

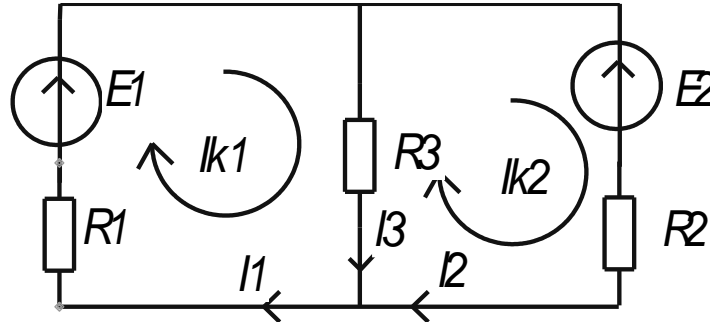
Розрахуємо коло на малюнку 3.1 за методом накладання:

$p=3$ ;  $q=2$ ; кількість рівнянь  $n = p - q = 2$ ;

Складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} R_{11}I_{K1} + R_{12}I_{K2} = E_{K1} \\ R_{21}I_{K1} + R_{22}I_{K2} = E_{K2} \end{cases}$$

1) Знайдемо силу струмів і напруги віток кола, які створюються спільною дією джерел ЕРС  $E_1$  та  $E_2$ .



Знайдемо параметри рівнянь:

$$E_{K1} = E_1 = 20,75 \quad R_{11} = R_1 + R_3 + R_{01} = 50,1 + 99,5 + 6,58 = 156,18$$

$$E_{K2} = -E_2 = -15,85 \quad R_{22} = R_2 + R_3 + R_{02} = 75,4 + 99,5 + 3,08 = 177,98$$

$$R_{12} = R_{21} = -R_3 = -99,5$$

$$\begin{cases} 156,18I_{K1} - 99,5I_{K2} = 20,75 \\ -99,5I_{K1} + 177,98I_{K2} = -15,85 \end{cases}$$

Розв'яжемо систему та знайдемо струми:

$$I_{K1} = 118,235mA \quad I_1 = I_{K1} = 118,235mA \quad I_3 = I_{K1} - I_{K2} = 141,190mA$$

$$I_{K2} = -22,956mA \quad I_2 = I_{K2} = -22,956mA$$

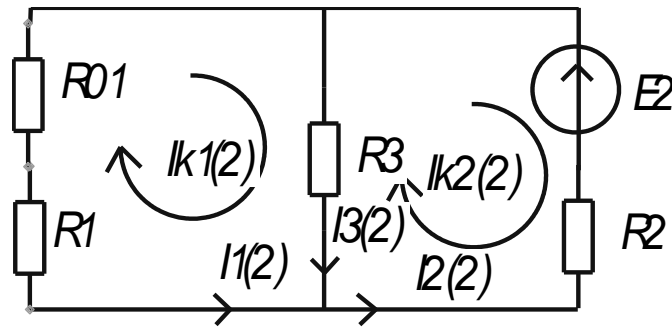
Знайдемо напруги на вітках кола:

$$U_1 = I_1 R_1 = 5,924$$

$$U_2 = I_2 R_2 = -1,7309$$

$$U_3 = I_3 R_3 = 14,0485$$

2) Знайдемо силу струмів і напруги віток кола, враховуючи їхній напрямок, при дії джерела ЕРС  $E_2$ .



Знайдемо параметри рівнянь:

$$E_{K1} = 0 \quad R_{11} = R_1 + R_3 + R_{01} = 50,1 + 99,5 + 6,58 = 156,18$$

$$E_{K2} = -E_2 = -15,85 \quad R_{22} = R_2 + R_3 + R_{02} = 75,4 + 99,5 + 3,08 = 177,98$$

$$R_{12} = R_{21} = -R_3 = -99,5$$

$$\begin{cases} 156,18I_{K1} - 99,5I_{K2} = 0 \\ -99,5I_{K1} + 177,98I_{K2} = -15,85 \end{cases}$$

Розв'яжемо систему та знайдемо струми:

$$I_{K1(2)} = -88,1212 \text{ mA} \quad I_{1(2)} = -I_{K1(2)} = 88,1212 \text{ mA}$$

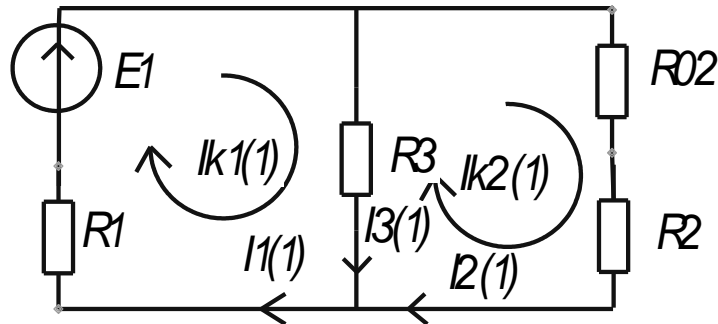
$$I_{K2(2)} = -138,319 \text{ mA} \quad I_{2(2)} = -I_{K2(2)} = 138,319 \text{ mA} \quad I_{3(2)} = I_{K1(2)} - I_{K2(2)} = 50,198 \text{ mA}$$

$$U_{1(2)} = I_{1(2)} R_1 = -4,415$$

$$U_{2(2)} = I_{2(2)} R_2 = -10,429$$

$$U_{3(2)} = I_{3(2)} R_3 = 4,995$$

3) Знайдемо силу струмів і напруги віток кола, враховуючи їхній напрямок, при дії джерела ЕРС  $E_1$ .



