

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

До друку і в світ дозволяю

Проректор

Гладкий І.П.

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до контрольної роботи з дисциплін  
“Електротехніка, електроніка та  
мікропроцесорна техніка”,  
“Теорія електричних сигналів і кіл”  
для студентів всіх форм навчання за напрямками  
6.050503, 6.051001

Всі цитати, цифровий,  
фактичний матеріал  
і бібліографічні  
відомості перевірені,  
написання одиниць  
відповідає стандартам

Затверджено  
методичною радою  
університету.  
Протокол №  
від . .2013

Упорядники

О.В. Бажинов

Г.С. Серіков

І.О. Серікова

С.В. Дмитрієва

Відповідальний за випуск

О.В. Бажинов

Харків ХНАДУ 2013

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до контрольної роботи з дисциплін  
“ Електротехніка, електроніка та  
мікропроцесорна техніка”,  
“ Теорія електричних сигналів і кіл ”

Харків 2013

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до контрольної роботи  
з дисциплін „Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна  
техніка“, «Теорія електричних сигналів і кіл»  
для студентів усіх форм навчання  
спеціальностей 6.05050304, 6.05050305, 6.05050308, 6.051001

Затверджено методичною  
радою університету,  
протокол №      від                      р.

**Харків 2013**

Укладачі:: О.В. БАЖИНОВ  
Г.С. СЕРКОВ  
І.О. СЕРКОВА  
С.В.ДМИТРИЄВА

Кафедра Автомобільної електроніки

## **Загальні положення**

Курсова робота з дисципліни «Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка» виконується в п'ятому семестрі студентами спеціальності 7.090214 "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні машини і обладнання».

Метою роботи є отримання студентами практичних навиків щодо аналізу складних кіл постійного та змінного струму з використанням найбільш поширених методів їх розрахунку.

Студенти повинні навчитися правильно оформлювати курсову роботу, працювати самостійно, використовувати літературу та робити відповідні висновки за результатами розрахунків.

Курсова робота виконується на підставі завдання відповідно до варіанта, який визначається викладачем.

Звіт оформлюється у вигляді пояснювальної записки згідно з вимогами Держстандарту України. Приклад оформлення титульного листа наведено у додатку А.

Пояснювальна записка повинна складатися з наступних розділів:

1. Вступ, який містить загальні відомості про складні електричні кола, основні їх терміни та визначення.
2. Завдання на виконання курсової роботи з вихідною схемою та значеннями її електричних величин.
3. Сутність заданого методу розрахунку.
4. Розрахунок кола з детальним поясненням кожного етапу обчислень.
5. Перевірка розрахунку кола за допомогою відповідних способів.
6. Заключення, що містить висновки за результатами виконаної роботи.
7. Перелік літератури.
8. Зміст.

## **Завдання на контрольну роботу**

Згідно з вихідними даними, наведеними у додатках Б і В, розрахувати електричне коло постійного та змінного струму відповідним методом. Проміжні розрахунки зробити методом

еквівалентних перетворень. При оформленні роботи треба привести остаточну електричну схему кола, всі графічні позначення якої повинні відповідати стандарту. У роботі докладно описується кожний етап розрахунку кола та приводяться відповідні формули. Результати обчислень треба записувати з точністю до 3-4 знаків після коми.

Перевірку кожного етапу обчислень, а також загального результату проводити за допомогою балансу потужностей та векторних діаграм.

## 1. Розрахунок складних електричних кіл постійного струму

У даній роботі використовуються такі методи розрахунку

- метод закону Кірхгофа;
- метод контурних струмів;
- метод вузлової напруги;
- метод накладення.

Для розрахунку кожного кола використовуються два методи, які вказано в табл. Б.1

Варіанти схем, приведені на рис. Б.1, Б.2, Б.3, вказано в табл. Б.2, Б.3, Б.4, а відповідні вихідні дані в табл. Б.5, Б.6, Б.7.

Остаточну електричну схему згідно з варіантом завдання, яке видає викладач, треба привести до виду, представленого на рис. 1.

Далі наведено приклади розрахунку складного електричного кола різними методами, вихідні дані якого такі:

$$E_1 = 250\text{В}; E_2 = 180\text{В}; E_3 = 40\text{В};$$

$$R_1 = 9\text{Ом}; R_2 = 16\text{Ом}; R_3 = 8\text{Ом}$$

Вибираємо напрямки струмів  $I_1, I_2, I_3$  у гілках схеми (рис. 1) і вказуємо їх на схемі пунктирними лініями.

Вибираємо напрямок обходу контурів за годинниковою стрілкою.

Схема (рис. 1) містить два вузли А і В. По I закону Кірхгофа складаємо одне рівняння (для вузла А).

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0 \quad (1)$$

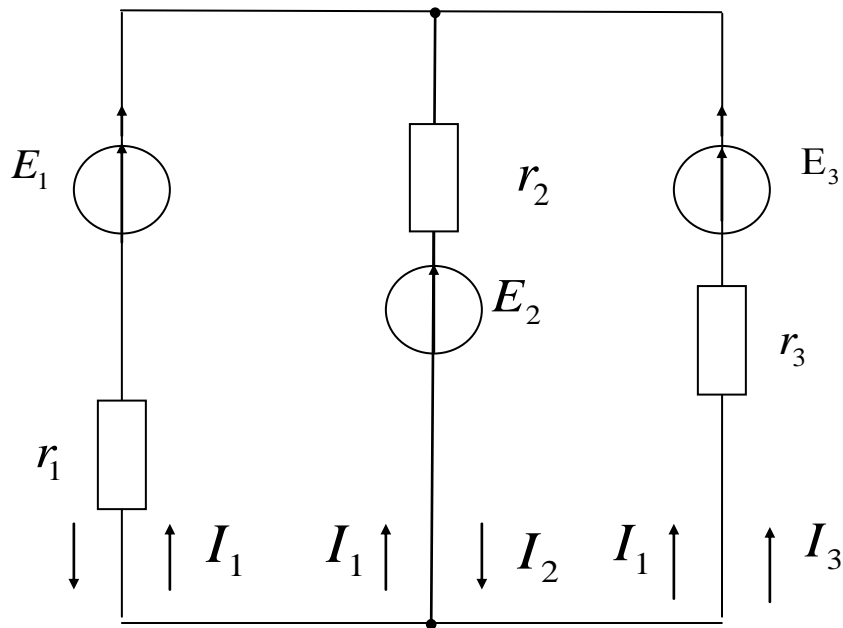


Рисунок 1 - Остаточна електрична схем

### 1.1 Розрахунок електричного кола за допомогою законів Кірхгофа

У задачі маються три невідомих - струми  $I_1$ ,  $I_2$  і  $I_3$ . Необхідно скласти ще два рівняння по II закону Кірхгофа:

$$E_1 + E_2 = I_1 r_1 + I_2 r_2 \quad (2)$$

$$E_1 + E_2 = I_1 r_1 + I_2 r_2 \quad (3)$$

Підставляючи в рівняння (2) - (3) вихідні дані, використовуючи рівняння (1), одержуємо:

$$I_1 = +19,77 \text{ А}; \quad I_2 = +15,75 \text{ А}; \quad I_3 = +4,02 \text{ А}.$$

Вказуємо на схемі суцільними лініями дійсні напрямки струмів  $I_1, I_2, I_3$

Для перевірки правильності розрахунку складемо баланс потужностей електричного кола.,

Електричні машини з ЕРС  $E_1$  і  $E_2$  виробляють електричну енергію (тобто працюють у режимі генератора), оскільки напрямок

струмів у них збігається з напрямком ЕРС. Електрична машина з ЕРС  $E_3$  споживає електричну енергію (тобто працює в режимі двигуна), тому що напрямок струму в ній не збігається з напрямком ЕРС. Електрична енергія споживається також опорами  $I_1, I_2$  і  $I_3$ .

Вироблювана потужність

$$P_B = E_1 I_1 + E_2 I_2$$

Споживана потужність

$$P_n = E_3 I_3 + I_1^2 r_1 + I_2^2 r_2 + I_3^2 r_3$$

Підставляючи цифрові значення ЕРС, струмів і опорів, одержуємо  $P_e = P_c$  тобто баланс потужностей дотримується.

