

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра «Електротехніка та електричні машини»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни

«ЕЛЕКТРОТЕХНІКА»

**для студентів денної форми навчання
зі спеціальності «ЛОКОМОТИВИ»**

Харків - 2011

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Електротехніка та електричні машини” 11 червня 2010 р., протокол № 10.

Укладачі:

доценти В.С. Блиндюк,
А.А. Прилипко,
асист. О.Є. Зінченко

Рецензент

доц. С.В. Кошевий

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни

«ЕЛЕКТРОТЕХНІКА»

для студентів денної форми навчання
зі спеціальності «ЛОКОМОТИВИ»

Відповідальний за випуск Прилипко А.А.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 30.06.10 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.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Кафедра електротехніки та електричних машин

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи
з дисципліни «Електротехніка»
для студентів денної форми навчання
зі спеціальності «Локомотиви»**

Харків 2011

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Електротехніка та електричні машини” 11 червня 2010 р., протокол № 10.

Укладачі:
доценти В.С. Блиндюк,
А.А. Прилипко,
асист. О.Є. Зінченко

Рецензент
доц. С.В. Кошевий

ЗМІСТ

Загальні вказівки до самостійної роботи.....	4
1 Лінійні електричні кола постійного струму.....	5
2 Однофазні електричні кола змінного струму.....	10
3 Трифазні кола синусоїдного струму.....	13
4 Основи електроніки та електричні вимірювання.....	17
Список літератури.....	22

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Пропоновані у методичних вказівках завдання охоплюють увесь матеріал курсу і відповідають програмі, затвердженій Міністерством освіти і науки України.

При вивченні курсу студенти отримують необхідні знання з основних методів розрахунку і фізичних процесів, з якими доводиться зустрічатись в теорії електричних кіл, електричних вимірювань та електроніки. Метою розв'язання задач є засвоєння студентами відповідних розділів курсу.

При необхідності їх кількість і тематика можуть бути відкориговані згідно з навчальним планом.

При підготовці до розв'язання необхідно відповісти на контрольні запитання, які наведені на початку кожної теми. При самостійній роботі студентам необхідно мати калькулятор.

За консультацією студент може звернутися до викладача.

1 Лінійні електричні кола постійного струму

При підготовці до розв'язання наступних задач студенти зобов'язані відповісти на такі запитання:

- 1 Електричне коло і його елементи. Параметри активних і пасивних елементів електричних кіл. Схеми електричних кіл.
- 2 Основні закони електричних кіл. Закон Ома для кола постійного струму з пасивними та активними приймачами.
- 3 Перший і другий закони Кірхгофа для постійного струму.
- 4 Закон Джоуля-Ленца. Потужність в колах постійного струму. Баланс потужності.
- 5 Розрахунок кіл постійного струму з одним джерелом енергії при послідовному, паралельному і мішаному з'єднанні пасивних приймачів.
- 6 Розрахунок розгалужених кіл постійного струму за допомогою законів Кірхгофа.
- 7 Розрахунок кіл постійного струму методом контурних струмів.
- 8 Розрахунок кіл постійного струму методом двох вузлів.
- 9 Лінія електропостачання постійного струму.

1.1 Напряга на затискачах джерела ЕРС навантаженого опором $R=250$ Ом, $U=4,5$ В. Напряга на затискачах того ж джерела без навантаження $U=4,77$ В. Визначити внутрішній опір джерела.

1.2 Електричне коло складається з трьох резисторів R_1 , R_2 , R_3 . Струм у колі $I=0,2$ А. Відомо: $U_1=2$ В; $R_3=5$ Ом; $R_{\text{екв}}=25$ Ом. Визначити: R_1 , R_2 , $U_{\text{вх}}$, U_2 , U_3 .

1.3 Дано: $U=27$ В; $R_1=40$ Ом; $R_2=75$ Ом; $R_3=70$ Ом; $R_4=80$ Ом (рисунок 1.1). Визначити струми на всіх ділянках кола і потужність, яку споживає коло.

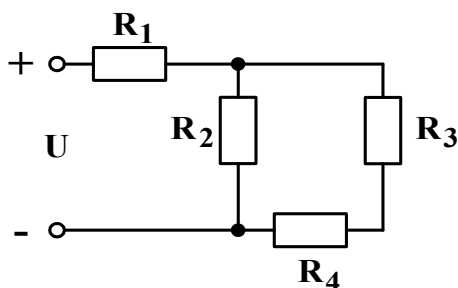


Рисунок 1.1

1.4 До джерела постійного струму з напругою $U=300$ В паралельно підключено чотири електролампи з опорами $R_1=R_2=1200$ Ом, $R_3=500$ Ом, $R_4=750$ Ом. Визначити загальний опір і провідність кола, струми в лампах і загальну потужність, яка споживається.

