**Метод вузлових потенціалів** Лекція 4

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

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

$$φ\_{А}∙g\_{АА}+φ\_{B}∙g\_{BA}+φ\_{C}∙g\_{CA}=I\_{A}$$

$$φ\_{А}∙g\_{АB}+φ\_{B}∙g\_{BB}+φ\_{C}∙g\_{CB}=I\_{B}$$

$$φ\_{А}∙g\_{АC}+φ\_{B}∙g\_{BC}+φ\_{C}∙g\_{CC}=I\_{C}$$

Тут $φ\_{А}, φ\_{В}, φ\_{С}$ - потенціали вузлів; $g\_{АА}, g\_{ВВ}, g\_{СС}$ - 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. $I\_{A}, I\_{В}, I\_{С}$ - власні струми вузлів.

Взаємна провідність $g\_{ij}$ має знак «-» і обчислюється як сума провідностей віток, які безпосередньо з’єднують $i$тий та $j$тий вузли.

Власний струм вузла обчислюється як алгебраїчна сума відношень ЕРС віток, які сходяться в даному вузлі, до сумарного опору елементів кожної гілки. Якщо ЕРС направлена до вузла, то це відношення має знак «+», якщо від вузла «-».

$g\_{АА}=\frac{1}{r\_{1}}+\frac{1}{r\_{2}}+\frac{1}{r\_{5}};$ $g\_{BB}=\frac{1}{r\_{2}}+\frac{1}{r\_{3}}+\frac{1}{r\_{4}};$ $g\_{CC}=\frac{1}{r\_{4}}+\frac{1}{r\_{5}}+\frac{1}{r\_{6}};$

$g\_{AB}=g\_{AB}=-\frac{1}{r\_{2}};$ $g\_{AC}=g\_{CA}=-\frac{1}{r\_{5}};$ $g\_{BC}=g\_{CB}=-\frac{1}{r\_{4}};$

$I\_{A}=\frac{E\_{1}}{r\_{1}}+\frac{E\_{2}}{r\_{2}}+\frac{E\_{5}}{r\_{5}};$ $I\_{B}=\frac{E\_{2}}{r\_{2}}+\frac{E\_{3}}{r\_{3}}+\frac{E\_{4}}{r\_{4}};$ $I\_{C}=\frac{E\_{4}}{r\_{4}}+\frac{E\_{5}}{r\_{5}}+\frac{E\_{6}}{r\_{6}};$

Після розв’язку системи рівнянь за значеннями обчислених потенціалів знаходять силу струму в кожній вітці кола, використовуючи закон Ома для ділянки кола. Наприклад:

$I\_{1}=\frac{E\_{1}-φ\_{А}}{r\_{1}};$ $I\_{2}=\frac{φ\_{А}-φ\_{В}+E\_{2}}{r\_{2}};$ $I\_{3}=\frac{E\_{3}-φ\_{В}}{r\_{3}}$; $I\_{4}=\frac{φ\_{В}-φ\_{С}+E\_{4}}{r\_{4}}$; $I\_{5}=\frac{E\_{5}+φ\_{А}-φ\_{С}}{r\_{5}}$; $I\_{6}=\frac{E\_{6}-φ\_{С}}{r\_{6}}$

(Показати приклад розв’язку цим методом)

**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 небуде $E\_{2}$. Внутрішній опір цієї ЕРС буде дорівнювати нулеві. 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

$$I\_{2}^{''}=\frac{-E\_{2}}{R\_{2}+\frac{(R\_{2}+R\_{4})R\_{3}}{R\_{1}+R\_{2}+R\_{3}}};$$

$$I\_{3}^{''}=-(E\_{2}+I\_{2}^{''}R\_{2})\frac{1}{R\_{3}};$$

$$I\_{1}^{''}=I\_{3}^{''}-I\_{2}^{''}.$$

Тоді справжні струми є сумою відповідних струмів елементарних кіл, тобто

$$I\_{1}^{}=I\_{1}^{'}+I\_{1}^{''};$$

$$I\_{2}^{}=I\_{2}^{'}+I\_{2}^{''};$$

$$I\_{3}^{}=I\_{3}^{'}+I\_{3}^{''}.$$