## 1.2. Розрахунок електричного кола методом контурних струмів

Для розрахунку складного кола методом контурних струмів це коло розбиваємо на дотичні контури. Вихідну схему (рис. 1) можна розбити на два дотичних контури (рис. 2). Приймаємо, що по контуру I тече контурний струм  $I_I$ , а по контуру II - контурний струм  $I_{II}$ . Напрямок цих контурних струмів приймаємо однаковим - за годинниковою стрілкою, як це показано на схемі (рис. 2). Контур I включає електричну машину з ЕРС  $E_1$ , опір  $r_2$  електричну машину з ЕРС  $E_2$  і опором  $r_1$ . Контур II включає опір  $r_2$ , електричну машину і ЕРС  $E_3$ , опір  $r_3$  і електричну машину з ЕРС  $E_2$ .

Розрахунок доцільно виконувати в наступному порядку.

Складаємо рівняння по II закону Кірхгофа:

$$\text{для контуру I} \quad E_1 + E_2 = I_I (r_1 + r_2) - I_{II} r_2; \quad (4)$$

$$\text{для контуру II} \quad E_2 + E_3 = I_{II} (r_2 + r_3) - I_I r_2; \quad (5)$$

Підставляючи в рівняння (4) і (5) вихідні дані, одержуємо

$$I_I = +19,77 \text{ А}; \quad I_{II} = +4,02 \text{ А}.$$

По контурним струмам  $I_I$  і  $I_{II}$  знайдемо дійсні струми в гілках схеми (рис. 2). тобто струми  $I_1, I_2, I_3$ . Як видно зі схеми, струми  $I_I$  і  $I_3$  у зовнішніх гілках (у гілках, у яких тече тільки один контурний



струм) рівні відповідним контурним струмам (як по величині, так і по напрямкам), тобто

$$I_1 = I_I = 19,77 \text{ A}; \quad I_3 = I_{II} = 4,02 \text{ A}.$$

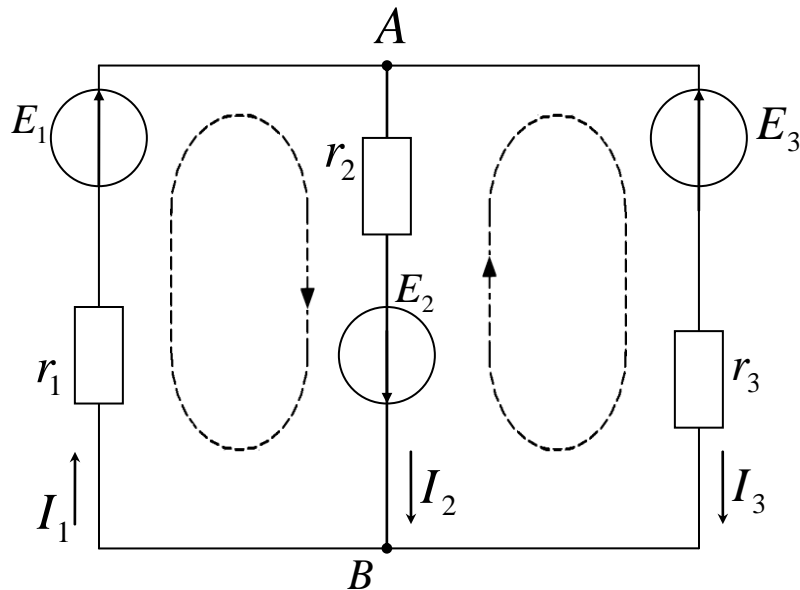


Рисунок 2 - Схема до розрахунку методом контурних струмів

Струм  $I_2$  суміжній гілці дорівнює різниці контурних струмів сусідніх контурів:

$$I_2 = I_I - I_{II} = 15,75 \text{ A}.$$

Напрямки дійсних струмів у гілках показано на схемі (рис. 2) суцільними лініями.

Для перевірки правильності виконаного розрахунку складаємо баланс потужностей електричного кола, аналогічно описаному.

### 1.3. Розрахунок кола методом вузлової напруги

Розрахунок кола (рис. 1) методом вузлової напруги рекомендується виконувати в наступній послідовності. Напруга між двома вузлами електричного кола, що містить паралельно включені джерела, визначається залежністю.

$$U_{AB} = \frac{\sum E_q}{\sum q} \quad (6)$$

Тобто напруга між двома вузлами електричного кола дорівнює алгебраїчній сумі добутків ЕРС, діленої на суму провідностей усіх гілок цього кола.

Для схеми, приведеної на рис.4, вузлова напруга

$$U_{AB} = \frac{E_1 q_1 - E_2 q_2 + E_3 q_3}{q_1 + q_2 + q_3} \quad (7)$$

де

$$q_1 = \frac{1}{r_1}; \quad q_2 = \frac{1}{r_2}; \quad q_3 = \frac{1}{r_3}.$$

Підставляючи в рівняння (7) вихідні дані одержуємо

$$U_{AB} = 72,117 \text{ В}$$

Вибираємо умовні позитивні напрямки струмів і вказуємо їх на схемі (рис. 1) пунктирними лініями. Складаємо для кожної рівнобіжної гілки схеми рівняння по II закону Кірхгофа:

$$E_1 - U_{AB} = I_1 r_1; \quad E_2 + U_{AB} = I_2 r_2; \quad E_3 - U_{AB} = I_3 r_3$$

З цих рівнянь одержуємо вирази для струмів

$$I_1 = \frac{E_1 - U_{AB}}{r_1} \quad (8)$$

$$I_2 = \frac{E_2 + U_{AB}}{r_2} \quad (9)$$

$$I_3 = \frac{E_3 - U_{AB}}{r_3} \quad (10)$$

Підставляючи в рівняння (8) - (10) вихідні дані і розраховану вузлову напругу  $U_{AB}$ , одержуємо

$$I_1 = +19,77 \text{ А}; \quad I_2 = +15,75 \text{ А}; \quad I_3 = +4,02 \text{ А}.$$

На схемі (рис. 1) вказуємо суцільними лініями дійсні напрямки струмів.

Для перевірки правильності виконання розрахунку складаємо баланс потужностей електричного кола аналогічно описаному.

#### 1.4. Розрахунок електричної о коли методом накладення

Розрахунок електричного кола методом накладення рекомендується виконувати в такій послідовності:

З електричного кола видаляємо всі джерела ЕРС, крім одного.

Зберігаючи в електричному колі всі опори, у тому числі і внутрішні опори всіх джерел (якщо вони враховуються н розрахунку), виконуємо розрахунок електричного кола з одним джерелом ЕРС.

Розрахунок повторюємо стільки разів, скільки джерел містить вихідне електричне коло.

Після виконання цих розрахунків струм у кожній гілці визначаємо як алгебраїчну суму струмів від усіх джерел .

Видаляємо зі схеми, приведенної на рис. І. ЕРС  $E_2$  і  $E_3$ . Одержуємо схему, приведену на рис. За. Для цієї схеми

$$I_{11} = \frac{E_1}{r_1 + \frac{r_2 r_3}{r_2 + r_3}}; \quad I_{21} = I_{11} \frac{r_3}{r_2 + r_3}; \quad I_{31} = I_{11} \frac{r_2}{r_2 + r_3}. \quad (11)$$

Підставляючи вихідні дані у формули (11), одержуємо

$$I_{11} = 17,442 \text{ А}; \quad I_{21} = 5,814 \text{ А}; \quad I_{31} = 11,626 \text{ А}.$$

Напрямки цих струмів зазначені на рис. За.

Видаляємо зі схеми (рис. 1) ЕРС  $E_1$  і  $E_3$ . Одержуємо схему, приведену на рис. Зб.