1.5 Дано: $U=18$ В, $R_1=4$ Ом; $R_2=3$ Ом; $R_3=6$ Ом (рисунок 1.2). Визначити напругу на резисторі R_1 .

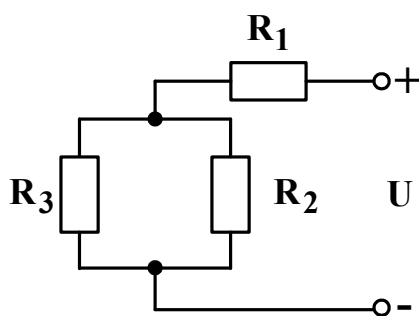


Рисунок 1.2

1.6 Визначити час, необхідний для зарядження акумулятора з внутрішнім опором $R_0=10$ Ом, якщо напруга, підведена до батареї, – $U=24$ В, а енергія – $W=0,4$ кВт.ч.

1.7 Визначити опір електроламп при вказаних на них потужностях $P=25, 40, 60, 100, 150, 500$ Вт і напрузі $U=220$ В.

1.8 Дано: $E=20$ В; $R_1=1$ Ом; $R_2=2$ Ом; $R_3=2$ Ом; $R_4=3$ Ом (рисунок 1.3). Визначити струм, який протікає крізь джерело ЕРС, і потужність джерела.

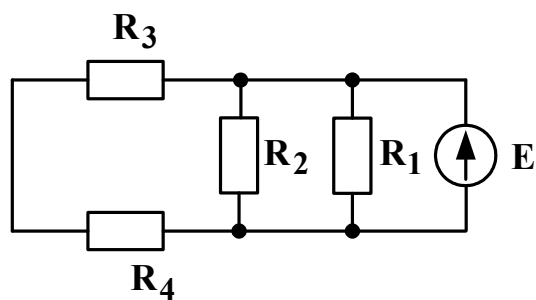


Рисунок 1.3

1.9 На вхід дільника (затискачі 1-5) подано напругу $U=100\text{ В}$ (рисунок 1.4).

Визначити напругу між затискачами 1-2; 1-3; 1-4.

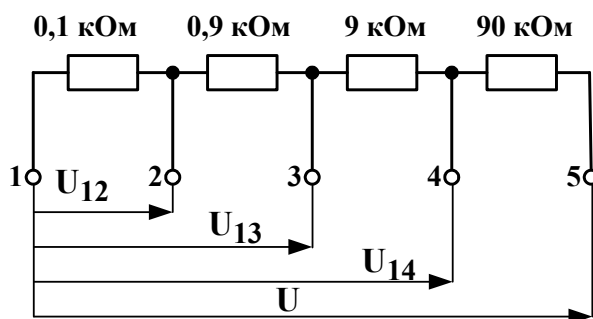


Рисунок 1.4

1.10 Як зміниться напруга на ділянках кола при збільшенні R_1 , якщо $U=\text{const}$ (рисунок 1.5)?

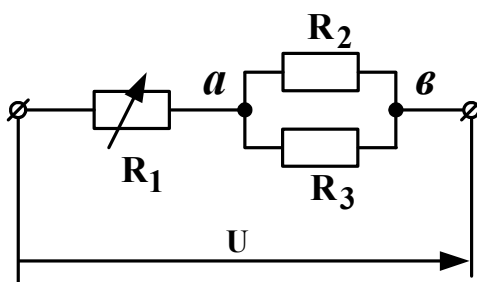


Рисунок 1.5

1.11 Скласти систему рівнянь для визначення струмів у вітках схеми (рисунок 1.6) методом безпосереднього застосування законів Кірхгофа. Записати в загальному вигляді струми у вітках схеми, визначені методом двох вузлів.

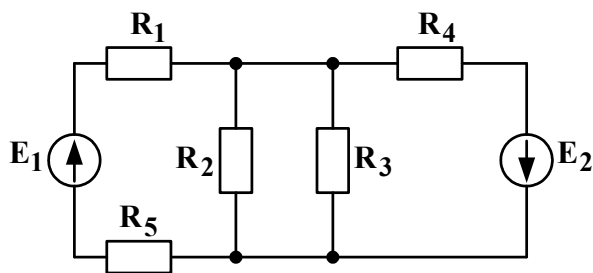


Рисунок 1.6

1.12 Записати рівняння за першим і другим законами Кірхгофа для схеми, зображеної на рисунку 1.7.

