

При розрахунку електричного кола методом вузлових потенціалів система рівнянь скорочується до  $(n-1)$  рівняння, де  $n$  – кількість вузлів. В цьому методі використовуються такі поняття: потенціал вузла, власна провідність вузла, взаємна провідність вузлів, власний струм кола.

Метод вузлових потенціалів (МВП) зручно застосовувати для таких кіл, які мають будь яку кількість віток, але порівняну невелику кількість вузлів. За рівнянням МВП спочатку розраховують потенціали вузлів кола, а потім за законом Ома визначають струми у вітках.

Послідовність дій під час застосування методу вузлових потенціалів є наступною:

1) прирівняти до нуля потенціал одного із вузлів електричної схеми. Якщо у колі між двома вузлами увімкнено ідеальне джерело ЕРС, а опір відсутній, зручніше заземлити один з його затискачів, тоді потенціал другого вузла буде дорівнювати значенню ЕРС цього джерела;

2) визначити власну провідність вузлів, взаємні провідності між вузлами та вузлові струми. Для кожного потенціального вузла записати рівняння за I законом Кірхгофа. Слід врахувати, що у лівій частині рівняння добуток власної провідності вузла на його потенціал має знак "+", а добуток взаємної провідності на потенціал вузла – знак "-". Якщо вузол, що розглядається, не зв'язаний вітками з будь-яким іншим вузлом, то взаємна провідність дорівнює нулю.

Потенціал одного з вузлів кола приймається за 0, інші є невідомими системами рівнянь, яка, наприклад для електричного кола рис.1 має вигляд. При цьому  $\varphi_3 = 0$ , то рівняння буде мати вигляд:

$$\text{(Вузол 1)} \quad -I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

$$\text{(Вузол 2)} \quad I_5 + I_4 - I_3 = 0$$

$$\text{(Вузол 4)} \quad I_2 - I_5 - I_6 = 0$$

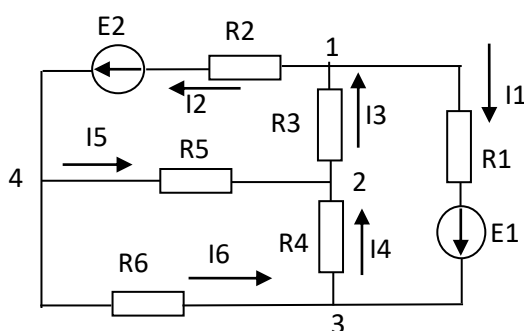


Рис.1 Складне електричне коло

Користуючись Законом Ома для ділянки кола, виразимо струми через різниці потенціалів між вузлами:

$$I_1 = \frac{U_{13} + E_1}{R_1} = \frac{\varphi_1 - \varphi_3 + E_1}{R_1} = (\varphi_1 - \varphi_3 + E_1)G_1$$

$$I_2 = \frac{U_{14} + E_2}{R_2} = \frac{\varphi_1 - \varphi_4 + E_2}{R_2} = (\varphi_1 - \varphi_4 + E_2)G_2$$

$$I_3 = \frac{U_{21}}{R_3} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{R_3} = (\varphi_2 - \varphi_1)G_3$$

$$I_4 = \frac{U_{32}}{R_4} = \frac{\varphi_3 - \varphi_2}{R_4} = (\varphi_3 - \varphi_2)G_4$$

$$I_5 = \frac{U_{42}}{R_5} = \frac{\varphi_4 - \varphi_2}{R_5} = (\varphi_4 - \varphi_2)G_5$$

$$I_6 = \frac{U_{43}}{R_6} = \frac{\varphi_4 - \varphi_3}{R_6} = (\varphi_4 - \varphi_3)G_6$$

Тут  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$  - потенціали вузлів;  $G_1 - G_6$  - власні провідності вузлів – вони визначаються як сума провідностей всіх віток, що сходяться у відповідному вузлі; Провідності  $g_{ij}$ , які мають різні індекси називають взаємними провідностями відповідної пари вузлів.  $I_1 - I_6$  - власні струми вузлів.