Для цієї схеми

$$I_{22} = \frac{E_2}{r_2 + \frac{r_1 r_3}{r_1 + r_3}}; \quad I_{12} = I_{22} \frac{r_3}{r_1 + r_3}; \quad I_{32} = I_{22} \frac{r_1}{r_1 + r_3}. \quad (12)$$

Підставляючи вихідні дані у формули (12), одержуємо

$$I_{22} = 8,89 \text{ A}; I_{12} = 4,1835 \text{ A}; I_{32} = 4,706 \text{ A}.$$

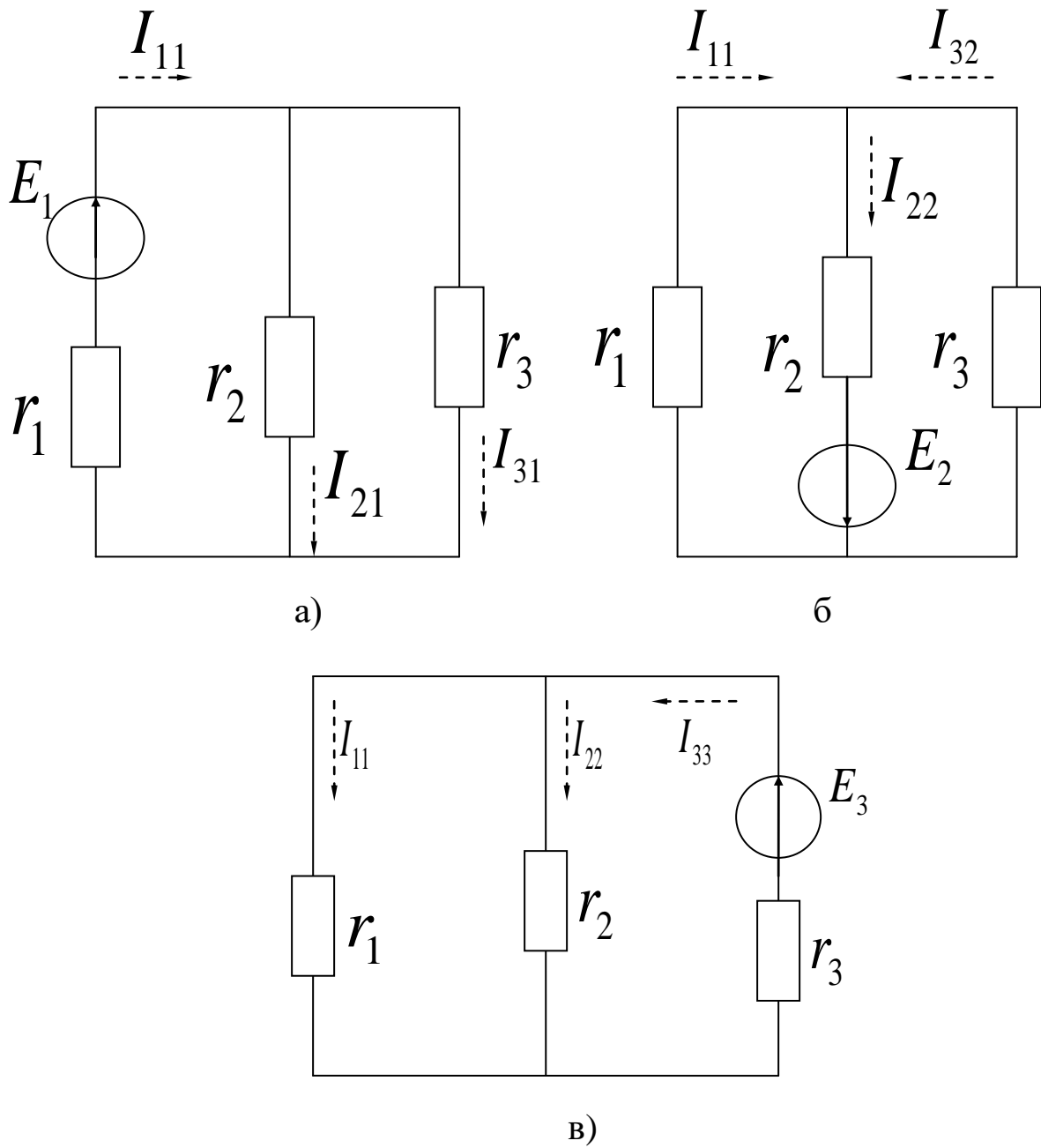


Рисунок 3 - Схеми до розрахунку методом накладення  
 Напрямки цих струмів зазначені на рис.6б  
 Видаляємо зі схеми ЕРС  $E_1$  і  $E_2$  . Одержуємо схему приведену  
 на рис 6 б. Для цієї схеми

$$I_{33} = \frac{E_3}{r_3 + \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}}; \quad I_{13} = I_{33} \frac{r_2}{r_1 + r_2}; \quad I_{23} = I_{33} \frac{r_1}{r_1 + r_2}. \quad (13)$$

Підставляючи вихідні дані у формули (13), одержуємо

$$I_{33} = 2,907; \quad I_{13} = 1,86; \quad I_{23} = 1,046.$$

Напрямки цих струмів зазначені на рис.3б.

Визначаємо струми в кожній гілці, що дорівнюють алгебраїчній сумі струмів кожної ЕРС.

$$I_1 = I_{11} + I_{12} - I_{13} = 17,422 + 4,183 - 1,86 = 19,74 \text{ А};$$

$$I_2 = I_{21} + I_{22} + I_{23} = 5,814 - 3,89 - 1,046 = 1,046 \text{ А};$$

$$I_3 = I_{31} - I_{32} - I_{33} = 11,628 - 4,706 - 2,907 = 4,15 \text{ А}.$$

Напрямки струмів  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  показані на рис. 1 суцільними лініями.

Для перевірки правильності розрахунку складаємо баланс потужностей аналогічно описаному.

Примітка Допускаються розбіжності в результатах розрахунку кола різними методами, починаючи з третього знака

## 2. Розрахунок складних електричних кіл змінного струму

У даній роботі використовуйтеся метод розрахунку кола шляхом умовного представлення струму у виді двох складаючих: активної та реактивної, характер якої залежить від типу реактивного опору.

Варіанти схем, наведених на рис. В.1, В.2, вказано в табл. В.1, В.2, а відповідні вихідні дані в табл. В.3, В.4.

Остаточну електричну схему, згідно варіанту завдання, яке видає викладач, треба привести до виду, представленому на рис. 4.

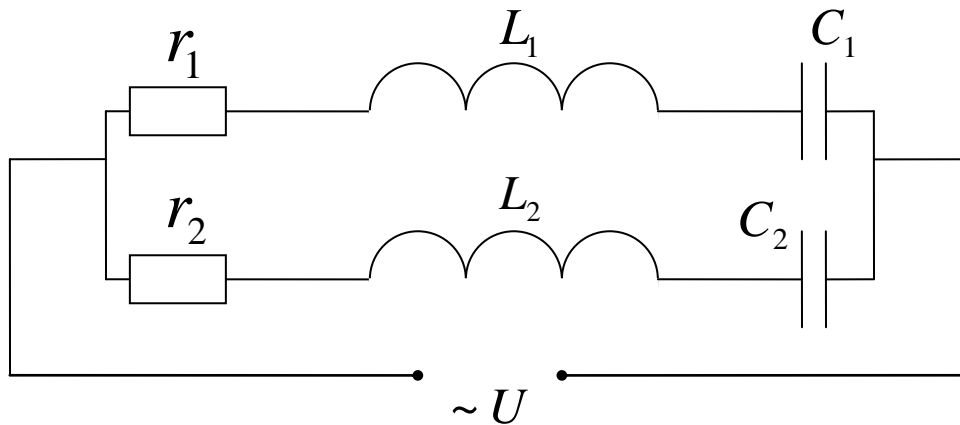


Рисунок 4 - Остаточна електрична схема

Для кожної гілки цієї схеми треба виконати наступне:

1. Побудувати трикутники опорів;
2. Розрахувати струми  $I_1, I_2$ .
3. Визначити активну  $P_1, P_2$  реактивну  $Q_1, Q_2$  та повну  $S_1, S_2$  потужності;
4. Побудувати трикутники потужностей;
5. Розрахувати коефіцієнти потужностей  $\cos \varphi_1, \cos \varphi_2$ .
6. Розрахувати струми  $I$ , потужності  $P, Q, S$  та коефіцієнт потужності  $\cos \varphi$ ;
7. Побудувати відповідні векторні діаграми.