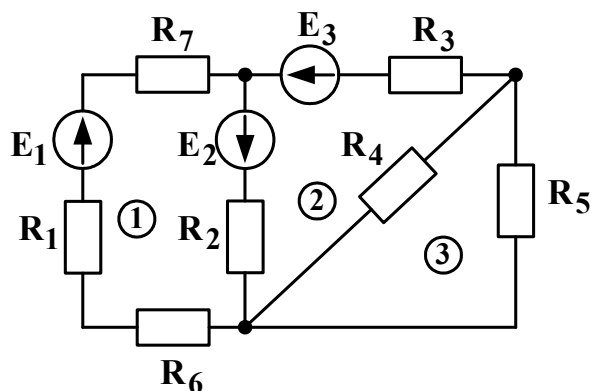


Рисунок 1.7

1.13 Записати рівняння, які необхідні для визначення струмів у вітках методом контурних струмів (рисунок 1.8). Виразити дійсні струми у вітках через контурні.

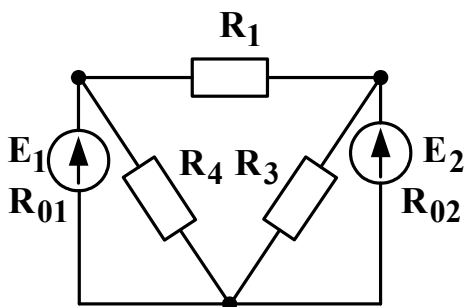


Рисунок 1.8

1.14 Дано: $E_1=201,5$ В; $E_2=201$ В; $R=100$ Ом; $R_{01}=1$ Ом; $R_{02}=2$ Ом (рисунок 1.9) Визначити струми у вітках. Задачу розв'язати методом контурних струмів.

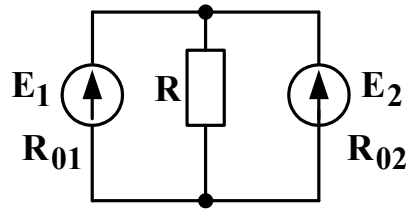


Рисунок 1.9

1.15 Дано: $E_1=36$ В; $E_2=27$ В; $R_1=3$ Ом; $R_3=6$ Ом (рисунок 1.10) Визначити струми у всіх вітках і потужності, які споживають приймачі.

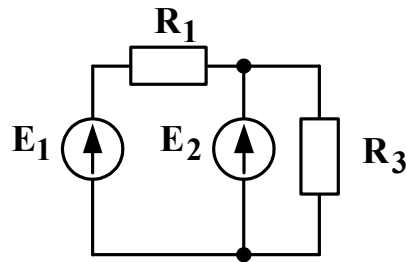


Рисунок 1.10

1.16 Двопровідна лінія постійного струму живиться від джерела потужністю $P_{дж.}=2,5$ кВт. Струм споживання $I=12$ А, опір лінії $R_{л}=2$ Ом. Визначити потужність навантаження $P_{нав.}$, втрати напруги ΔU і ККД лінії.

1.17 Напруга на затискачах джерела ЕРС навантаженого опором $R=250$ Ом, $U=4,5$ В. Напруга на затискачах того ж джерела без навантаження $U=4,77$ В. Визначити внутрішній опір джерела.

1.18 В електричному колі, яке складається із джерела і приймача електричної енергії, струм $I=2$ А. Внутрішній опір джерела 1 Ом. Опір приймача $R=23$ Ом. Накреслити схему кола і визначити:

1) ЕРС джерела; 2) потужність приймача, потужність і ККД джерела.

1.19 Двопровідна лінія постійного струму живиться від джерела потужністю $P_{дж.}=2,5$ кВт. Опір лінії $R_{л}=4$ Ом, струм в лінії $I=10$ А. Визначити опір навантаження, напругу на вході лінії U_1 і на навантаженні U_2 .

2 Однофазні електричні кола змінного струму

При підготовці до розв'язання наступних задач студенти зобов'язані відповісти на такі запитання:

1 Електричні кола змінного струму. Основні параметри синусоїдних ЕРС, струмів і напруг.

2 Подання змінних напруг і струмів у вигляді векторів та комплексних чисел.

3 Конденсатори та котушки індуктивності у колі змінного струму. Трикутник опорів.

4 Закон Ома для кола змінного струму. Резонанс напруг та його наслідки.

5 Паралельне з'єднання котушки і конденсатора.

6 Резонанс струмів і його наслідки.

7 Повна, активна та реактивна потужність кіл змінного струму.

8 Коефіцієнт потужності та його значення.