Провідність гілок  $G_{ij}$  має знак «-» і обчислюється як сума провідностей віток, які безпосередньо з'єднують  $i$ тий та  $j$ тий вузли.

$$G_1 = \frac{1}{R_1}; \quad G_2 = \frac{1}{R_2}; \quad G_3 = \frac{1}{R_3}; \quad G_4 = \frac{1}{R_4}; \quad G_5 = \frac{1}{R_5}; \quad G_6 = \frac{1}{R_6};$$

### Принцип суперпозиції та метод накладання

Якщо коло має декілька джерел живлення, то для обчислення цих кіл можна застосувати метод суперпозиції (метод накладання). Цей метод використовує принцип незалежності дії ЕРС.

Принцип суперпозиції для лінійних кіл постійного струму полягає в тому, що в будь-якій вітці струм дорівнює алгебраїчній сумі струмів, які б протікали у ній при дії кожного джерела живлення взятого окремо, в той час як інші джерела замінюються резистивними елементами з відповідними опорами, що дорівнюють їх внутрішнім опорам.

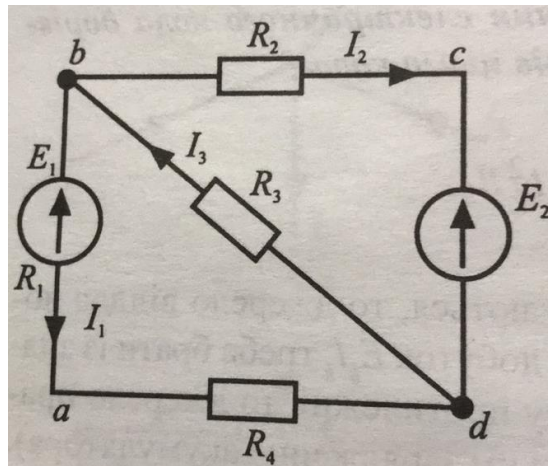
Використовуючи метод накладання реальне коло з декількома джерелами живлення замінюють декількома колами, в кожному з яких діє лише одне джерело і розраховують струм у всіх вітках (часткові струми) методом еквівалентних перетворень. Потім визначають реальні струми як алгебраїчну суму часткових струмів у кожній вітці кола.

Обчислення складних кіл із кількома джерелами живлення за методом суперпозиції можна здійснити у такий спосіб:

- 1) складне коло замінюють кількома колами, кожне з яких має одне джерело в елементарному колі, інші замінюють опорами, що дорівнюють внутрішнім опорам джерел;
- 2) обчислюють елементарні кола, визначають величини та напрямки струмів у кожній вітці;
- 3) у кожній вітці знаходять справжні струми як алгебраїчну суму відповідних струмів, тобто доданками справжнього струму є струми цієї вітки в елементарних колах.

Наведемо схематичну послідовність розрахунку кола з застосуванням методу накладання для електричного кола, що має у своєму складі два джерела ЕРС.

(приклад Паначевський, ст. 20)



Розглянемо коло, де в першому випадку в нас не буде  $E_2$ . Внутрішній опір цієї ЕРС буде дорівнювати нулю. Усі струми позначимо штрихом, тобто

$$I'_1 = \frac{-E_1}{R_1 + R_4 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}};$$

$$I'_3 = \frac{E_1 + I'_1(R_1 + R_4)}{R_3};$$

$$I'_2 = I'_3 - I'_1.$$

Далі, можна розглянути коло без джерела  $E_1$ , але врахувати його внутрішній опір  $R_1$ . Струми позначимо двома штрихами

$$I''_2 = \frac{-E_2}{R_2 + \frac{(R_1 + R_4)R_3}{R_1 + R_2 + R_3}};$$

$$I''_3 = -(E_2 + I''_2 R_2) \frac{1}{R_3};$$

$$I''_1 = I''_3 - I''_2.$$

Тоді справжні струми є сумою відповідних струмів елементарних кіл, тобто

$$I_1 = I'_1 + I''_1;$$

$$I_2 = I'_2 + I''_2;$$

$$I_3 = I'_3 + I''_3.$$