Далі наведено приклад розрахунку складного електричного кола, схему якого приведено на рис. 5, а вихідні дані такі:

$$U = 120 \text{ В}; f = 40 \text{ Ом}; r_a = 3 \text{ Ом}; r_b = 4 \text{ Ом}; r_c = 5 \text{ Ом};$$

$$C_b = 3000 \text{ мкф}; C_c = 2000 \text{ мкф}; L_b = 0,01 \text{ Гн};$$

$$C_d = 1000 \text{ мкф}; C_l = 1000 \text{ мкф}; r_c = 3 \text{ Ом}.$$

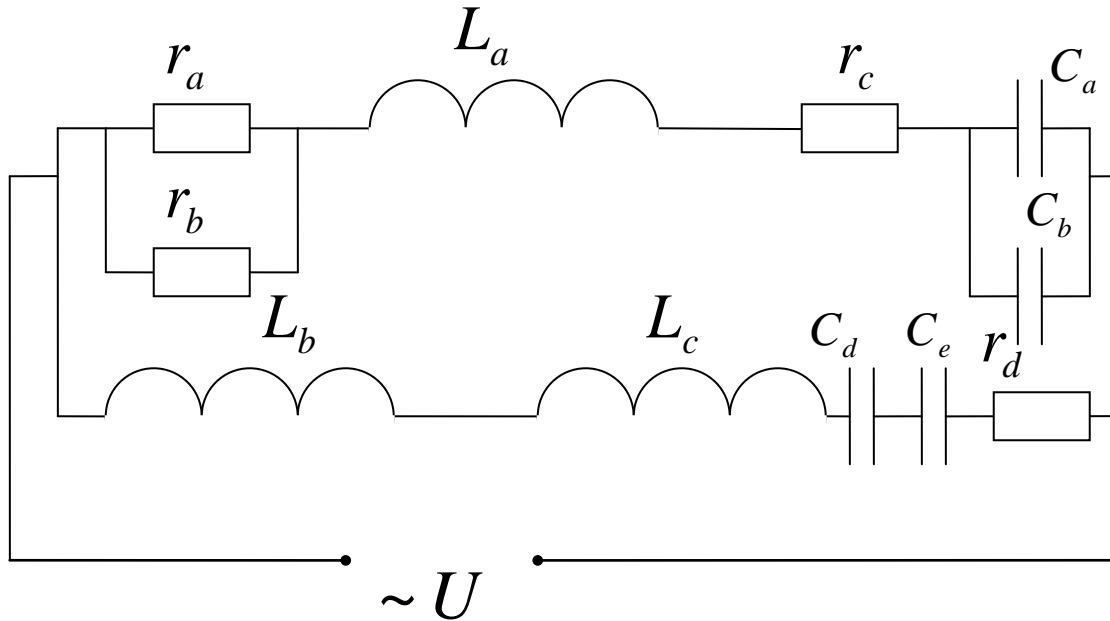


Рисунок 5 - Вихідна електрична схема, що відповідає варіанту завдання (тобто при замкнутих вимикачах)

## 2.1. Еквівалентне перетворення вихідної схеми

Використовуючи еквівалентні перетворення елементів вихідної схеми, приводимо її до остаточної згідно з рис. 4.

$$r_1 = \frac{r_a \cdot r_b}{r_a + r_b} + r_c = \frac{3 \cdot 4}{3 + 4} = 6,714 \text{ Ом};$$

$$L_1 = L_a = 0,03 \text{ Гн};$$

$$C_1 = C_a + C_b = 3000 + 2000 = 5000 \text{ мкф};$$

$$r_2 = r_d = 3 \text{ Ом}; \quad r_2 = r_d = 3 \text{ Ом};$$

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C_d} + \frac{1}{C_1} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{1000},$$

тобто  $C_2 = 500 \text{ мкф}$ .

У подальших розрахунках використовуємо отримані параметри схеми рис. 4.

## 2.2 Розрахунок параметрів верхньої паралельної гілки

$$X_{L1} = \omega \cdot L_1 = 251,2 \cdot 0,03 = 7,536 \text{ Ом}$$

де  $\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 40 = 251,2 \frac{1}{\text{с}}$ ;

$$X_{C1} = \frac{1}{\omega \cdot C_1} = \frac{1}{251,2 \cdot 5000 \cdot 10^{-6}} = 0,7961 \text{ Ом}$$

У формулу для ємнісного опору підставляємо значення  $C_1(\varphi_1)$  тобто

$$C_1 = 5000 \cdot 10^{-6} \text{ Ф.}$$

Повний опір

$$Z_1 = \sqrt{r_1^2 + (X_{L1} - X_{C1})^2} = \sqrt{6,714^2 + (7,536 - 0,7961)^2} = 9,513 \text{ Ом.}$$

Трикутник опорів верхньої паралельної гілки наведений на рис. 6а.

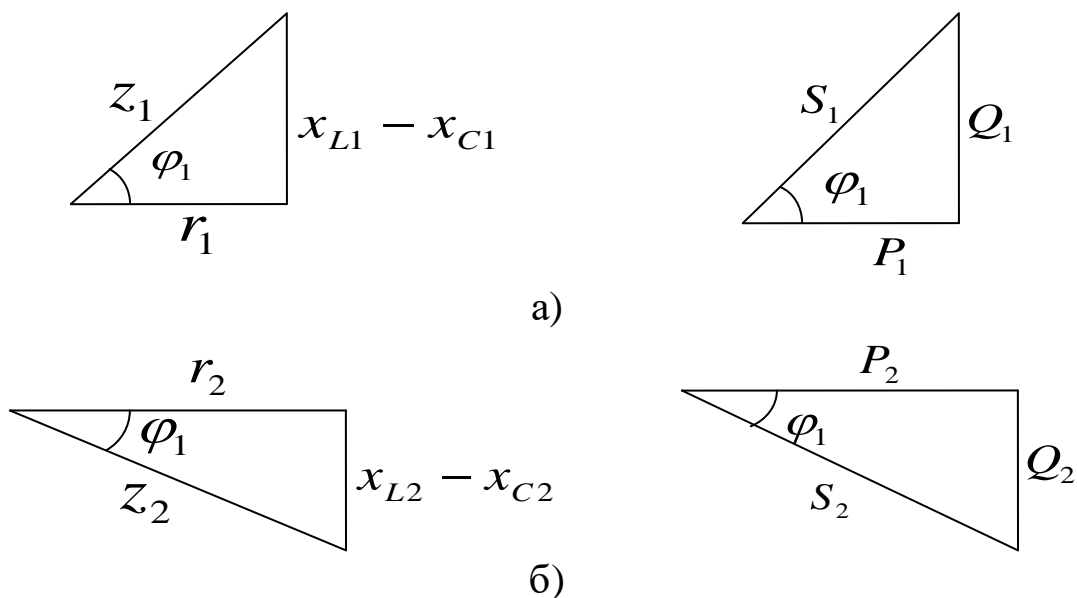


Рисунок 6 - Трикутники опорів і потужностей:  
а – для верхньої гілки; б – для нижньої гілки.



Характер цього кола індуктивний, тому що  $X_{L1} > X_{C1}$ .

$$\text{Коефіцієнт потужності } \cos \varphi_1 = \frac{r_1}{Z_1} = \frac{6,714}{9,513} = 0,7058$$

$$\text{Струм } I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{120}{9,513} = 12,614 \text{ А.}$$

Активна потужність

$$P_1 = U \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 120 \cdot 12,614 \cdot 0,7058 = 1068 \text{ Вт.}$$

Реактивна потужність

$$Q_1 = U \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1 = 120 \cdot 12,614 \cdot 0,7085 = 1072 \text{ Вар.}$$

$$\text{де } \sin \varphi_1 = \frac{X_{L1} - X_{C1}}{Z_1} = \frac{6,74}{9,513} = 0,7085.$$

$$\text{Повна потужність. } S_1 = U \cdot I = 120 \cdot 12,614 = 1513 \text{ ВА.}$$

Трикутник потужностей приведений на рис. 6.