2.1 В коло змінного струму послідовно включені резистор з $R = 3 \text{ Ом}$ і конденсатор $X_C = 4 \text{ м}$. До кола прикладена напруга $u = 141 \sin \omega t \text{ В}$.

2.2 На резисторі з опором $R=15 \text{ Ом}$ миттєве значення напруги $U = 120 \sin (314 t - \psi_U) \text{ В}$. Записати вираз для миттєвого значення струму і визначити його амплітудне і діюче значення.

2.3 За умови задачі 2.2 визначити повний опір кола Z , напругу на вході кола, а також напруги на резисторі і конденсаторі. Побудувати векторну діаграму напруг і струму і трикутник опорів і потужностей.

2.4 В електричному колі змінного струму задані миттєві значення напруги і струму $u = 28,2 \sin(628t + 4\pi/9) \text{ В}$; $i = 2,82 \sin(628t + 5\pi/18) \text{ А}$. Визначити характер навантаження кола, а також активну P , реактивну Q і повну S потужності кола.

2.5 В коло змінного струму включено котушку індуктивності, у якої $R_K = X_L = 3 \text{ Ом}$, а напруга на активному опорі $U_R = 60 \text{ В}$. Визначити напругу на реактивному опорі котушки U_L , напругу U , що прикладена до котушки, активну P , реактивну Q і повну S потужності.

2.6 Дано: $U=100 \text{ В}$; $R_1 = 100 \text{ Ом}$; $R_2 = 40 \text{ Ом}$; $X_L = 50 \text{ Ом}$ (рисунок 2.1). Визначити U_1 ; U_a ; U_L , а також зсув по фазі між струмом і напругою.

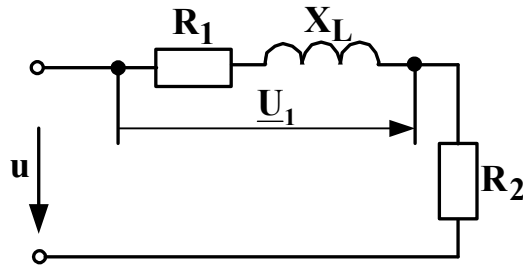


Рисунок 2.1

2.7 В коло змінного струму послідовно включені котушка індуктивності і конденсатор $L = 1,5 \text{ Гн}$, $C = 42 \text{ мкФ}$, $R_K = 50 \text{ Ом}$, напруга на вході кола $U = 100 \text{ В}$. У колі спостерігається резонанс напруг. Визначити резонансну частоту f_0 , струм в колі I , U_L і U_C . Побудувати векторну діаграму.

2.8 Дано: $U = \sqrt{2} 220 \sin 314 t$; $I_A = 4 \text{ А}$, $X_L = 5 \text{ Ом}$ (рисунок 2.2). Визначити показник вольтметра, опір R , активну P і реактивну Q потужності кола. Побудувати векторну діаграму.

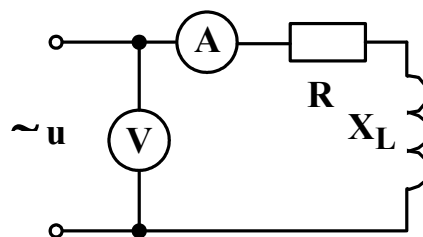


Рисунок 2.2

2.9 Котушка з індуктивністю L і активним опором R підключена в коло змінного струму з частотою f . Як зміниться струм через котушку, якщо її підключити до джерела постійного струму.

2.10 Дано: $u = \sqrt{2} 127 \sin 314 t$ В; $R = 12$ Ом; $L = 159$ Гн; $C = 127$ мкФ (рисунок 2.3). Визначити струм в колі. Побудувати векторну діаграму струмів і трикутник опорів і потужностей.

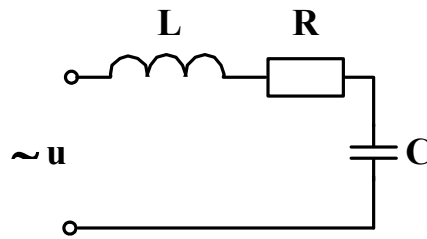


Рисунок 2.3

2.11 Дано: $U = 100$ В; $\psi_u = 30^\circ$; $R = 4$ Ом; $X_C = 3$ Ом (рисунок 2.4) Визначити I , P , Q , S . Записати миттєве значення струму і побудувати векторну діаграму.

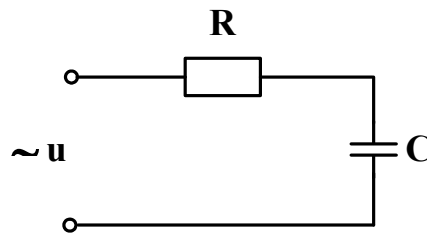


Рисунок 2.4

2.12 Дано: $U = \sqrt{2} 100 \sin 314 t$; $r_L = 0,05$ Ом; $g = 0,12$ Ом (рисунок 2.5). Визначити струми в колі; P ; Q ; S і $\cos \varphi$.

