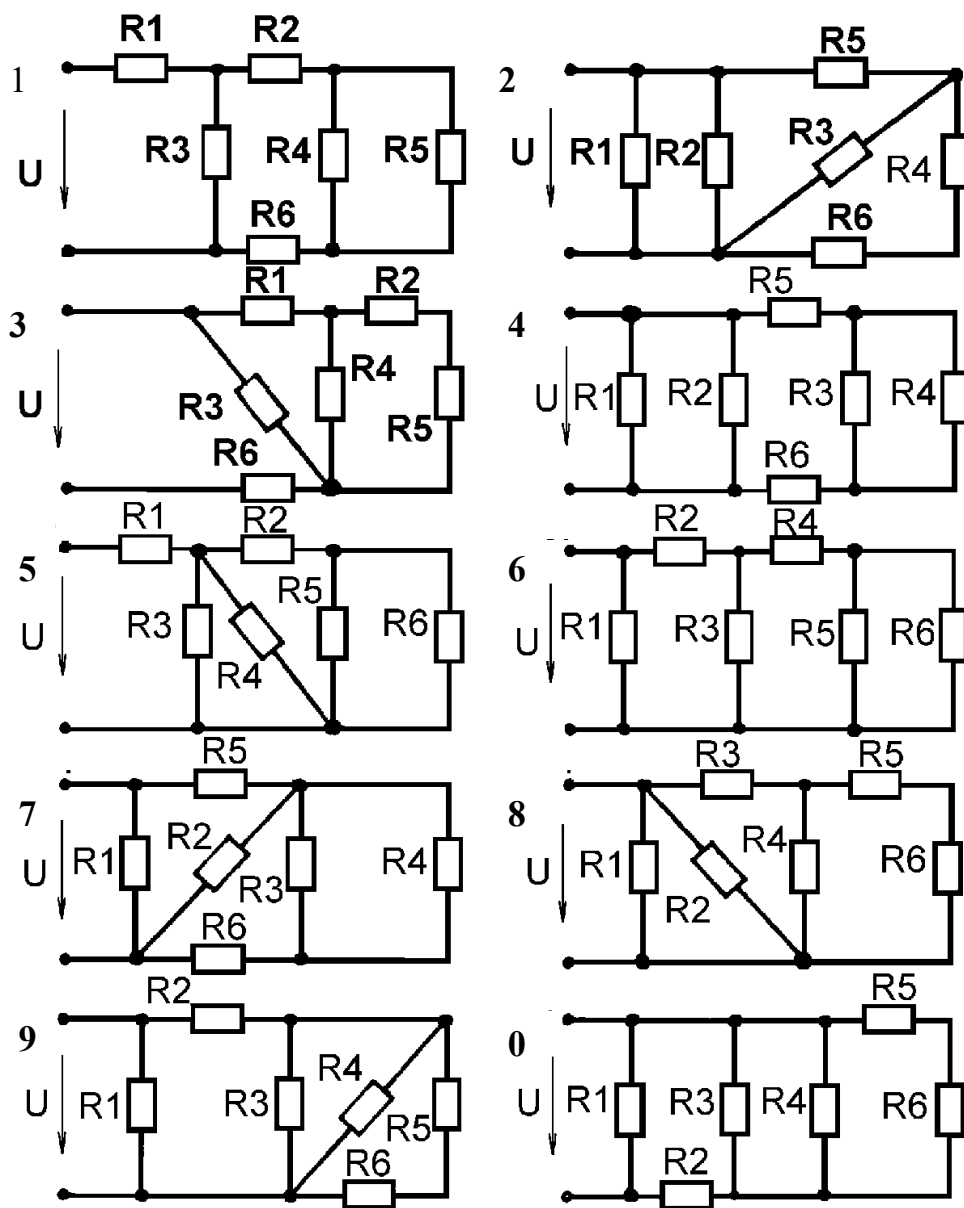


Рисунок 1.1

Таблиця 1.1

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

Послідовність розрахунку з прикладом

Нехай задана схема, що зображена на рисунку 1.2.

Вихідні дані: $U = 50$ В, $R_1 = 12$ Ом, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 7$ Ом, $R_4 = 15$ Ом, $R_5 = 9$ Ом, $R_6 = 8$ Ом.

Визначити струми у вітках, перевірити правильність розрахунку.