### 2.3. Розрахунок параметрів нижньої паралельної гілки

$$X_{L1} = \omega \cdot L_2 = 251,2 \cdot 0,025 = 6,28 \hat{\text{І}} \text{ ;}$$

$$X_{C1} = \frac{1}{\omega \cdot C_2} = \frac{1}{251,2 \cdot 500 \cdot 10^{-6}} = 7,916 \text{ Ом;}$$

$$Z_2 = \sqrt{r_2^2 + (X_{L2} - X_{C2})^2} = \sqrt{3^2 + (7,916 - 6,28)^2} = 3,435 \text{ Ом.}$$

Трикутник опорів нижньої паралельної гілки приведений на рис. 6б. Характер цього кола ємнісний, тому що  $X_{C1} > X_{L2}$ ;

$$\text{Струм } I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{120}{3,435} = 34,93 \text{ А.}$$

Активна потужність

$$P_2 = U \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 120 \cdot 34,93 \cdot 0,8733 = 3660 \text{ Вт.}$$

Реактивна потужність

$$Q_2 = U \cdot I_2 \cdot \sin \varphi_2 = 120 \cdot 34,93 \cdot 0,4894 = 2,05 \text{ Вар.}$$

$$\text{де } \sin \varphi_2 = \frac{X_{L2} - X_{C2}}{Z_2} = \frac{7,916 - 6,28}{3,435} = 0,4894.$$

Повна потужність.  $S_2 = U \cdot I_2 = 120 \cdot 34,93 = 4192 \text{ ВА}$ .

Трикутник потужностей цієї гілки наведений на рис. 6 г.

## 2.4. Визначення векторної діаграми напруги кола та струмів гілок

На рис. 7 зображена векторна діаграма напруги  $U$  і струмів  $I_2, I_1$ . Варто врахувати, що верхня паралельна гілка має індуктивний характер, тому струм  $I_1$  відстає за фазою від напруги  $U$  на кут  $\varphi_1$ . Оскільки характер нижньої паралельної гілки ємнісний, струм  $I_2$  випереджає напругу  $U$  на кут  $\varphi_2$ . Розраховуємо активні  $I_{A1}, I_{A2}$  і реактивні  $I_{P1}, I_{P2}$  складові струмів  $I_1$  і  $I_2$

$$I_{A1} = I_1 \cos j_1 = 12,614 \cdot 0,7058 = 8,902 \text{ А};$$

$$I_{P1} = I_1 \sin j_1 = 12,614 \cdot 0,7085 = 8,937 \text{ А};$$

$$I_{A2} = I_2 \cos j_2 = 34,93 \cdot 0,8733 = 30,504 \text{ А};$$

$$I_{P2} = I_2 \sin j_2 = 34,93 \cdot 0,4894 = 17,09 \text{ А}.$$

Активна складова струму лінії

$$I_A = I_{A1} + I_{A2} = 8,902 + 30,504 = 39,406 \text{ А}.$$

Реактивна складова струму лінії

$$I_P = I_{P1} + I_{P2} = 8,937 - 17,09 = -8,153 \text{ А}.$$

Використовуємо різницю реактивних струмів паралельних гілок, тому що вони зсунуті між собою за фазою на  $180^\circ$  електричних градусів (струм  $I_{P1}$  відстає за фазою від напруги  $U_2$  струм  $I_{P2}$  випереджає цю напругу на  $90^\circ$  електричних градусів).

## 2.5 Розрахунок струму та потужностей кола

Сумарний струм  $I = \sqrt{I_A^2 + I_P^2} = \sqrt{39,406^2 + 8,153^2} = 40,25 \text{ А}$ .

Все коло споживає активну потужність

$$P = P_1 + P_2 = 1068 + 3660 = 4728 \text{ Вт.}$$

Реактивна потужність, споживана всім колом,

$$Q = Q_1 + Q_2 = 1072 - 2051 = -979 \text{ Вар.}$$

Реактивна потужність має ємнісний характер, тому що реактивна потужність  $Q_1$  гілки з індуктивним характером навантаження менше потужності  $Q_2$  гілки з ємнісним характером навантаження.

Повна потужність  $I = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{4728^2 + 979^2} = 4827 \text{ В·А}$ .

Коефіцієнт потужності  $\cos \varphi$  у лінії електропередачі

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{4728}{4827} = 0,9795.$$

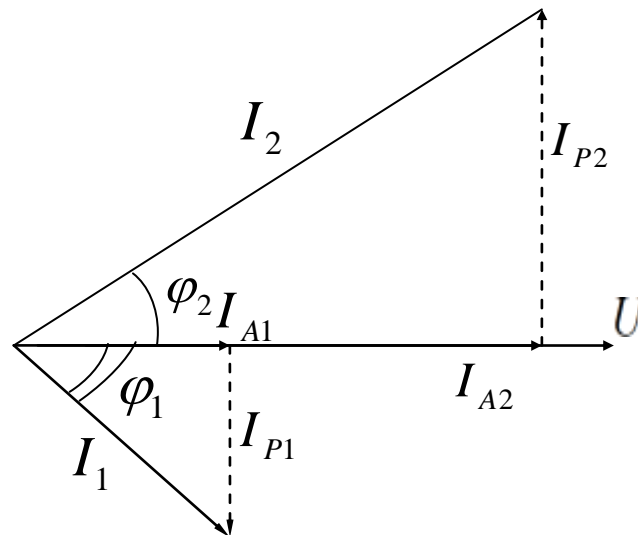


Рисунок 7 - Активна та реактивна складові струмів

## 2.6. Визначення векторної діаграми кола

Сумарний струм  $I$  і кут  $\varphi$  визначаємо методом графоаналітичних побудов, приведених на рис. 8.

$$\bar{I} = \bar{I}_2 + \bar{I}_2.$$

Порівнюємо значення струму  $I$  і коефіцієнта потужності  $\cos \varphi_2$  отримані аналітичним і графоаналітичним методами.

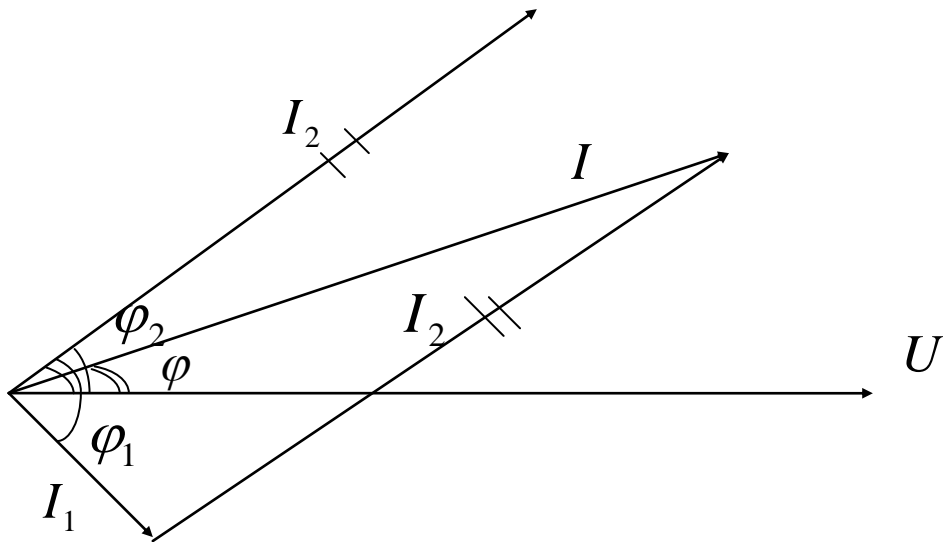


Рисунок 8 - Векторна діаграма

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

КОНТРОЛЬНА РОБОТА

"Розрахунок складних електричних кіл  
постійного та змінного струму"  
з дисципліни

"Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка"

Варіант №

Виконав:ст.гр.

