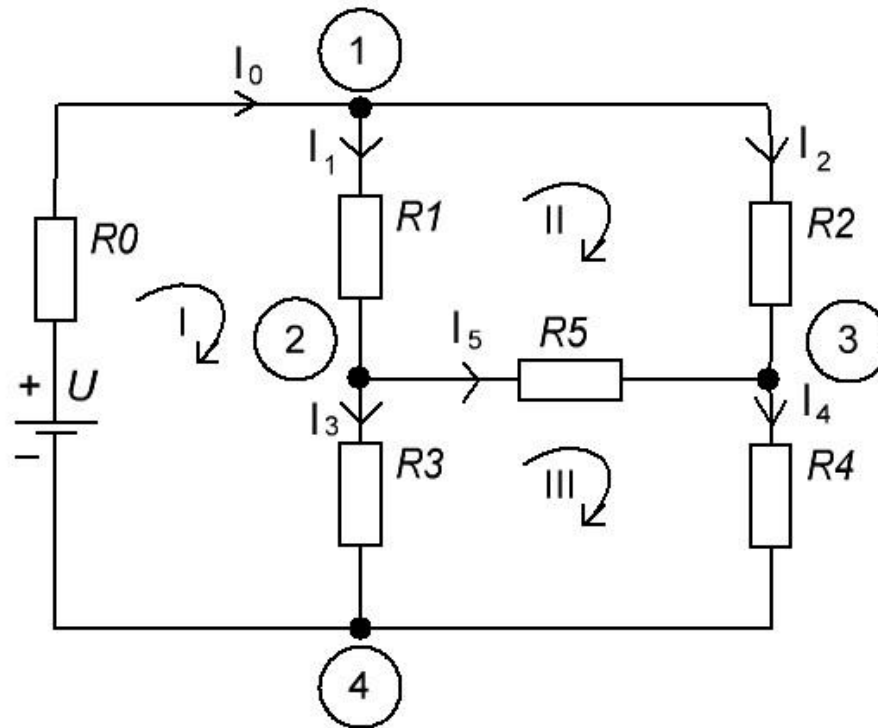


Лекція 2.2.

**Аналіз лінійних кіл постійного струму при
безпосередньому застосуванні законів Кірхгофа.**

Приклад аналізу кола постійного струму методом рівнянь Кірхгофа.

Дане коло містить 4 вузли і 6 гілок, отже його математична модель містить 6 рівнянь, з яких 3 складені за першим законом Кірхгофа, і 3 рівняння складені за другим законом Кірхгофа.



$$\text{Вузол 1: } I_0 - I_1 - I_2 = 0;$$

$$\text{Вузол 2: } I_1 - I_3 - I_5 = 0;$$

$$\text{Вузол 3: } I_2 - I_4 + I_5 = 0;$$

$$\text{Контур I: } I_0 R_0 + I_1 R_1 + I_3 R_3 = U;$$

$$\text{Контур II: } -I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_5 R_5 = 0;$$

$$\text{Контур III: } -I_3 R_3 + I_4 R_4 + I_5 R_5 = 0;$$

Запишемо дану систему рівнянь в матричній формі з метою використання детермінантного (визначникового) числення для знаходження невідомих струмів. Перевагою використання матричного числення є компактність запису математичної моделі та її розв'язків.

$$\begin{array}{ccccccccc}
 1 & -1 & -1 & & & & & & I_0 & 0 \\
 & 1 & & -1 & & -1 & & & I_1 & 0 \\
 & & & & & & & & \times & = \\
 & & 1 & & -1 & 1 & & & I_2 & 0 \\
 R_0 & R_1 & & & R_3 & & & & I_3 & \cup \\
 & - R_1 & R_2 & & & & - R_5 & & I_4 & 0 \\
 & & & - R_3 & R_4 & R_5 & & & I_5 & 0
 \end{array}$$

Розв'язок наведеної системи рівнянь має вигляд:

$$I_0 = \frac{D_0}{D}; I_1 = \frac{D_1}{D}; I_2 = \frac{D_2}{D}; \dots, I_5 = \frac{D_5}{D},$$

де позначено :

D - визначник системи рівнянь;

D_K - визначник, отриманий із D шляхом заміни k -го стовпця стовпцем, що містить вільні члени.

Наприклад, визначник D_0 має вигляд:

0	-1	-1	0	0	0
0	1	0	-1	0	-1
0	0	1	0	-1	1
U	R_1	0	R_3	0	0
0	$-R_1$	R_2	0	0	$-R_5$
0	0	0	$-R_3$	R_4	R_5

Для прикладу прийнемо такі значення параметрів компонентів схеми:

$$U = 10\text{ В}; R_0 = R_5 = 100\text{ Ом}; R_1 = 100\text{ Ом}; R_2 = 50\text{ Ом}; R_3 = 100\text{ Ом}; R_4 = 25\text{ Ом}.$$

Розрахунок даної схеми за допомогою програми MathCAD з використанням вбудованої функції *lsolve* дає наступний результат:

$$I_0 = 0,158\text{ А}; I_1 = 0,051\text{ А}; I_2 = 0,106\text{ А}; I_3 = 0,033\text{ А}; I_4 = 0,125\text{ А}; I_5 = 0,015\text{ А}.$$

Розрахуємо баланс потужностей у даній схемі.

Потужність джерела напруги U дорівнює:

$$P_U = -UI_0 = -10 \cdot 0,158 = -1,58\text{ Вт}.$$

Потужності, які розсіюються на резисторах схеми:

$$P_0 = I_0^2 \cdot R_0 = 0,25\text{ Вт}; P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = 0,26\text{ Вт}; P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = 0,562\text{ Вт};$$

$$P_3 = I_3^2 \cdot R_3 = 0,11\text{ Вт}; P_4 = I_4^2 \cdot R_4 = 0,391\text{ Вт}; P_5 = I_5^2 \cdot R_5 = 0,0023\text{ Вт}.$$

Сумарна розсіювана потужність дорівнює 1,5753 Вт, що практично підтверджує баланс потужностей у схемі.