

Практична робота №4

Розрахунок електричного кола постійного струму методом вузлової напруги

Мета: навчитися визначати параметри електричного кола постійного струму методом вузлової напруги.

Метод вузлової напруги дає можливість дуже просто провести розрахунок електричного кола, що має два вузли, з'єднаних багатьма паралельними вітками

Задача 5.1. 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 вузлової напруги. Параметри електричного кола: $E_1, E_2, E_3, R_1, R_2, R_3, R_4$, наведені в таблиці 5.1 згідно двох останніх цифр номера залікової книжки студента.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані до задачі 5.1

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 5.1.

Приклад 5.1. 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 вузлової напруги. Параметри електричного кола: $E_1 = 200B, E_2 = 400B, E_3 = 120, R_1 = 2Ом, R_2 = 4Ом, R_3 = 5Ом, R_4 = 10Ом$.

Розв'язування

Задаємося довільним напрямом струмів у вітках так, як зображено на рис. 1.1.

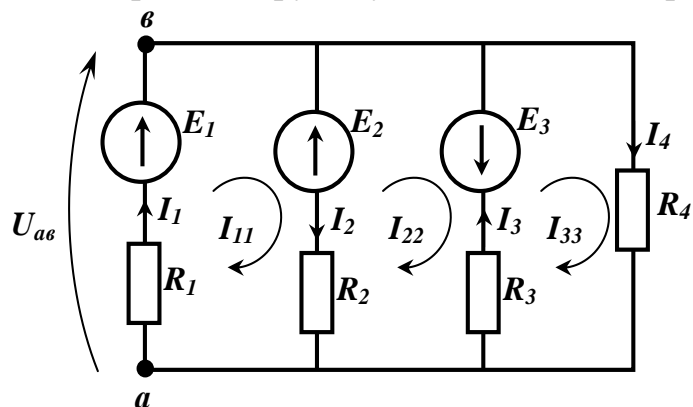
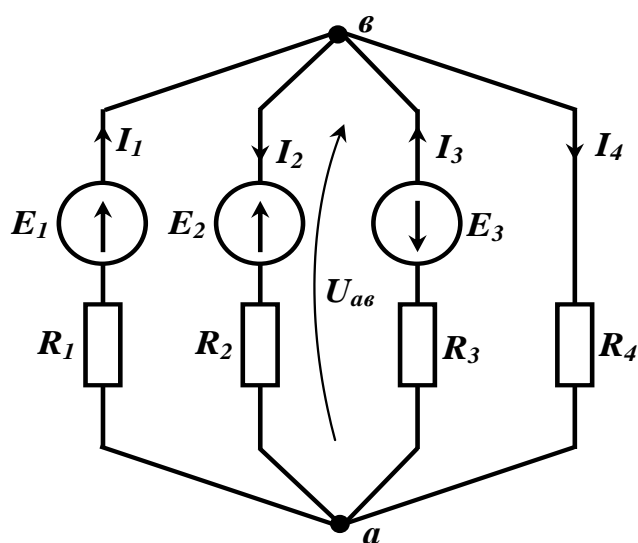


Рис. 1.1. Електрична схема до задачі 1.1



Задаємося напрямками струмів і міжвузлової напруги U_{ab} так, як зображено на рис. 1.1. Запишемо рівняння за другим законом Кірхгофа для контурів так, щоб у кожне рівняння входила напруга U_{ab} і одна вітка електричного кола:

$$U_{ab} + I_1 R_1 = E_1; \quad U_{ab} + I_2 R_2 = E_2; \quad U_{ab} + I_3 R_3 = -E_3; \quad U_{ab} - I_4 R_4 = 0, \text{ або}$$

$$U_{ab} - E_1 + I_1 R_1 = 0; \quad U_{ab} - E_2 + I_2 R_2 = 0; \quad U_{ab} + E_3 + I_3 R_3 = 0; \quad U_{ab} - I_4 R_4 = 0.$$

Із кожного рівняння створеної системи визначимо струм:

$$I_1 = \frac{-U_{ab} + E_1}{R_1} = -g_1 U_{ab} + g_1 E_1, \text{ де } g_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ Ом}^{-1};$$

$$I_2 = \frac{U_{ab} - E_2}{R_2} = g_2 U_{ab} - g_2 E_2, \text{ де } g_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ Ом}^{-1};$$

$$I_3 = \frac{-U_{ab} - E_3}{R_3} = -g_3 U_{ab} - g_3 E_3, \text{ де } g_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ Ом}^{-1};$$

$$I_4 = \frac{U_{ab}}{R_4} = g_4 U_{ab}, \text{ де } g_4 = \frac{1}{R_4} = \frac{1}{1} = 1 \text{ Ом}^{-1}.$$

За першим законом Кірхгофа запишемо рівняння для вузла ϵ : $I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = 0$
і підставимо в нього значення струмів:

$$-g_1 U_{ae} + g_1 E_1 - g_2 U_{ae} + g_2 E_2 - g_3 U_{ae} - g_3 E_3 - g_4 U_{ae} = 0.$$

З останнього рівняння визначимо напругу U_{ae} :

$$U_{ae} = \frac{g_1 E_1 + g_2 E_2 - g_3 E_3}{g_1 + g_2 + g_3 + g_4} = \frac{0,5 \cdot 200 + 0,25 \cdot 400 - 0,2 \cdot 120}{0,5 + 0,25 + 0,2 + 1} = 90,26 \text{ В.}$$

За відомою напругою U_{ae} визначаємо струми у вітках:

$$I_1 = -g_1 U_{ae} + g_1 E_1 = -0,5 \cdot 90,26 + 0,5 \cdot 200 = 54,87 \text{ А};$$

$$I_2 = g_2 U_{ae} - g_2 E_2 = 0,25 \cdot 90,26 - 0,25 \cdot 400 = -77,43 \text{ А};$$

$$I_3 = -g_3 U_{ae} - g_3 E_3 = -0,2 \cdot 90,26 - 0,2 \cdot 120 = -42,05 \text{ А};$$

$$I_4 = g_4 U_{ae} = 1 \cdot 90,26 = 90,26 \text{ А.}$$