

## Практична робота №6

### Розрахунок електричного кола постійного струму методом законів Кірхгофа

**Мета:** навчитися визначати параметри електричного кола постійного струму методом законів Кірхгофа.

**Задача 4.1.** В електричному колі, схема якого зображена на рис. 5.1, відомі ЕРС джерел і опори резисторів. Визначити струми у вітках і режими роботи кожного джерела. Скласти баланс потужностей. Задачу розв'язати методом законів Кірхгофа. Параметри електричного кола:  $E_1, E_2, E_3, R_1, R_2, R_3, R_4$ , наведені в таблиці 4.1 згідно двох останніх цифр номера залікової книжки студента.

Таблиця 4.1 - Вихідні дані до задачі 4.1

Цифри номера залікової книжки											
десятки	одиниці	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$E_1, B$	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
$E_2, B$		220	200	150	210	180	160	190	230	240	250
	$E_3, B$	140	160	180	200	220	120	150	170	190	210
	$R_1, Ом$	12	18	15	14	5	15	10	8	14	12
$R_2, Ом$		10	6	8	8	10	14	13	14	6	5
	$R_3, Ом$	14	14	14	10	12	5	14	12	13	12
$R_4, Ом$		15	10	10	15	14	10	6	10	16	14

Приклад вибору вихідних даних для розрахунку для номера залікової книжки 1 3 5 (3 десятки, 5 одиниць):

- з колонки 3 таблиці 1.1 маємо:  $E_2 = 210B, R_2 = 8Ом, R_4 = 15Ом$ ;

- з колонки 5 таблиці 1.1 маємо:  $E_1 = 150B, E_3 = 120Ом, R_1 = 15Ом, R_3 = 5Ом$ .

*Методичні рекомендації до розв'язування задачі 4.1.*

**Приклад 4.1.** В електричному колі, схема якого зображена на рис. 4.1, відомі ЕРС джерел і опори резисторів. Визначити струми у вітках і режими роботи кожного джерела. Скласти баланс потужностей. Задачу розв'язати методом законів Кірхгофа. Параметри електричного кола:  $E_1 = 200B, E_2 = 400B, E_3 = 120, R_1 = 2Ом, R_2 = 4Ом, R_3 = 5Ом, R_4 = 1Ом$ .

### Розв'язування

*Метод законів Кірхгофа*

Задаємося довільним напрямом струмів у вітках так, як зображено на рис. 4.1.

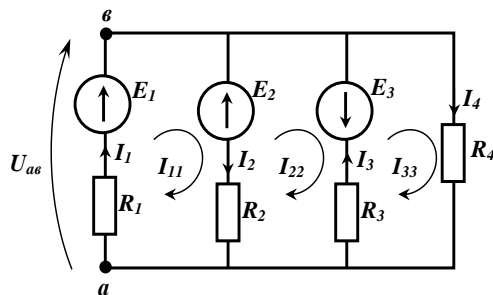


Рис. 4.1. Електрична схема до задачі 4.1

Записуємо рівняння за першим законом Кірхгофа для вузла  $b$  :

$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = 0. \quad (1.1)$$

Число рівнянь за першим законом Кірхгофа дорівнює на одиницю менше від числа вузлів ( $2-1=1$ ). Тому решту рівнянь запишемо на основі другого закону Кірхгофа:

$$\begin{aligned} -I_1 R_1 + E_1 - E_2 - I_2 R_2 &= 0; \\ I_2 R_2 + E_2 + E_3 + I_3 R_3 &= 0; \\ -I_3 R_3 - E_3 - I_4 R_4 &= 0. \end{aligned} \quad (1.2)$$

Розв'язуємо спільно системи рівнянь (1.1) і (1.2) відносно невідомих струмів. Для зменшення кількості рівнянь системи з рівняння (1.1) визначимо струм  $I_1 = I_2 - I_3 + I_4$  і підставимо його в систему рівнянь (1.2):

$$\begin{aligned} -(I_2 - I_3 + I_4) R_1 + E_1 - E_2 - I_2 R_2 &= 0; \\ I_2 R_2 + E_2 + E_3 + I_3 R_3 &= 0; \\ -I_3 R_3 - E_3 - I_4 R_4 &= 0. \end{aligned} \quad (1.3)$$

Підставимо числові значення у систему рівнянь (1.3) і зведемо її до вигляду, зручного для розв'язування:

$$\begin{aligned} -6I_2 + 2I_3 - 2I_4 &= 200; \\ 4I_2 + 5I_3 + 0 &= -520; \\ 0 - 5I_3 - I_4 &= 120. \end{aligned}$$

Рівняння для довільного струму  $I_k$  буде мати вигляд:

$$I_k = \frac{\Delta_k}{\Delta},$$

де  $\Delta$  - визначник системи.

Визначник  $\Delta_k$  отримують із визначника  $\Delta$  внаслідок заміни опорів  $k$ -го стовпця на стовпець правих частин ( $E$ ):

$$\Delta = \begin{vmatrix} -6 & 2 & -2 \\ 4 & 5 & 0 \\ 0 & -5 & -1 \end{vmatrix} = 78;$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 200 & 2 & -2 \\ -520 & 5 & 0 \\ 120 & -5 & -1 \end{vmatrix} = -6040;$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} -6 & 200 & -2 \\ 4 & -520 & 0 \\ 0 & 120 & -1 \end{vmatrix} = -3280;$$

$$\Delta_4 = \begin{vmatrix} -6 & 2 & 200 \\ 4 & 5 & -520 \\ 0 & -5 & 120 \end{vmatrix} = 7040;$$

$$I_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{-6040}{78} = -77,43 \text{ A}; \quad I_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{-3280}{78} = -42,05 \text{ A};$$

$$I_4 = \frac{\Delta_4}{\Delta} = \frac{7040}{78} = 90,25 \text{ A};$$

$$I_1 = I_2 - I_3 + I_4 = -77,43 + 42,05 + 90,25 = 54,87 \text{ A}.$$

У результаті розрахунків бачимо, що дійсні напрями струмів у вітках співпадають з напрямками відповідних ЕРС. Отже, всі джерела ЕРС працюють у режимі віддачі енергії (генераторний режим, а для акумуляторів – режим розрядки).

Рівняння балансу потужності має вигляд:

$$E_1 I_1 + E_2 I_2 + E_3 I_3 = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2 + R_4 I_4^2;$$

$$E_1 I_1 + E_2 I_2 + E_3 I_3 = 200 \cdot 54,87 + 400 \cdot 77,43 + 120 \cdot 42,05 = 47046 \text{ Вт};$$

$$R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2 + R_4 I_4^2 = 2 \cdot 54,87^2 + 4 \cdot 77,43^2 + 5 \cdot 42,05^2 + 1 \cdot 90,25^2 = 46989,13 \text{ Вт}.$$

Підставивши числові значення, переконуємося, що рівняння балансу потужностей підтверджується:  $47046 \text{ Вт} \approx 46989,13 \text{ Вт}$ .

$$\Delta P = ((P_1 - P_2) / P_2) \cdot 100 = ((47046 - 46989) / 46989) \cdot 100 = 0,12\%$$

Похибка обчислень становить 0,12%.