

# РОЗРАХУНОК В СЕРЕДОВИЩІ МАТНСАД ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРАВИЛ КІРХГОФА

*Сергій Латиговський, Олександр Бусигін  
Віктор Зубченко, Ольга Сєдих, Світлана Маковецька  
Національний університет харчових технологій*

**Вступ.** Аналіз складних лінійних електричних кіл завжди зводиться до розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь з дійсними чи комплексними коефіцієнтами. Рішення систем рівнянь розмірністю більшою трьох вимагає великих витрат часу, тому використання пакету Mathcad розрахунків доцільно для виконання розрахунків електричних кіл.

**Матеріали і методи.** В складних (розгалужених) електричних колах виділяються:

- ✓ гілка – елемент кола, в якому протікає один і той самий струм;
- ✓ вузол – точка, де сходяться мінімум три гілки кола;
- ✓ замкнений контур – електричне коло, яке має кілька гілок, вздовж яких можна зробити замкнений обхід.

Співвідношення між фізичними величинами  $I$ ,  $R$ ,  $U$ ,  $E$  для вузлів та замкнених контурів визначаються за правилами Кірхгофа. Правило випливає з принципу нерозривності електричного струму, згідно з яким в кожній точці електричного кола електрони зникають і виникають, тобто скільки зарядів підходить до цієї точки, стільки від неї і відходить.

I правило Кірхгофа:

Алгебраїчна сума сили струмів, які сходяться в будь-якому вузлі електричного кола, дорівнює нулю

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0,$$

де  $n$  – кількість струмів,  $I_k$  – сила струму в  $k$ -ій гілці вузла.

Сили струмів, що входять у вузол є додатним, а які виходять з вузла – від'ємні (напрямок струмів вибирають довільно).

II правило Кірхгофа базується на законі збереження енергії: в будь-якому замкненому контурі алгебраїчна сума  $EPC$ , що діють в даному контурі дорівнює алгебраїчній сумі спадів напруги на всіх опорах, що належать цьому контуру

$$\sum \mathcal{E}_k = \sum I_k R_k$$

При розв'язанні конкретної задачі потрібно:

1. у гілках кола довільно обрати напрямки струмів;
2. за I правилом Кірхгофа скласти  $(m-1)$  рівнянь, де  $m$  – кількість вузлів у колі;
3. визначити замкнені контури, кожний із них повинен мати хоча б одну гілку, яка не входить ні в один інший контур;
4. довільно обрати напрямок обходу вибраних контурів;
5. для визначених контурів скласти рівняння за II правилом Кірхгофа, дотримуючись правил знаків, в яких сила струму за напрямком співпадає з обраним напрямком обходу контуру, відповідний спад напруги  $IR$  береться зі знаком плюс, в протилежному випадку – зі знаком мінус. Якщо напрямок сили струму у гілці де є джерело струму таке, що в джерелі струму він проходить від негативного полюсу до позитивного, то значення  $EPC$  цього джерела входить у рівняння зі знаком «плюс». В протилежному випадку – зі знаком мінус;
6. система рівнянь повинна бути повною, тобто число рівнянь повинно відповідати числу невідомих величин.

Якщо при розв'язанні системи рівнянь значення сили струму в деякій гілці має від'ємний знак, це означає що сила струму в цій гілці має напрямок протилежний, що був вибраний на схемі. Як приклад розглянемо схему рис.1.

### Результати.

E вимірюється у Вольтах; R - в Омах.

$$E1 := 6.5 \quad E2 := 3.9 \quad R1 := 17 \quad R2 := 10$$

$$R3 := 13 \quad R4 := 10 \quad R5 := 12 \quad R6 := 21$$

Given

$$I1 \cdot R1 + I5 \cdot R5 = E1 - E2$$

$$I2 \cdot (R2 + R3) + I4 \cdot R4 = -E2$$

$$I5 \cdot R5 + I6 \cdot R6 - I4 \cdot R4 = 0$$

$$I1 + I2 - I3 = 0$$

$$I3 - I4 - I5 = 0$$

$$I5 - I1 - I6 = 0$$

- система рівнянь створена на основі I та II правил Кірхгофа

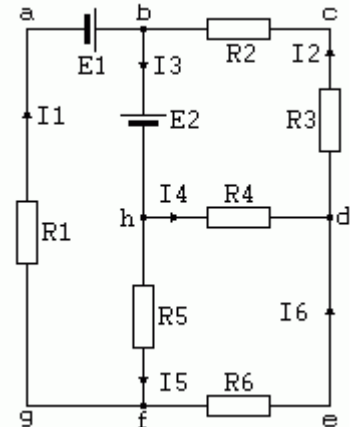


Рис.1.

$$\text{Find}(I1, I2, I3, I4, I5, I6) \rightarrow \begin{pmatrix} .11634377145586435416 \\ -.13772649929848652199 \\ -2.1382727842622167826 \cdot 10^{-2} \\ -7.3229051613480999433 \cdot 10^{-2} \\ 5.1846323770858831607 \cdot 10^{-2} \\ -6.4497447685005522553 \cdot 10^{-2} \end{pmatrix}$$

**Висновки.** Використання MathCad дуже ефективно при розв'язку задач з використанням систем лінійних рівнянь, наприклад, для електричних кіл.

### Література

1. Гурский Д.А., Турбина Е.С. Вычисления в MathCad 12. – СПб.: Питер, 2006
2. Дьяконов В.П. Справочник по MathCAD 7.0 PRO. М.: СК-ПРЕСС, 1998. 785 с.