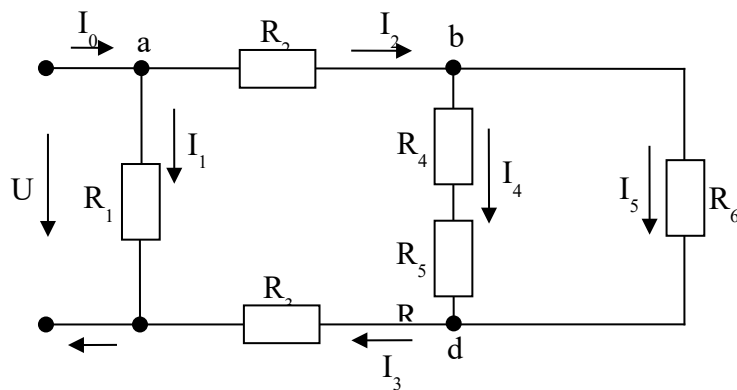


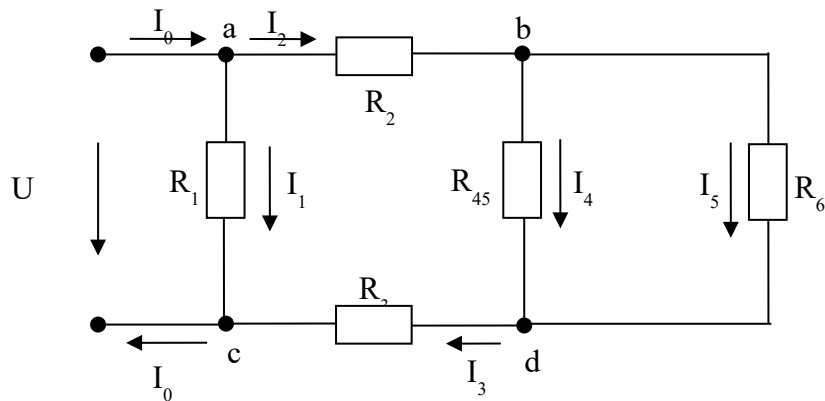
Рисунок 1.2

1 Позначаємо дійсні напрямки струмів у всіх вітках і починаємо згортати схему шляхом еквівалентних перетворень.

Резистори R_4 та R_5 з'єднані послідовно, тому їх можна замінити еквівалентним, використовуючи формулу для послідовного з'єднання опорів

$$R_{45} = R_4 + R_5 = 15 + 9 = 24 \text{ Ом.}$$

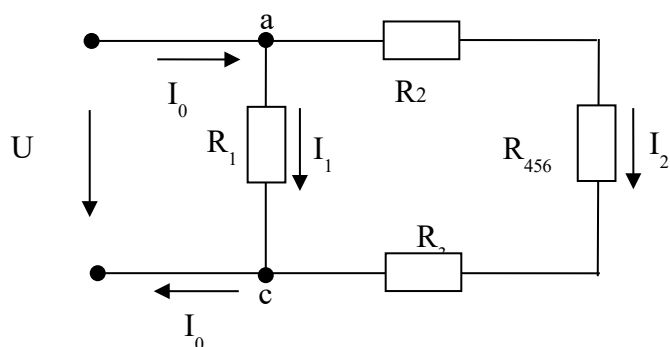
Одержуємо схему



Резистори R_{45} та R_6 з'єднані паралельно, тому використовуємо формулу для паралельного з'єднання опорів

$$R_{456} = \frac{R_{45} \cdot R_6}{R_{45} + R_6} = \frac{24 \cdot 8}{24 + 8} = 6 \text{ Ом}$$

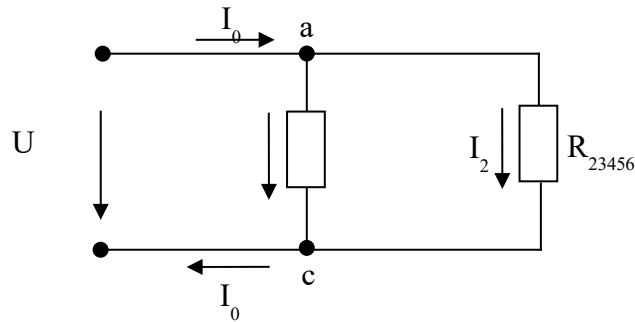
Схема приводиться до виду:



Резистори R_2 , R_3 та R_{456} з'єднані послідовно, отже, треба використати формулу для послідовного з'єднання опорів

$$R_{23456} = R_2 + R_3 + R_{456} = 10 + 7 + 6 = 23 \text{ Ом.}$$

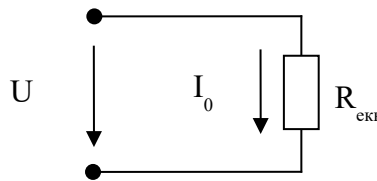
Після цього перетворення схема набуває виду:



Резистори, що залишились, з'єднані паралельно, тому знаходимо еквівалентний опір схеми за формулою

$$R_{\text{екв}} = \frac{R_1 \cdot R_{23456}}{R_1 + R_{23456}} = \frac{12 \cdot 23}{12 + 23} = 7,89 \text{ Ом}$$

і одержуємо еквівалентну схему



2 За законом Ома визначаємо струм через джерело електричної енергії

$$I_0 = \frac{U}{R_{\text{екв}}} = \frac{50}{7,89} = 6,34 \text{ А.}$$

3 Визначаємо невідомі струми за законами Ома та Кірхгофа:
Напруга на опорі R_1 дорівнює U , тому за законом Ома знайдемо струм I_1 :

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{50}{12} = 4,17 \text{ А.}$$

Запишемо перший закон Кірхгофа для вузла «а» (рисунок 1.2) та знайдемо струм I_2 :

$$I_0 - I_1 - I_2 = 0;$$

$$I_2 = I_0 - I_1 = 6,34 - 4,17 = 2,17 \text{ A.}$$

З рівняння першого закону Кірхгофа для вузла «с» видно, що $I_3 = I_2$:

$$I_1 + I_3 - I_0 = 0,$$

$$I_3 = I_0 - I_1 = 6,34 - 4,17 = 2,17 \text{ A.}$$

Запишемо другий закон Кірхгофа для контуру «с-а-b-d-с» і знайдемо струм I_4 :

$$-I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 + I_4 \cdot R_{45} = 0;$$

$$I_4 = \frac{I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_2 - I_3 \cdot R_3}{R_{45}} = \frac{4,17 \cdot 12 - 2,17 \cdot 10 - 2,17 \cdot 7}{24} = 0,55 \text{ A.}$$

Для вузла «b» запишемо перший закон Кірхгофа і знайдемо струм I_5 :

$$I_2 - I_4 - I_5 = 0,$$

$$I_5 = I_2 - I_4 = 2,17 - 0,55 = 1,62 \text{ A.}$$

Другим варіантом знаходження струмів I_4 та I_5 є визначення напруги U_{bd} за законом Ома:

$$U_{bd} = I_2 \cdot R_{456} = 2,17 \cdot 6 = 13,2 \text{ В};$$

$$I_4 = \frac{U_{bd}}{R_{45}} = \frac{13,2}{24} = 0,55 \text{ A};$$

$$I_5 = I_2 - I_4 = 2,17 - 0,55 = 1,62 \text{ A.}$$

4 Для перевірки розрахунку складаємо баланс потужностей. Розраховуємо потужність, що віддає джерело:

$$P_{дж} = U \cdot I_0 = 50 \cdot 6,34 = 317 \text{ Вт.}$$

Розраховуємо потужності, що споживають опори навантаження:

$$P_{R_1} = I_1^2 \cdot R_1 = 4,17^2 \cdot 12 = 208,67 \text{ Вт};$$

$$P_{R_2} = I_2^2 \cdot R_2 = 2,17^2 \cdot 10 = 47,09 \text{ Вт};$$

$$P_{R_3} = I_3^2 \cdot R_3 = 2,17^2 \cdot 7 = 32,96 \text{ Вт};$$

$$P_{R_4} = I_4^2 \cdot R_4 = 0,55^2 \cdot 15 = 4,54 \text{ Вт};$$

$$P_{R_5} = I_4^2 \cdot R_5 = 0,55^2 \cdot 9 = 2,72 \text{ Вт};$$

$$P_{R_6} = I_5^2 \cdot R_6 = 1,62^2 \cdot 8 = 21 \text{ Вт};$$

$$\sum I^2 \cdot R = 208,67 + 47,09 + 32,96 + 4,54 + 2,72 + 21 = 316,98 \text{ Вт.}$$

Баланс потужностей:

$$U \cdot I = \sum I^2 \cdot R;$$

$$317 \text{ Вт} \approx 316,98 \text{ Вт.}$$

Розраховуємо похибку, яка виникла за рахунок округлювання:

$$\Delta = \frac{P_{дж} - \sum I^2 \cdot R}{P_{дж}} \cdot 100\% = \frac{317 - 316,98}{317} \cdot 100\% = 0,006\%$$

Задача 2. Розрахунок нерозгалуженого кола синусоїдного струму

Напруга на затискачах кола, зображеного на рисунку 2.1, 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 X_C опорів

наведені в таблиці 2.1.