Знайдемо параметри рівнянь:

$$E_{K1} = E_1 = 20,75 \quad R_{11} = R_1 + R_3 + R_{01} = 50,1 + 99,5 + 6,58 = 156,18$$

$$E_{K2} = 0 \quad R_{22} = R_2 + R_3 + R_{02} = 75,4 + 99,5 + 3,08 = 177,98$$

$$R_{12} = R_{21} = -R_3 = -99,5$$

$$\begin{cases} 156,18I_{K1} - 99,5I_{K2} = 20,75 \\ -99,5I_{K1} + 177,98I_{K2} = 0 \end{cases}$$

Розв'яжемо систему та знайдемо струми:

$$I_{K1(1)} = 206,356mA \quad I_{1(1)} = I_{K1(1)} = 206,356mA$$

$$I_{K2(1)} = 115,364mA \quad I_{2(1)} = I_{K2(1)} = 115,364mA \quad I_{3(1)} = I_{K1(1)} - I_{K2(1)} = 90,992mA$$

$$U_{1(1)} = I_{1(1)} R_1 = 10,338$$

$$U_{2(1)} = I_{2(1)} R_2 = 8,698$$

$$U_{3(1)} = I_{3(1)} R_3 = 9,054$$

7. Визначити вхідні і взаємні провідності віток; використати їх для розрахунку відповідних струмів; одержані результати занести в таблицю 3.2 і порівняти з результатами дослідів.

Визначимо вхідні і взаємні провідності віток:

1) ПРИ спільній дії джерел ЕРС  $E_1$  та  $E_2$ .

$$G_1 = I_1 / (E_1 + E_2) = 0,0049 \quad G_1 = I_1 / (E_1 + E_2) = -0,0033$$

Розрахунок  $G_2 = I_2 / (E_1 + E_2) = 0,001$  Дослід  $G_2 = I_2 / (E_1 + E_2) = -0,00052$

$$G_3 = I_3 / (E_1 + E_2) = 0,0038 \quad G_3 = I_3 / (E_1 + E_2) = -0,00381$$

1) ПРИ дії джерела ЕРС  $E_2$ .

$$G_{1(2)} = I_{1(2)} / E_2 = 0,0032 \quad G_{1(2)} = I_{1(2)} / E_2 = 0,00543$$

Розрахунок  $G_{2(2)} = I_{2(2)} / E_2 = -0,00063$  Дослід  $G_{2(2)} = I_{2(2)} / E_2 = -0,00854$

$$G_{3(2)} = I_{3(2)} / E_2 = 0,00386 \quad G_{3(2)} = I_{3(2)} / E_2 = 0,00309$$

2) ПРИ дії джерела ЕРС  $E_1$ .

$$G_{1(1)} = I_{1(1)} / E_1 = -0,00556 \quad G_{1(1)} = I_{1(1)} / E_1 = -0,00983$$

Розрахунок  $G_{2(1)} = I_{2(1)} / E_1 = -0,00873$  Дослід  $G_{2(1)} = I_{2(1)} / E_1 = 0,00551$

$$G_{3(1)} = I_{3(1)} / E_1 = 0,00316 \quad G_{3(1)} = I_{3(1)} / E_1 = 0,00434$$

$$I_1 = G_{1(1)} E_1 - G_{1(2)} E_2 = 0,00995$$

$$I_2 = G_{2(1)} E_1 - G_{2(2)} E_2 = 0,00556$$

$$I_3 = G_{3(1)} E_1 + G_{3(2)} E_2 = 0,00439$$

### Завдання на навчально-дослідну роботу студентів

1. Користуючись методом накладання, визначити, при якій величині ЕРС  $E_1$  струм  $I_3=0$ , якщо параметри інших елементів електричного кола залишаться незмінними.

2. Визначити, якою повинна бути величина ЕРС  $E_2$ , щоб сила струму

першої вітки збільшилась вдвічі,

3. Розрахувати силу струму віток, якщо напрямок ЕРС  $E_2$  зміниться на протилежний.

### Навчально-дослідна робота

1. Користуючись методом накладання, визначити, при якій величині ЕРС  $E_1$  струм  $I_3=0$ , якщо параметри інших елементів електричного кола залишаються незмінними.

$$\begin{aligned}I_3 &= G_{3(1)} E_1' + G_{3(2)} E_2 \\G_{3(1)} E_1 + G_{3(2)} E_2 &= 0 \\E_1' &= \frac{-G_{3(2)} E_2}{G_{3(1)}} = 13,909\end{aligned}$$

2. Визначити, якою повинна бути величина ЕРС  $E_2$ , щоб сила струму першої вітки збільшилась вдвічі.

$$\begin{aligned}2I_1 &= G_{1(1)} E_1 + G_{1(2)} E_2' \\E_2' &= \frac{(2I_1 - G_{1(1)} E_1)}{G_{1(2)}} = -270,149\end{aligned}$$

3. Розрахувати силу струму віток, якщо напрямок ЕРС  $E_2$  зміниться на протилежний.

$$\begin{aligned}I_1 &= G_{1(1)} E_1 + G_{1(2)} E_2 = 57,091mA \\I_2 &= G_{2(1)} E_1 + G_{2(2)} E_2 = -253,683mA \\I_3 &= G_{3(1)} E_1 - G_{3(2)} E_2 = 294,477mA\end{aligned}$$

**Висновок:** З ходом роботи було перевірено справедливність принципу накладання в колах постійного електричного струму. Експериментальні дані, підтвердили його, з певною похибкою оскільки при вимірюванні завжди є похибка, а також внутрішні опори джерел не були викладені з 100 відсотковою точністю на магазинах, так як це підраховано в розрахунках Завдання на навчально-дослідну роботу показали, що даний метод є досить зручним для розрахунків електричних кіл, у яких не міняється структура, але змінюються параметри джерел.