\_\_\_\_\_  
(Прізвище,ім`я,п/б виконавця)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_р.

Прийняв: \_\_\_\_\_  
(Прізвище,ім`я,п/б викладача)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_р.

Харків 2012

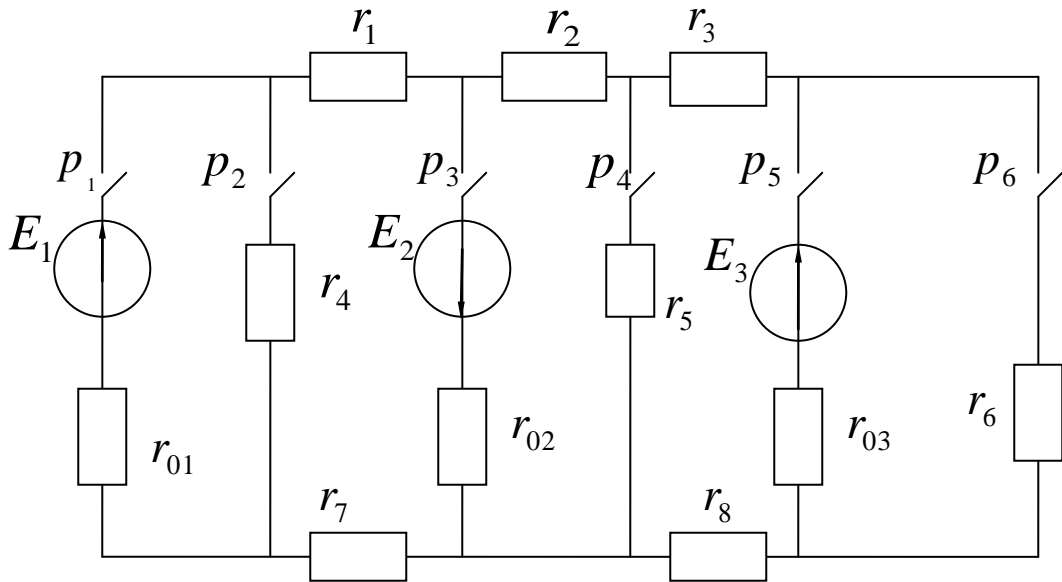


Рисунок Б.1 - Вихідна електрична схема

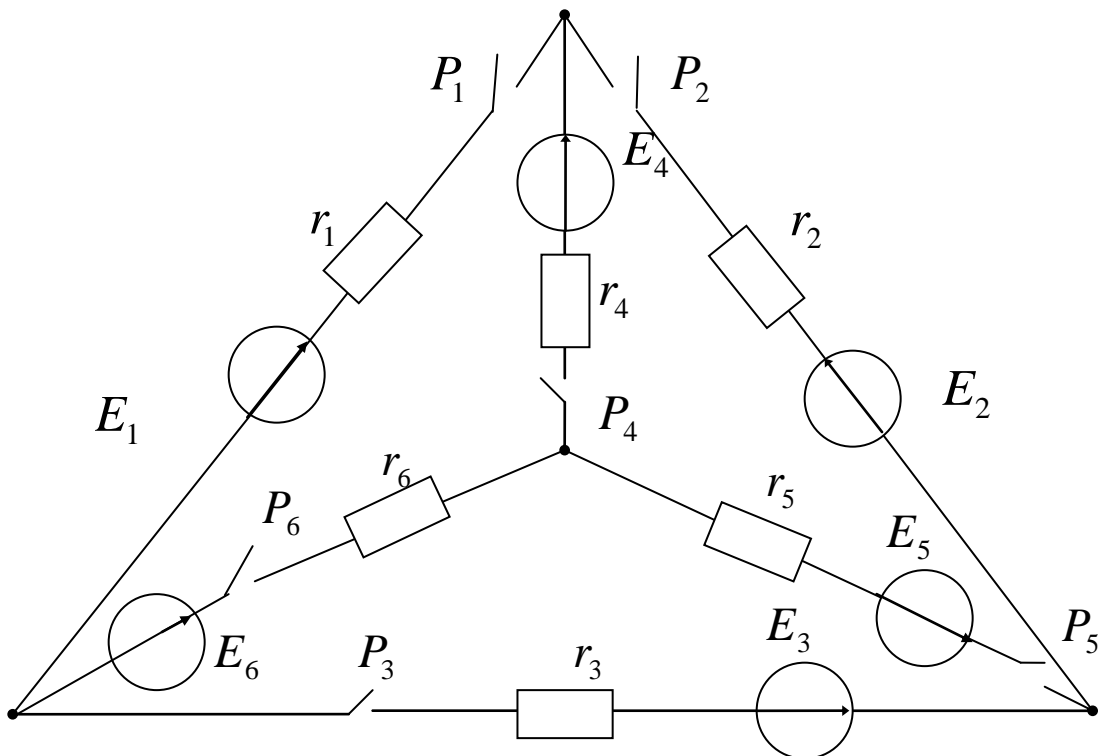


Рисунок Б.2 - Вихідна електрична схема

*Продовження додатка Б*

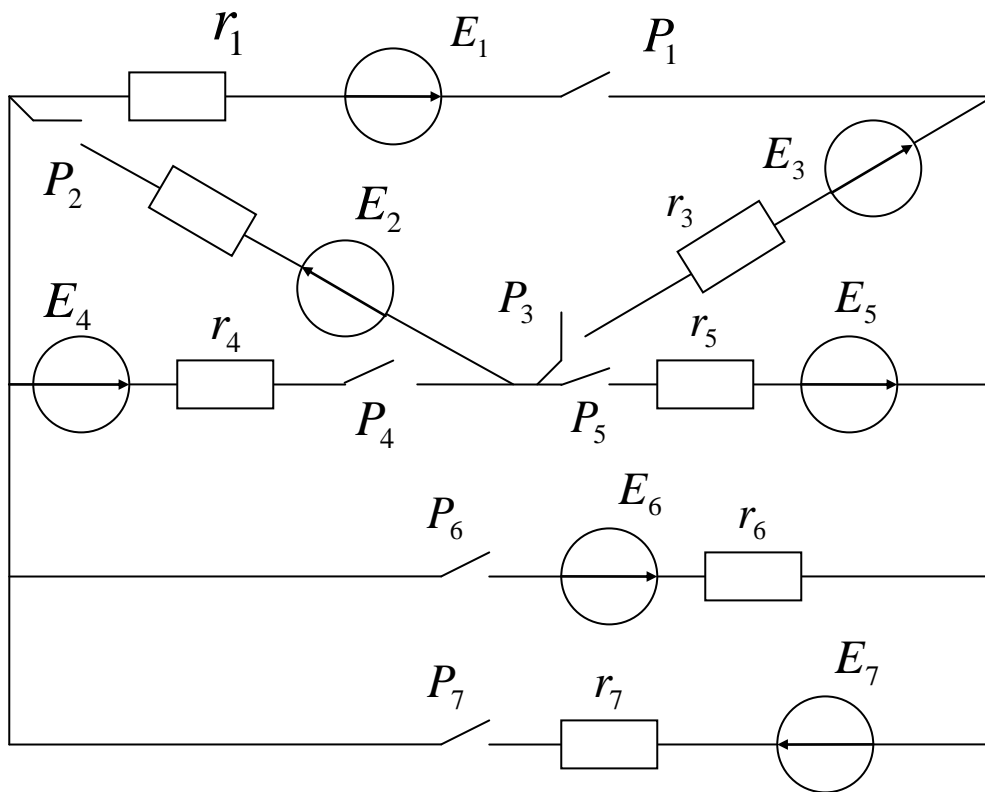


Рисунок Б.3 Вихідна електрична схема

Таблиця Б.2 - Методи розрахунку кіл постійного струму

Варіант(рис.1 - 6)	Методи розрахунку
1	По законам Кірхгофа Методом контурних струмів
2	По законам Кірхгофа Методом вузлового напруження
3	Метод накладення Методом вузлового напруження
4	Метод накладення По законам Кірхгофа
5	Методом вузлового напруження Методом контурних струмів
6	Метод накладення Методом контурних струмів