Необхідно:

- 1) визначити показання приладів, зазначених на схемі;
- 2) визначити закон зміни струму в колі;
- 3) визначити закон зміни напруги між точками, до яких підключено вольтметр;
- 4) визначити активну, реактивну і повну потужності, споживані колом із мережі, та коефіцієнт потужності.

Теоретичний матеріал і приклади розрахунку наведені в [1, § 2.1-2.6; 2.10; 2, § 4.1- 4.12; 3, гл.3].

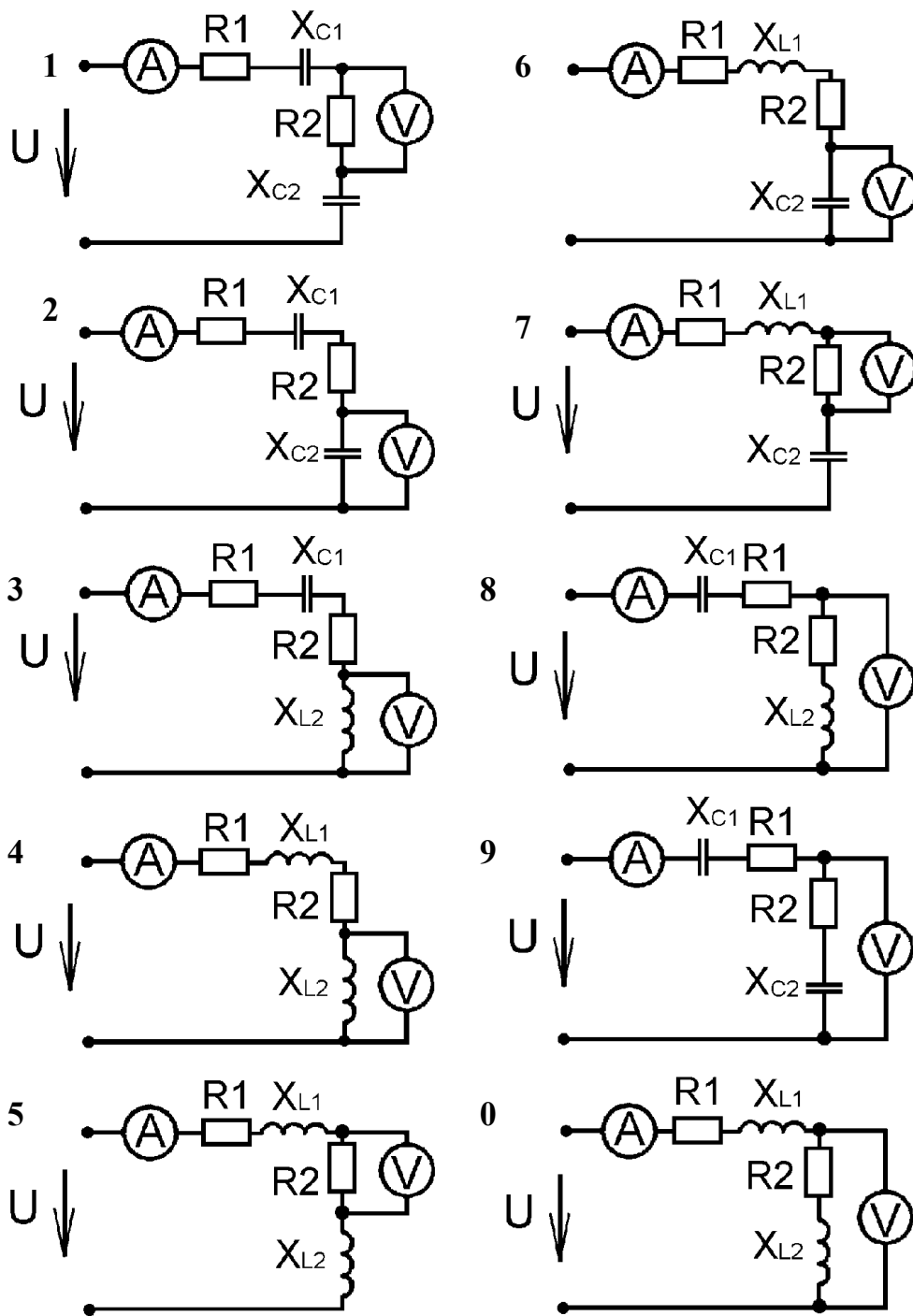


Рисунок 2.1

Таблиця 2.1

Величина	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$U_m, В$	240	220	127	380	400	180	200	260	300	280
$\psi_u, \text{град}$	15	30	45	60	75	-15	-30	-45	-60	-75
$R_1, \text{Ом}$	2	4	6	7	9	4	12	11	7	4
$X_{L1}, \text{Ом}$	9	6	6	12	8	8	10	6	9	7