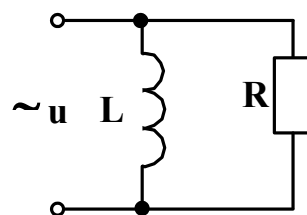


Рисунок 2.5

2.13 Дано: $I = 6$ А, $X_C = 4$ Ом, $R = 3$ Ом (рисунок 2.6). Визначити: I_C ; I_R ; U ; P ; Q ; S . Побудувати векторну діаграму струмів.

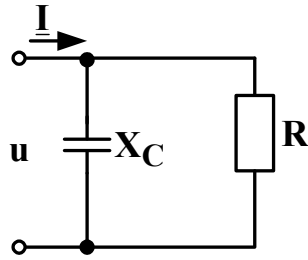


Рисунок 2.6

2.14 Дано: $U = 60 \text{ В}$, $I = 2 \text{ А}$ (рисунок 2.7). Визначити потужність кола при резонансі.

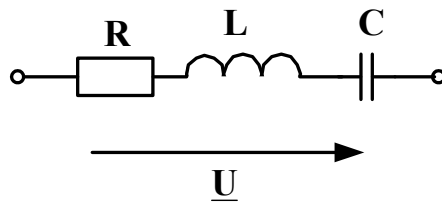


Рисунок 2.7

3 Трифазні кола синусоїдного струму

При підготовці до розв'язання наступних задач студенти зобов'язані відповісти на такі запитання:

- 1 Способи з'єднання трифазного джерела живлення.
- 2 Методика розрахунку трифазного кола при симетричних приймачах, з'єднаних "зіркою".
- 3 Методика розрахунку трифазного кола при несиметричних приймачах, з'єднаних "зіркою".
- 4 Розрахунок трифазного кола з приймачами з'єднаними "трикутником".
- 5 Розрахунок потужності в трифазних колах.
- 6 Аварійні режими роботи трифазних кіл.

3.1 Дано: $U_{л} = 42 \text{ В}$; $R_a = R_b = R_c = 6 \text{ Ом}$, $X_a = X_b = 8 \text{ Ом}$ (рисунок 3.1). Знайти: усі струми, активні потужності, споживані колом.

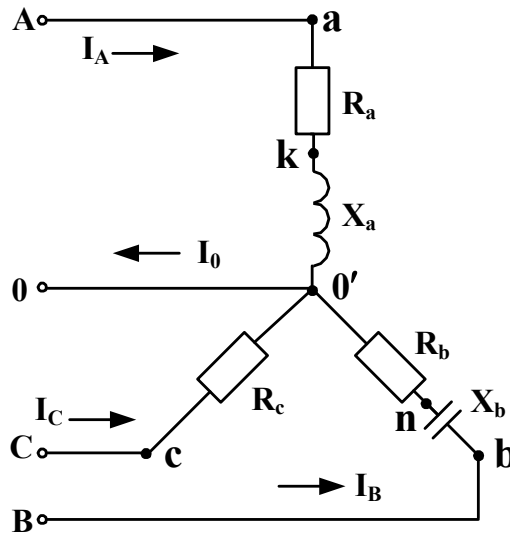


Рисунок 3.1

Розв'язання. Якщо опір нейтрального проводу $Z_0 = 0$, то трифазна система розпадається на три незалежних однофазних кола з джерелом живлення відповідно \underline{U}_A , \underline{U}_B , \underline{U}_C .

Визначаємо модуль фазної напруги U_ϕ :

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

Визначаємо комплекси фазних напруг.

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

Визначаємо комплексні опори кожної фази

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

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

$$\underline{Z}_C = R_c = 6 \text{ Ом}.$$

Визначаємо комплекси лінійних струмів \underline{I}_A , \underline{I}_B , \underline{I}_C :

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

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

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

Струм у нульовому проводі \underline{I}_0 дорівнює

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

Визначаємо активну потужність кожної фази. Якщо активна потужність споживається тільки активними опорами, то

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

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

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

Активна потужність, що споживається всією системою, буде дорівнювати

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

3.2 Симетричне навантаження включено у трифазне коло за схемою “трикутник”. Опір фази $R=10 \text{ Ом}$, $U_{\text{л}}=220\text{В}$. Визначити фазний і лінійний струми, потужність, що споживається.