*Продовження додатка Б*

**Таблиця Б.2 - Варіанти схем для завдань щодо рисунку Б.1**

Варіанти(рис. Б.1)		Замкнуто вимикачі	
1	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>
2	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P5</i>
3	<i>P1</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>
4	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P5</i>
5	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>
6	<i>P1</i>	<i>P3</i>	<i>P6</i>
7	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>
8	<i>P1</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>
9	<i>P3</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>
10	<i>P1</i>	<i>P3</i>	<i>P5</i>

**Таблиця Б.3 - Варіанти схем для завдань щодо рисунку Б.2**

Варіанти (рис. Б.2)	Розімкнуто вимикачі
1	<i>P1</i>
2	<i>P2</i>
3	<i>P3</i>
4	<i>P4</i>
5	<i>P5</i>
6	<i>P6</i>



**Продовження додатка Б**

**Таблиця Б.4 - Варіанти схем для завдань щодо рисунку Б.3**

Варіанти(рис. Б.3)	Розімкнуто вимикачі		
1	<i>P2</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>
2	<i>P3</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>
3	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P6</i>
4	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P7</i>
5	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>
6	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4 P5</i>

**Таблиця Б.5 - Варіанти вихідних даних для завдань щодо рисунку Б.1**

Варіант (рис. Б.1)	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$r_{01},$ $r_{02}$	$r_{03}$	$r_1, r_2$	$r_3, r_4$	$r_5, r_6$	$r_7, r_8$
	В	В	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
1	110	90	116	0,1	0,2	1,5	1,2	1,8	1,1
2	110	90	115	0,15	0,1	2,0	1,4	1,6	1,8
3	110	90	114	0,2	0,15	1,0	1,6	1,4	1,2
4	220	190	208	0,1	0,15	2,0	1,4	1,3	1,5
5	220	190	212	0,12	0,12	1,2	1,5	1,8	1,7
6	220	190	210	0,14	0,14	1,4	1,7	1,3	1,6
7	230	200	216	0,1	0,1	1,8	1,3	1,4	1,5
8	230	200	218	0,12	0,12	1,6	1,5	1,6	1,9
9	230	200	220	0,14	0,14	1,7	2,0	2,1	2,2
10	240	210	230	0,11	0,11	1,9	1,8	1,7	1,4

**Продовження додатка Б**

**Таблиця Б.6 - Варіанти вихідних даних для завдань щодо рисунку Б.2**

Варіант (рис. Б.2)	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$r_1, r_2$	$r_3, r_4$	$r_5, r_6$
	В	В	В	В	В	В	Ом	Ом	Ом
1	40	60	80	40	60	90	2	3	4
2	30	40	50	60	80	70	4	3	2
3	70	80	60	90	40	30	2,5	3	5
4	40	30	50	60	70	80	5	4	3
5	80	70	60	50	70	80	2,5	3	4,5
6	35	45	55	65	30	40	3	4	3,5
7	45	55	65	75	70	60	5	6	5
8	60	40	80	90	70	80	6	5	6
9	70	50	60	40	60	90	3	4	3
10	50	65	75	85	45	35	5	4	6

**Таблиця Б.7 - Варіанти вихідних даних для завдань щодо рисунку Б.3**

Варіант (рис. Б.3)	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$	$r_1, r_2,$ $r_3$	$r_4,$ $r_5$	$r_6,$ $r_7$
	В	В	В	В	В	В	В	Ом	Ом	Ом
1	30	20	40	50	15	20	30	1	1,5	1,6
2	20	40	60	60	40	20	15	1,6	1,4	1,2
3	15	25	30	40	50	60	70	1,2	1,6	1,4
4	70	80	30	20	25	45	55	1,3	1,4	1,5
5	80	70	60	50	50	60	70	1,5	1,2	1,3
6	40	30	20	40	30	20	50	1,4	1,6	1,5
7	50	60	40	40	50	60	70	1,8	1,6	1,4
8	55	30	40	45	65	70	80	1,2	1,4	1,6
9	80	90	40	20	50	30	60	1,3	1,2	1,1
10	90	80	20	40	30	50	60	1,1	1,3	1,5