$X_{C1}, \text{ Ом}$	4	2	9	6	12	9	4	7	11	8
$R_2, \text{ Ом}$	9	6	6	12	8	14	11	6	5	4
$X_{L2}, \text{ Ом}$	7	6	2	9	8	9	11	4	8	6
$X_{C2}, \text{ Ом}$	2	6	9	12	8	7	6	9	12	9

Методичні рекомендації до виконання

1 Записати у комплексній формі величину напруги

$$\underline{U} = U e^{j\phi_u},$$

де $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ - діюче значення напруги, В;

ψ_u - початкова фаза напруги, град.

2 Обчислити загальний комплексний опір:

$$\underline{Z} = R + jX = \sqrt{R^2 + X^2} \cdot e^{j \arctg \frac{X}{R}} = Z e^{j\phi},$$

де R - активний опір вітки;

$X = (X_L - X_C)$ - реактивний опір вітки, Ом;

$\phi = \psi_u - \psi_i$ - зсув фаз між напругою та струмом, град.

3 Обчислити струм за законом Ома:

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}}.$$

4 Обчислити комплексну напругу між точками ввімкнення

вольтметра одним з можливих способів. Наприклад:

$$\underline{U}_v = \underline{I} \cdot \underline{Z}_v.$$

Вольтметр, підключений до цих точок, покаже величину діючого значення U_v , тобто модуль показової форми \underline{U}_v .

5 Обчислити повну потужність кола:

$$S = U \cdot I \text{ або } S = I^2 \cdot Z.$$

Обчислити активну потужність приймачів:

$$P_{\text{пр}} = \sum I^2 \cdot R$$

Обчислити реактивну потужність приймачів

$$Q_{\text{пр}} = \sum I^2 \cdot X$$

6 Коефіцієнт потужності

$$\cos\varphi = \frac{P_{\text{пр}}}{S_{\text{пр}}}$$

Задача 3. Розрахунок трифазної чотирипровідної системи живлення

До трифазного джерела із симетричною системою фазних напруг підключене коло, зображене на рисунку 3.1.

Величини лінійної напруги $U_{\text{л}}$, активних R , індуктивних X_L і ємнісних X_C опорів приймачів наведені в таблиці 3.1. Опори лінійних і нейтрального проводів нехтовно малі.

Необхідно:

- 1) визначити струми в лінійних проводах;
- 2) визначити струм у нейтральному проводі;
- 3) обчислити активну, реактивну, повну потужності трифазного кола;
- 4) визначити коефіцієнт потужності системи живлення.