3.3 Три однакові котушки включені у чотирипровідну трифазну мережу з лінійною напругою $U_{\text{л}}=380\text{В}$. Активний опір котушок $R=4 \text{ Ом}$, індуктивний $X_L=3 \text{ Ом}$. Схема включення – “зірка”. Визначити струм у лінії $I_{\text{л}}$, повну потужність, що споживається.

3.4 Дано: $I_A = I_B$; $I_{bc} = I_{ca}$ (рисунок 3.2). Якому аварійному режиму відповідають умови задачі?

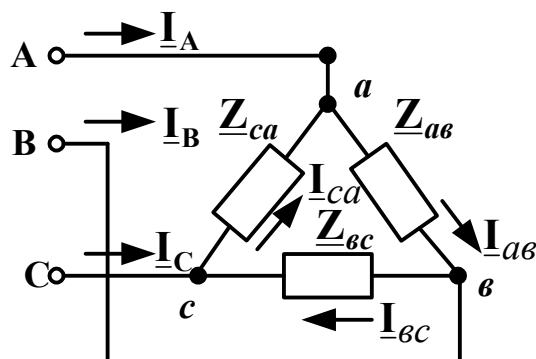


Рисунок 3.2

3.5 До трифазного кола підключено симетричне навантаження, з'єднане за схемою “трикутник”. Амперметр

включено у фазу “АВ”. Як зміняться його показання при обриві лінійного проводу “В”?

3.6 Лінійна напруга кола $U_{л} = 380 \text{ В}$, струм у проводах лінії $I_{л} = 17,3 \text{ А}$. Коефіцієнт потужності кола $\cos \varphi = 0,8$ (рисунок 3.3). Визначити активну, реактивну і повну потужності, що споживається колом.

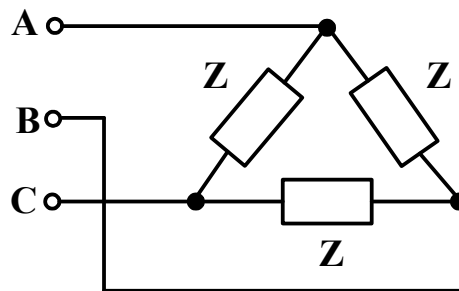


Рисунок 3.3

3.7 Симетричне навантаження включено у трифазне коло за схемою “трикутник”. Визначити фазні і лінійні струми і повну потужність, що споживається колом, якщо $U_{л} = 660 \text{ В}$, а опір фази $Z = 6 \text{ Ом}$.

3.8 В електричному колі $r_{\theta} = r_c = 2r_A$ (рисунок 3.4). Як зміняться струми в колі, якщо перегорить запобіжник у фазі “А”?

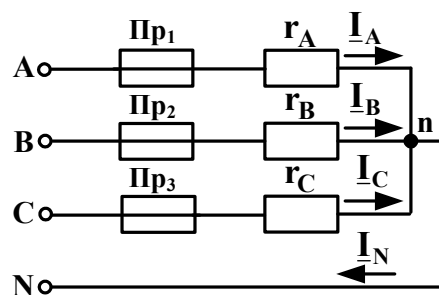


Рисунок 3.4

3.9 Трифазне симетричне навантаження з’єднане “трикутником”. Лінійний струм $I_a = 40 \text{ А}$. Як зміниться лінійний струм при включенні навантаження “зіркою”?

3.10 Дано: $U_{л} = 380 \text{ В}$, $X_{C1} = X_{C2} = X_{C3}$ (рисунок 3.5). Визначити U_{Cn} при нормальному режимі роботи і обриві фази “А”.

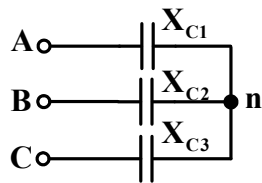


Рисунок 3.5

3.11 Як зміняться показання амперметрів після замикання рубильника (рисунок 3.6)?

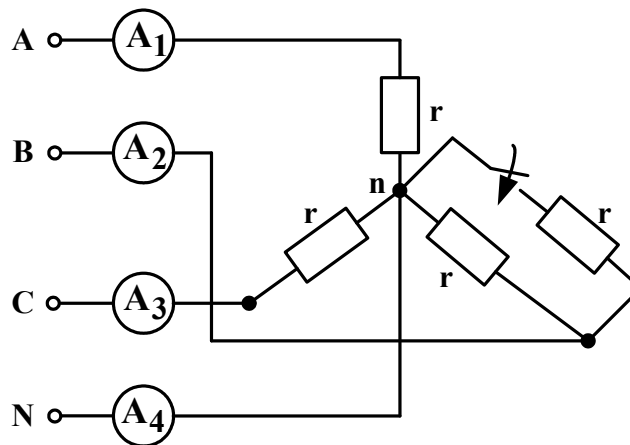


Рисунок 3.6

3.12 У трифазне коло включений симетричний приймач за схемою “трикутник”. Повна потужність, що споживається приймачем, $S = 3 \text{ кВА}$. Визначити S при включенні приймача “зіркою”.

