

Міністерство освіти і науки України
Національний авіаційний університет
Навчально-науковий інститут комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Лабораторна робота №4
з дисципліни «Теорія електричних та магнітних кіл»
на тему: «Розрахунок складного електричного кола синусоїдного струму
з експериментальною перевіркою»

Виконав:
студент ННІКІТ СП-225
Клокун Владислав
Перевірив:
Молчанов О. В.

Київ 2017

1 Мета роботи

1. Набути необхідні навички практичного розрахунку складного електричного кола синусоїдного струму, використовуючи методи аналізу кіл.
2. Перевірити правильність розрахунку кола, використовуючи рівняння балансу потужностей.
3. Навчитися будувати векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг контуру.

2 Порядок виконання роботи

Для виконання даної лабораторної роботи можна використовувати лабораторний стенд №8 або скористатися магазинами резисторів, індуктивностей та ємностей. Але в будь-якому випадку необхідно зібрати вимірювальну частину схеми, зображеної на рисунку 1 і по черзі провести необхідні вимірювання, підключаючи до виходу схеми елементи, вказані в таблиці 1.

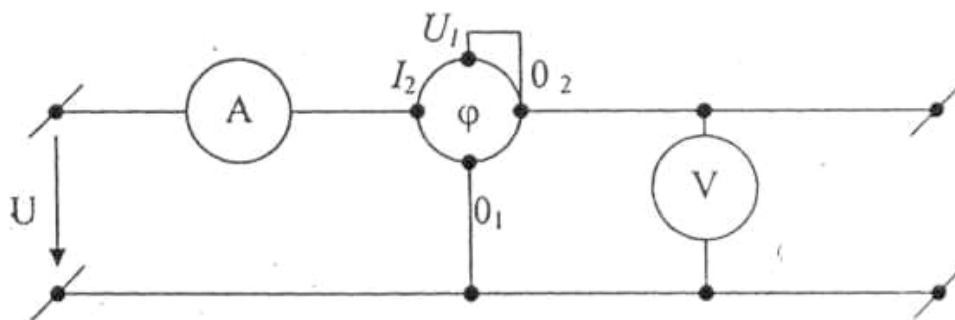


Рис. 1: Схема №1

Параметри	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$\varphi, ^\circ$
$R1$	20	$327 \cdot 10^{-3}$	0
$R2$	20	$122 \cdot 10^{-3}$	0
L	20,8	$133 \cdot 10^{-3}$	+80
$R4$	20	$82 \cdot 10^{-3}$	0
C	21,8	$129 \cdot 10^{-3}$	-90

Табл. 1: Дані №1

Використовуючи дані таблиці 1, розрахувати значення активних опорів резисторів $R1, R2, R_K, R4, R_C$ і значення реактивних опорів індуктивності та ємності X_K, X_C . З'ясувати у викладача кількість джерел ЕРС, позначення та значення їх напруги у

схемі, при яких необхідно розрахувати задане коло, і методи аналізу цього кола. Всі отримані дані занести у таблицю 2.

$E_1, \text{В}$	$E_2, \text{В}$	$E_3, \text{В}$	$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R_K, \text{Ом}$	$X_K, \text{Ом}$	$R_4, \text{Ом}$	$R_C, \text{Ом}$	$X_C, \text{Ом}$
30	0	0	61,1	163,9	26	154,2	243	0	169

Табл. 2: Дані №2

Розрахувати електричне коло на рисунку 2 відповідно до завдання, використовуючи символічний метод розрахунку. Тобто необхідно визначити діючі значення струмів схеми заданими методами та діючі значення напруг на елементах кола. Перевірити правильність розрахунку кола за рівняннями балансу потужностей. Дані розрахунку занести в таблицю 3.

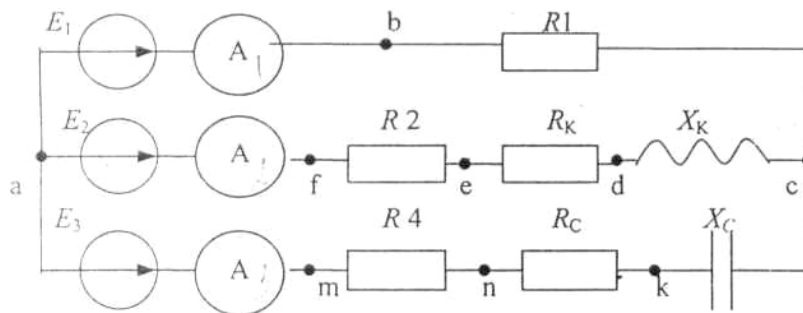


Рис. 2: Схема №2

Зібрати електричну схему на рисунку 2, включивши в неї необхідні вимірювальні прилади. Виконати вимірювання струмів і напруг. Результати експерименту занести в таблицю 3.

Використовуючи результати попередніх пунктів, обчислити похибку отриманих результатів. Результати обчислень занести в таблицю 3.