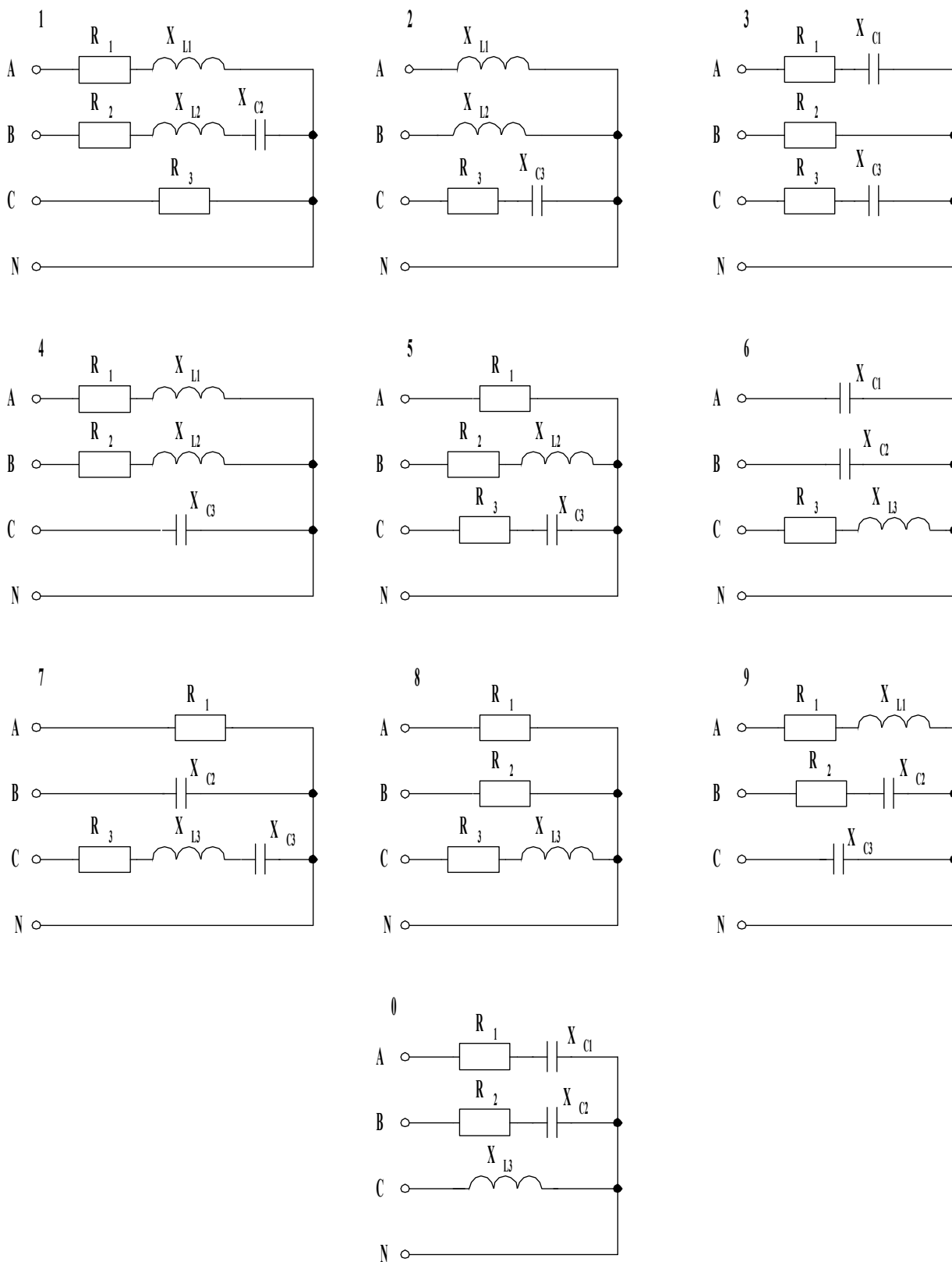


Рисунок 3.1

Таблица 3.1

Вариант	$U_{л},$ В	Опори, Ом								
		$R_1,$	X_{L1}	X_{C1}	$R_2,$	X_{L2}	X_{C2}	$R_3,$	X_{L3}	X_{C3}
1	220	4	8	6	4	5	7	4	7	7
2	380	6	4	8	6	3	8	2	8	6
3	220	8	6	5	3	6	3	5	9	7
4	220	5	3	9	5	4	9	7	8	8
5	380	9	9	3	4	4	9	7	9	7
6	380	6	4	8	5	3	9	9	6	8
7	220	7	9	7	3	5	3	7	7	4
8	380	3	7	9	6	7	4	5	4	8
9	220	6	8	2	8	3	6	8	4	6
0	380	7	7	4	7	5	4	6	8	4

Теоретичний матеріал і приклади розрахунку наведені в [1, § 3.1-3,2; 2, §7.1-7.6; 3, гл.6].

Послідовність розрахунку з прикладом

Для схеми (рисунок 3.2) відомо $U_{л} = 42$ В; $R_a = R_b = R_c = 6$ Ом, $X_a = X_b = 8$ Ом. Визначити усі струми, потужності, споживані колом, та коефіцієнт потужності.

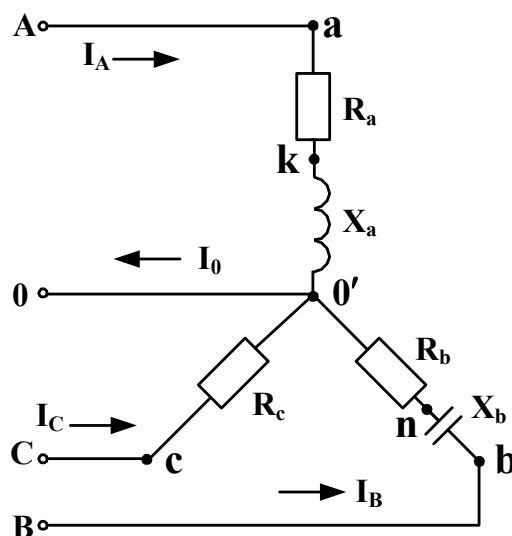


Рисунок 3.2

1 Визначаємо модуль фазної напруги
записуємо комплекси фазних напруг джерела

$$U_{\phi} = \frac{U_{л}}{\sqrt{3}} = \frac{42}{\sqrt{3}} \approx 24\text{В} \quad i$$

$$\underline{U}_A = U_\phi e^{j0^\circ} = 24e^{j0^\circ} \text{ В}, \quad \underline{U}_B = 24e^{-j120^\circ} \text{ В}; \quad \underline{U}_C = 24e^{j120^\circ} \text{ В}.$$