4 Основи електроніки та електричні вимірювання

При підготовці до розв’язання наступних задач студенти зобов’язані відповісти на такі запитання:

- 1 Електронно-зірковий перехід і його властивості.
- 2 Принцип дії і параметри випрямних діодів.
- 3 Принцип дії і параметри біполярних транзисторів.
- 4 Схеми вмикання транзисторів.
- 5 Мостові схеми випрямляча.
- 6 Класифікація електровимірювальних приладів та їх метрологічні характеристики.
- 7 Розрахунок систематичних похибок вимірів.

8 Вимірювання струму і напруги в колах постійного і змінного струму.

9 Вимірювання потужності в колах постійного і змінного струму.

10 Вимірювання опору різної величини.

4.1 Вольтметр класу точності 1,0 з межею вимірювання 300 В, що має максимальне число поділок 150, повірено на позначках 30, 60, 100, 120 і 150 поділок, при цьому абсолютна похибка у цих позначках склала 1,8; 0,7; 2,5; 1,2 і 0,8 В. Визначити, чи відповідає прилад вказаному класу точності, а також похибки на кожній позначці.

Розв'язання. Вольтметр класу точності 1,0 з межею вимірювання 300 В має найбільшу абсолютну похибку 3 В. Так як значення абсолютної похибки на усіх повіряємих позначках, що повіряються, менше 3 В, то прилад відповідає класу точності 1,0.

Відносні похибки:

$$\beta = \frac{\Delta U}{U} 100\% ; \beta_1 = \frac{1,8}{30 \cdot 2} 100\% = 3\% ; \beta_2 = \frac{0,7}{60 \cdot 2} 100\% \approx 0,6\% ;$$
$$\beta_3 = \frac{2,5}{100 \cdot 2} 100\% = 1,25\% ; \beta_4 = \frac{1,2}{120 \cdot 2} 100\% = 0,5\% ; \beta_5 = \frac{0,85}{150 \cdot 2} 100\% = 0,28 \approx 0,3\% .$$

Методом амперметра і вольтметра вимірюється опір за схемою рисунка 4.1.

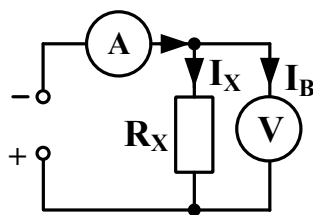


Рисунок 4.1

4.2 Показання амперметра і вольтметра такі:

$U=4,8$ В, $I=0,15$ А. Прилади мають клас точності 1,0 і межі вимірювання $I_{пр} = 250$ мА, $U_{пр} = 7,5$ В. Визначити опір, що вимірюється, найбільшу абсолютну і відносну похибки вимірювання.

Розв'язання. Опір, що вимірюється,

$$R_x = U / I = 4,8 / 0,15 = 32 \text{ Ом.}$$

Найбільша абсолютна похибка вольтметра і амперметра відповідно з вказаними межами і класом точності 1,0

$$\begin{aligned} \Delta U_{\max} &= 1\% U_{\text{пр}} = 0,075 \text{ В,} \\ \Delta I_{\max} &= 1\% I_{\text{пр}} = 2,5 \text{ мА} = 0,0025 \text{ А.} \end{aligned}$$

Найбільше значення опору, що вимірюється з урахуванням класу точності застосованих приладів,

$$R_{x\max} = \frac{U + \Delta U_{\max}}{I - \Delta I_{\max}} = \frac{4,8 + 0,075}{0,15 - 0,0025} = 33,05 \text{ Ом.}$$

Тоді відносна похибка виміру

$$\frac{R_{x\max} - R_x}{R_x} 100\% = \frac{32 - 33,05}{32} 100\% = 3,28\% .$$

4.3 Зразковий і технічний амперметри включені послідовно. Показання зразкового приладу $I_0 = 5\text{А}$, показання технічного амперметра $I = 5,07\text{А}$. Знайти абсолютну і відносну похибки вимірювання технічним приладом.

4.4 Вольтметр має клас точності 2,5 і має межу вимірювання $U_n = 300\text{В}$. Знайти допустимі значення відносної похибки вимірювання, якщо значення вимірюваної напруги: у випадку а) $U_1 = 300\text{В}$; б) $U_2 = 250\text{В}$.