Побудувати векторну діаграму струмів і топографічну діаграму напруг.

Метод	U	I_1	I_2	I_3	U_{bc}	U_{ce}	U_{ef}	U_{cn}	U_{nm}
МКС	25	$124 \cdot 10^{-3}$	$78 \cdot 10^{-3}$	$54 \cdot 10^{-3}$	7,6	12,2	13	9,1	13,2
МВП	17,7	$180 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$	$30 \cdot 10^{-3}$	17	6,2	6,5	5,1	7,3
Дослід	30	$132 \cdot 10^{-3}$	$85 \cdot 10^{-3}$	$55 \cdot 10^{-3}$	8,6	12,2	14,5	12,1	16,9
Похибка	16%	6%	8%	2%	11%	0%	8%	24%	21%

Табл. 3: Експериментальні та теоретичні дані

3 Розрахунки

3.1 Метод контурних струмів

У схемі два контури. Обравши напрямки їх обходу так, щоб вони співпадали, складаємо систему рівнянь для методу контурних струмів:

$$\begin{cases} I_{11}(Z_1 + Z_2 + Z_K) + I_{22}(Z_2 + Z_K) = E_1, \\ I_{11}(Z_2 + Z_K) + I_{22}(Z_2 + Z_U + Z_4 + Z_C) = 0. \end{cases}$$

Підставимо дослідні значення: $Z_1 = R_1$, $Z_2 = R_2$, $Z_3 = R_4$. Обчислимо значення опорів, що не вказані:

$$Z_U = \sqrt{R_K^2 + X_K^2} = 156,37, \\ Z_C = \sqrt{R_C^2 + X_C^2} = 169.$$

Отримали систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} 381I_{11} + 320I_{22} = 30, \\ 320I_{11} + 732I_{22} = 0. \end{cases} \Rightarrow \begin{vmatrix} 381 & 320 \\ 320 & 732 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 30 \\ 0 \end{vmatrix}$$

Звідси $\Delta = 1766492$, $\Delta_1 = 21960$, $\Delta_2 = -9600$. Знаходимо перший контурний струм $I_{11} = \Delta_1/\Delta = 0,1244$ А; другий контурний струм $I_{22} = \Delta_2/\Delta = -0,0543$ А. Знаходимо реальні струми: $I_1 = 0,1244$ А, $I_2 = I_K = 0,0787$ А, $I_3 = I_C = -0,0543$ А.

3.2 Метод вузових потенціалів

Оскільки у схемі два вузли, з яких вузол φ_1 заземлюється для проведення обчислень, рівняння, складене за методом вузових потенціалів, має вигляд:

$$U_1(V_1 + V_2 + V_K + V_U + V_E) = E_1 V_1.$$

Виражаємо струми:

$$I_1 = \frac{-\varphi_1 + E_1}{Z_1}, \quad I_2 = I + K = \frac{\varphi_1}{(Z_2 + Z_K)}, \quad I_3 = I_C = \frac{-\varphi_1}{(Z_4 + Z_C)}.$$

Виражаємо потенціали:

$$V_1 = \frac{1}{R_1}, \quad V_2 = \frac{1}{R_2}, \quad V_3 = \frac{1}{R_4}, \quad V_K = \frac{1}{\sqrt{R_K^2 + X_K^2}}, \quad V_C = \frac{1}{\sqrt{R_C^2 + X_C^2}}.$$

Звідси отримали: $0,3888\varphi_1 = 0,49$, тобто $\varphi_1 = 12,628$ В. Знайдені значення струмів: $I_1 = 0,28$ А, $I_2 = 0,04$ А, $I_3 = -0,03$ А.

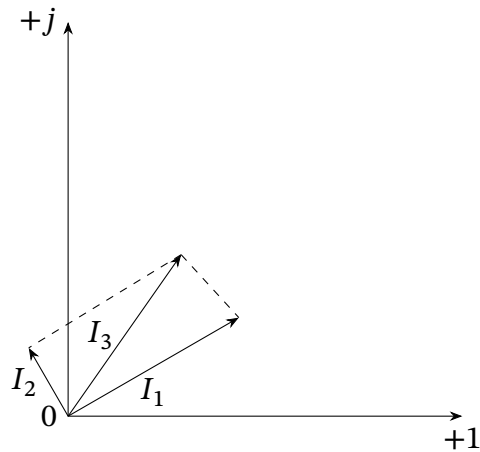


Рис. 3: Топографічна діаграма напруг

4 Діаграми

Під час виконання лабораторної роботи була побудована топографічна діаграма напруг (рис. 3).

5 Висновки

Виконуючи дану лабораторну роботу, ми набули необхідні навички практичного розрахунку складного електричного кола синусоїдного струму, використовуючи методи аналізу кіл; перевірили правильність розрахунку кола, використовуючи рівняння балансу потужностей, а також навчились будувати векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг контуру.