2 Визначаємо комплексні опори кожної фази

$$\underline{Z}_A = R_a + jX_a = 6 + j8 = \sqrt{6^2 + 8^2} e^{j \arctg \frac{8}{6}} = 10e^{j53^\circ} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_B = R_b - jX_b = 6 - j8 = \sqrt{6^2 + 8^2} e^{j \arctg \frac{-8}{6}} = 10e^{-j53^\circ} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_C = R_c = 6e^{j0^\circ} \text{ Ом}.$$

3 За законом Ома визначаємо комплекси лінійних струмів \underline{I}_A , \underline{I}_B , \underline{I}_C .

$$\underline{I}_A = \frac{\underline{U}_A}{\underline{Z}_A} = \frac{24e^{j0^\circ}}{10e^{j53^\circ}} = 2,4e^{-j53^\circ} = 2,4 \cos 53^\circ - j2,4 \sin 53^\circ = (1,44 - j1,92) \text{ А};$$

$$\underline{I}_B = \frac{\underline{U}_B}{\underline{Z}_B} = \frac{24e^{-j120^\circ}}{10e^{-j53^\circ}} = 2,4 e^{-j67^\circ} = (0,94 - j2,21) \text{ А};$$

$$\underline{I}_C = \frac{\underline{U}_C}{\underline{Z}_C} = \frac{24e^{j120^\circ}}{6} = 4e^{j120^\circ} = (-2 + j3,46) \text{ А}.$$

4 Струм у нульовому проводі \bar{I}_0 за I законом Кірхгофа дорівнює

$$\begin{aligned} \bar{I}_0 &= \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C = (1,44 - j1,92) + (0,94 - j2,21) + (-2 + j3,46) = \\ &= 0,38 + j0,67 \end{aligned}$$

5 Визначаємо активну потужність кожної фази:

$$P_A = I_A^2 R_a = 2,4^2 \cdot 6 = 34,56 \text{ Вт};$$

$$P_B = I_B^2 R_b = 2,4^2 \cdot 6 = 34,56 \text{ Вт};$$

$$P_C = I_C^2 R_c = 4^2 \cdot 6 = 96 \text{ Вт}.$$

Активна потужність, що споживається всією системою, буде дорівнювати

$$P_{\text{заг.}} = P_A + P_B + P_C = 34,56 + 34,56 + 96 = 165,12 \text{ Вт}.$$

6 Визначаємо реактивну потужність кожної фази:

$$Q_A = I_A^2 X_a = 2,4^2 \cdot 8 = 46,08 \text{ Вар};$$

$$Q_B = I_B^2 (-X_b) = 2,4^2 \cdot (-8) = -46,08 \text{ Вар};$$

$$Q_C = I_C^2 X_C = 4^2 \cdot 0 = 0 \text{ Вар.}$$

Загальна реактивна потужність

$$Q_{\text{заг}} = Q_A + Q_B + Q_C = 46,08 - 46,08 = 0.$$

7 Повна потужність і коефіцієнт потужності:

$$S = \sqrt{P_{\text{заг}}^2 + Q_{\text{заг}}^2} = 165,12 \text{ ВА}; \quad \cos\varphi = \frac{P_{\text{заг}}}{S} = \frac{165,12}{165,12} = 1.$$

Перелік питань для співбесіди

Задача 1

- 1 Основні елементи електричних кіл, їх характеристики.
- 2 Класифікація електричних кіл, основні визначення.
- 3 Послідовне вмикання опорів, схема і визначення еквівалентного опору.
- 4 Паралельне вмикання опорів, схема і визначення еквівалентного опору.
- 5 Змішане вмикання опорів, схема і визначення еквівалентного опору.
- 6 Закон Ома для замкненого кола та його ділянки.
- 7 Топологічні елементи електричних кіл. Дати визначення.
- 8 Перший закон Кірхгофа. Навести приклад застосування.
- 9 Другий закон Кірхгофа. Навести приклад застосування.
- 10 Розрахунок простих електричних кіл.
- 11 Застосування законів Кірхгофа при розрахунку складних електричних кіл.
- 12 Баланс потужності і його призначення.

Задача 2

- 1 Дати визначення синусоїдного струму. Доцільність використання енергії змінного струму.
- 2 Миттєве значення синусоїдного струму, його параметри.
- 3 Що таке частота змінного струму? Одиниці її вимірювання.

- 4 Індуктивний та ємнісний опори, формули їх визначення.
- 5 Визначення повного опору кола змінного струму при послідовному з'єднанні R, L, C.
- 6 Що називають зсувом фаз у колах змінного струму? Що він показує?
- 7 Взаємозв'язок між повною, активною та реактивною потужностями. Одиниці їх вимірювання.
- 8 Що показує і як визначається коефіцієнт потужності?
- 9 Дати визначення резонансного явища у колі змінного струму. У яких колах може наступати резонанс?
- 10 Умова досягнення резонансу. Якими способами можливо досягти резонансу?
- 11 За якої умови у колі змінного струму може наступити резонанс струмів?
- 12 Економічна значущість резонансу струмів.

Задача 3

- 1 Дати визначення трифазного кола.
- 2 Що являє собою трифазне симетричне джерело напруги?
- 3 Схеми вмикання обмоток трифазного генератора. Навести схеми.
- 4 Яке навантаження називається симетричним?
- 5 Чотирипровідна схема живлення. Коли вона застосовується?
- 6 Які струми і напруги називаються фазними, лінійними?
- 7 Зв'язок між фазною та лінійною напругою при з'єднанні «зірка-зірка» з нульовим проводом.
- 8 Призначення нейтрального проводу у схемі «зірка-зірка» при несиметричному навантаженні.
- 9 Що станеться з чотирипровідною схемою живлення при обриві лінійного проводу?
- 10 Чому при симетричному навантаженні не потрібен нульовий провід?
- 11 Яке явище у трифазних колах називають перекосом фаз? До яких наслідків воно може призвести?
- 12 Чому у нульовому проводі не дозволяється установлення вимикачів або запобіжників?

13 Навести схему вмикання навантаження «трикутником». Показати фазні та лінійні струми та напруги.

14 Переваги чотирипровідної схеми живлення перед вмиканням навантаження «трикутником».

Список літератури

1 Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1983.

2 Сборник задач по электротехнике и основам электроники / Под ред. В.С. Пантюшина. – М.: Высш. шк., 1979.

3 Электротехника / Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высш. шк., 1985.

4 Электротехника / Под ред. проф. В.С. Пантюшина. – М.: Высш. шк., 1976.

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

6 Борисов Ю.М., Липатов Д.Н., Зорин Ю.Н. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

7 Сборник задач по электротехнике и основам электроники / Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высш. шк., 1987.

Додаток А

Позначення комплексних величин

Комплексні величини слід позначати так:

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

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.

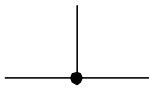
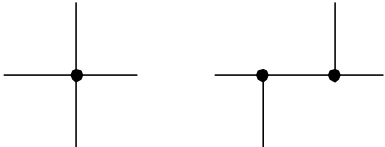
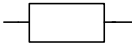
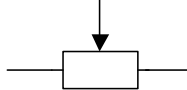



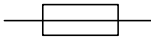



Спряжена комплексна величина

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

Додаток Б

Умовні графічні позначення, застосовувані в схемах

Таблиця Б.1

Найменування	Позначення
Струм постійний	—
Струм змінний	~
Струм змінний, частотою 10 кГц	~ 10 кГц
Струм змінний трифазний 50 Гц	3 ~ 50 Гц
Лінія електричного зв'язку з відгалуженнями: а) одним	
б) двома	
Резистор постійний	
Резистор змінний у реостатному вмиканні	
Котушка індуктивності	
Конденсатор постійної ємності	
Конденсатор змінної ємності	
Запобіжник плавкий	
Обмотка трифазна, з'єднана в «зірку»	
Обмотка трифазна, з'єднана в «трикутник»	
Корпус (машини, апарата, приладу)	

Додаток В

Буквені позначення та одиниці вимірювання основних електричних величин

Таблиця В.1

Розмір		Одиниця вимірювання	
найменування	буквені позначення (за ГОСТ 1494)	найменування	позначення
Ємність електрична	C	фарад	Ф
Заряд електричний	Q, q	кулон	Кл
Індуктивність власна	L		
Потужність; потужність активна	P	ват	Вт
Потужність повна	S	вольт- ампер	ВА
Потужність реактивна	Q	вар	вар
Напруга електрична	U, u	вольт	В
Період коливань	T	секунда	с
Потенціал електричний	ϕ	вольт	В
Зсув фаз між напругою і струмом	ϕ	градус	град
Сила електрорушійна	E, e	вольт	В
Опір електричний	R	ом	Ом
Опір електричний активний	R	ом	Ом
Опір електричний повний	Z	ом	Ом
Опір електричний реактивний	X	ом	Ом
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.