4.5 Вольтметр з межею вимірювання $7,5 \text{ В}$ і числом поділок шкали $N=150$ має найбільшу абсолютну похибку $\Delta U_{\max} = 36 \text{ мВ}$. Визначити клас точності приладу і відносну похибку в точках **40, 80, 90, 100 і 120** поділок.

4.6 Міліамперметр з межею вимірювання $I_A = 300 \text{ мА}$ і числом поділок шкали $N=150$ було повірено у точках **20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 і 150** поділок. Зразковий прилад дав такі показання, мА: **39,8; 80,1; 120,4; 159,7; 199,5; 240; 279,6; 300,3**. Визначити клас точності приладу і побудувати графік поправок.

4.7 Міліамперметр магнітоелектричної системи з межею вимірювання $I_n = 30 \text{ мА}$ і внутрішнім опором $R_A = 1 \text{ Ом}$ має

рівномірну шкалу, розподілену на 100 поділок. Що треба зробити, щоб прилади можна було використовувати як вольтметр з межею вимірювання $U_n = 600 \text{ В}$. Знайти ціну поділок вольтметра.

4.8 Амперметр з межею вимірювання $I_n = 5 \text{ А}$, з ціною поділок $0,05 \text{ А/діл}$ і внутрішнім опором $R_A = 0,02475 \text{ Ом}$ необхідно використати для вимірювання струму порядку 400 А . Підібрати необхідний шунт і знайти ціну поділок приладу з шунтом.

4.9 Вимірювальний механізм магнітоелектричної системи зі струмом повного відхилення стрілки $I_N = 100 \text{ мА}$ і внутрішнім опором рамки приладу $r_{им} = 100 \text{ Ом}$ необхідно використати як вольтметр з межею вимірювання 100 В . Визначити величину додаткового опору і потужність, що споживається вольтметром.

4.10 Для розширення межі вимірювання амперметра з внутрішнім опором $r_A = 0,5 \text{ Ом}$ в 50 разів необхідно підключити шунт. Визначити опір шунта, струм повного відхилення стрілки приладу і максимальне значення струму на розширеній межі, якщо падіння напруги на шунті $U_{ш} = 75 \text{ мВ}$.

4.11 Мікроамперметр з межею вимірювання 1000 мкА і внутрішнім опором $r_A = 300 \text{ Ом}$. Необхідно використати як вольтметр на межу 30 В . Визначити величину додаткового опору.

4.12 Для вимірювання потужності в мережі з підвищеною напругою ватметр увімкнено через вимірювальні трансформатори струму і напруги ($K_I = 150/5$; $K_U = 1000/100$). Припустима відносна похибка ватметра $1,5 \%$. Зобразити схему ввімкнення ватметра, знайти потужність в мережі, якщо показання ватметра $P_w = 170 \text{ Вт}$. Визначити абсолютну похибку вимірювання потужності.

4.13 Опір R вимірюється непрямим методом. Показання приладів (рисунок 4.2): $I = 1,5 \text{ А}$, $U = 8 \text{ В}$. Визначити значення R і методичну похибку вимірювання, якщо опір вольтметра $R_V = 20 \text{ кОм}$.

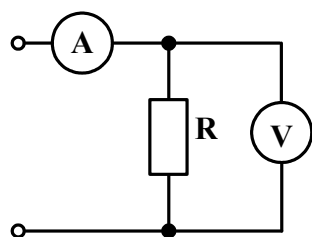


Рисунок 4.2

4.14 Опір R_x вимірюється за допомогою амперметра і вольтметра. Показання приладів (рисунок 4.4): $I = 0,1$ А; $U = 12$ В; $R_A = 0,2$ Ом. Визначити R_x і похибку вимірювання.

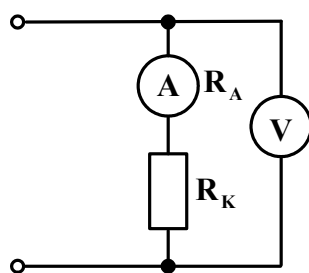


Рисунок 4.3

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Електротехніка / Под ред. В.С. Пантюшина. – М.: Высшая школа, 1993.
- 2 Родзевич В.Е. Загальна електротехніка. – К.: Вища школа, 1993.
- 3 Електротехніка / Под ред. В.Г.Герасимова. – М.: Высшая школа, 1985.
- 4 Сборник задач по электротехнике и основам электроники / Под ред. В.С. Пантюшина. – М.: Высшая школа, 1979.

5 Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Маслеников В.В. Задачник по общей электротехнике с основами электроники. – М.: Высшая школа, 1991.