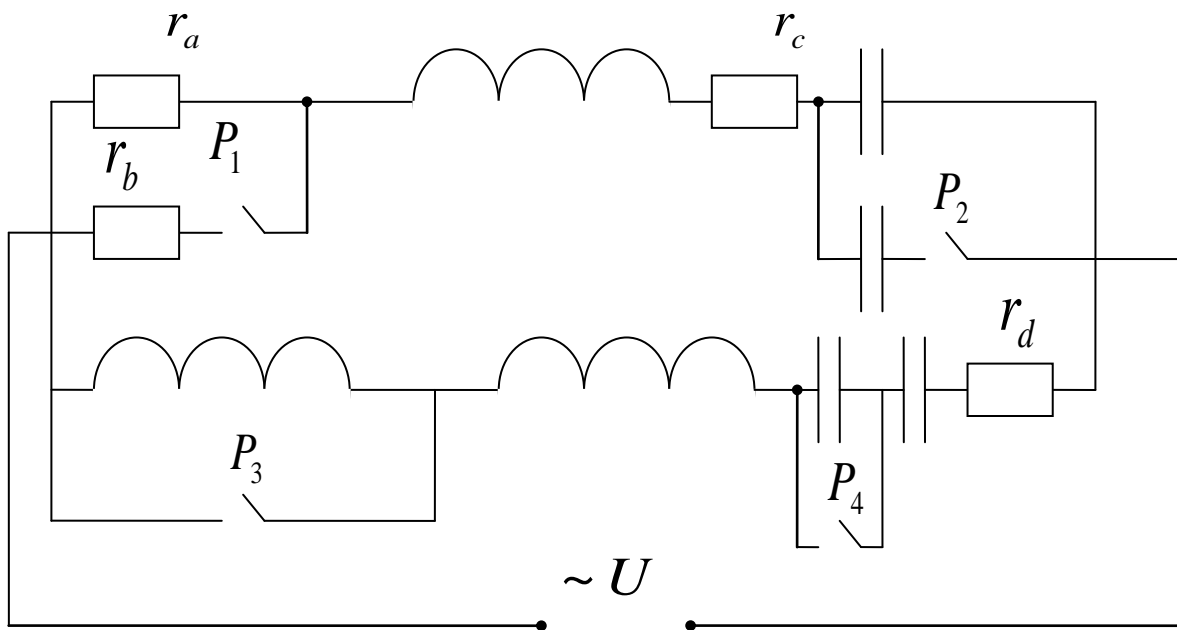


Рисунок В.1 - Вихідна електрична схема

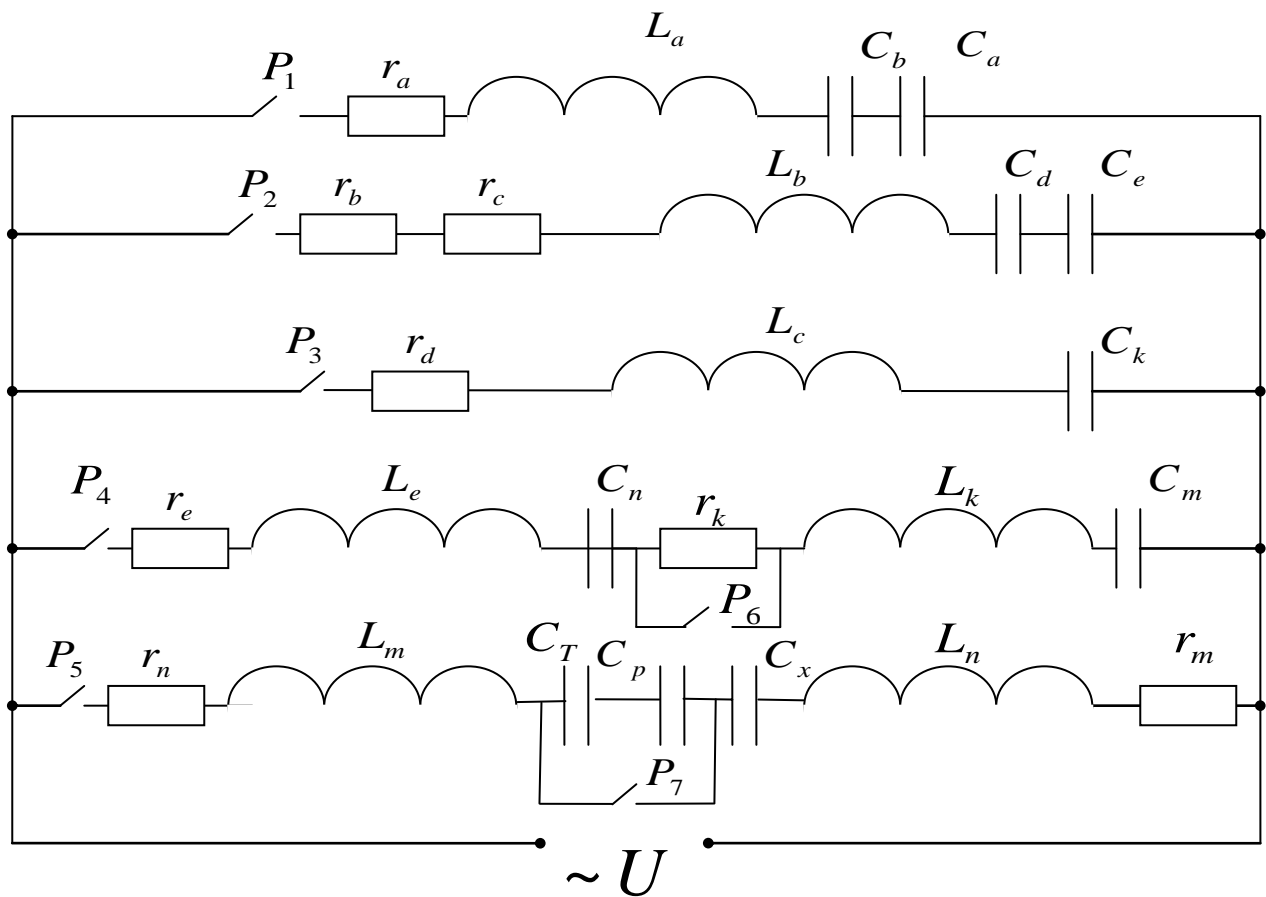


Рисунок В.2 - Вихідна електрична схема

**Продовження додатка В**

**Таблиця В.1 - Варіанти схем для завдань щодо рисунку В.1**

Варіанти	Замкнуто вимикачі			
1	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$
2	$P_1$	$P_2$	$P_3$	
3	$P_1$	$P_2$	$P_4$	
4	$P_1$	$P_3$	$P_4$	
5	$P_2$	$P_3$	$P_4$	
6	$P_1$	$P_2$		
7	$P_2$	$P_3$		
8	$P_3$	$P_4$		
9	$P_1$	$P_3$		
10	$P_1$	$P_4$		

**Таблиця В.2 - Варіанти схем для завдань щодо рисунку В.2**

Варіанти	Замкнуто вимикачі		
1	$P_1$	$P_2$	
2	$P_1$	$P_3$	
3	$P_1$	$P_4$	
4	$P_1$	$P_5$	
5	$P_2$	$P_3$	$P_7$
6	$P_2$	$P_4$	$P_6$
7	$P_2$	$P_5$	
8	$P_3$	$P_4$	
9	$P_3$	$P_5$	$P_7$
10	$P_1$	$P_5$	

Таблиця В.3 - Варіанти вихідних даних для завдань щодо рисунку В.1

Варіант	$U$	$f$	$r_a$	$r_b$	$L_a$	$r_c$	$C_a$	$C_b$	$L_b$	$L_c$	$C_d$	$C_l$	$r_d$
	В	Гц	Ом	Ом	Гн	Ом	мкФ	мкФ	Гн	Гн	мкФ	мкФ	Ом
1	110	50	5	5	0,04	2	3,0	3,0	0,03	0,03	4,0	4,0	4
2	120	60	6	6	0,03	3	2,8	2,8	0,04	0,04	3,0	3,0	3
3	130	70	8	8	0,02	1	2,6	2,6	0,05	0,05	2,0	2,0	2
4	140	80	10	10	0,01	4	2,5	2,5	0,01	0,01	1,8	1,8	5
5	150	90	5	5	0,01	1	2,0	2,0	0,02	0,02	1,6	1,6	3
6	140	50	6	6	0,04	3	3,0	3,0	0,025	0,025	4,0	4,0	2
7	130	60	10	10	0,03	2	2,85	2,85	0,02	0,02	3,0	3,0	3
8	120	70	4	4	0,02	4	2,65	2,65	0,04	0,04	2,0	2,0	6
9	110	80	6	6	0,015	1	2,45	2,45	0,02	0,02	1,7	1,7	5
10	100	90	10	10	0,01	3	2,1	2,1	0,03	0,03	1,6	1,6	7

**Продовження додатка В**

**Таблиця В.4 - Варіанти вихідних даних для завдань щодо рисунку В.2**

Варіант	$r_a; r_c;$ $r_b; r_m$	$r_d;$ $r_k$	$r_l;$ $r_n$	$L_a;$ $L_m$	$L_d; L_l$ $L_k; L_n$	$L_b; L_c$	$C_a; C_p$ $C_m; C_t$	$C_b; C_d$ $C_k; C_n$	$C_l;$ $C_x;$	$U$	$f$
	Ом	Ом	Ом	Гн	Гн	Гн	мкФ	мкФ	мкФ	В	Гц
1	0,8	0,7	0,9	$1 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	90	45
2	0,9	0,8	0,7	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$0,9 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	$3,5 \cdot 10^3$	80	50
3	0,6	0,5	0,95	$0,8 \cdot 10^{-2}$	$0,7 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	70	55
4	1,1	1,2	1,3	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$0,9 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	60	60
5	1,4	1,5	1,6	$0,9 \cdot 10^{-2}$	$0,8 \cdot 10^{-2}$	$0,7 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	50	65
6	1,6	1,4	1,5	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	90	65
7	1,3	1,1	1,2	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	80	60
8	0,9	1,1	1,3	$0,7 \cdot 10^{-2}$	$0,6 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	70	55
9	1,2	1,0	1,1	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$0,8 \cdot 10^{-2}$	$0,9 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	60	50
10	0,7	0,9	0,8	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$0,8 \cdot 10^{-2}$	$0,7 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^3$	$3,5 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	50	45

## Список літератури

1. Борисов Ю.М., Липатов Д.Н., Зорин Ю.Н. Электротехника. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Блажков А.Т. Общая электротехника. - Л.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Герасимов В.Г. Сборник задач по электротехнике и основам электротехники. - Мл Высшая шк., 1987.
- 4 Рекус Г.Г., Белоусов А.Н. Сборник задач по электротехнике и основам электротехники. - М.: Высшая шк., 1991.

Навчальне видання

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до контрольної роботи з дисципліни  
“Електротехніка, електроніка та  
мікропроцесорна техніка”,  
“Теорія електричних сигналів і кіл”  
для студентів всіх форм навчання за напрямками 6.050503, 6.051001

Укладачі: БАЖИНОВ Олександр Васильович  
СЕРІКОВ Георгій Сергійович  
СЕРІКОВА Ірина Олександрівна  
ДМИТРИЄВА Світлана Василівна

Відповідальний за випуск                      Бажинов О.В.

Редактор

План 2013, поз.

Підп. до друку

Формат 60×84 1/16

Умов. друк. арк. 1,5

Облік.-вид. арк. 1,65

Замовлення №

Тираж 50 прим.

Ціна договірна

---

ХНАДУ, 61002, Харків, МСП, вул. Петровського 25

---



Підготовлено і надруковано видавництвом  
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету