

## Лабораторная работа 4

### РОЗРАХУНОК СКЛАДНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЮ ПЕРЕВІРКОЮ

#### 1. Мета роботи

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

#### 2. Короткі теоретичні відомості

Для розрахунку ланцюгів змінного струму застосовують такі самі методи, що і для аналізу ланцюгів постійного струму, а саме: метод рівнянь Кірхгофа, методи контурних струмів, вузлових потенціалів, еквівалентних перетворень і т.п. Але ці методи аналізу можна застосовувати тільки в сукупності з теорією комплексних змінних. Відомо, що синусоїдні функції часу

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \phi_i), \quad u(t) = U_m \sin(\omega t + \phi_u),$$

якими описуються миттєві значення змінних струмів і напруг, можна представити комплексними числами:

$$\underline{I}_m = I_m e^{j\phi_i} = I_m \angle \phi_i, \quad \underline{U}_m = U_m e^{j\phi_u} = U_m \angle \phi_u,$$

у яких  $I_m$ ,  $U_m$  – модулі комплексних чисел (модулі амплітудних значень струму і напруги),  $e^{j\phi_i}$ ,  $e^{j\phi_u}$ ,  $\angle \phi_i$ ,  $\angle \phi_u$  – аргументи комплексних чисел (початкові фази струму і напруги), записаних у показниковій та полярній формах. Метод розрахунку складних електричних кіл синусоїдного струму із застосуванням комплексних чисел має назву символічного або комплексного методу. Для того, щоб застосувати символічний метод розрахунку, необхідно намалювати еквівалентну схему заміщення,

використовуючи вихідну схему, в якій представити в комплексній формі напругу джерел ЕРС, опори елементів ланцюга, а вже потім, використовуючи будь-який метод, розрахувати задачу. Вихідна схема показана на рис.15.

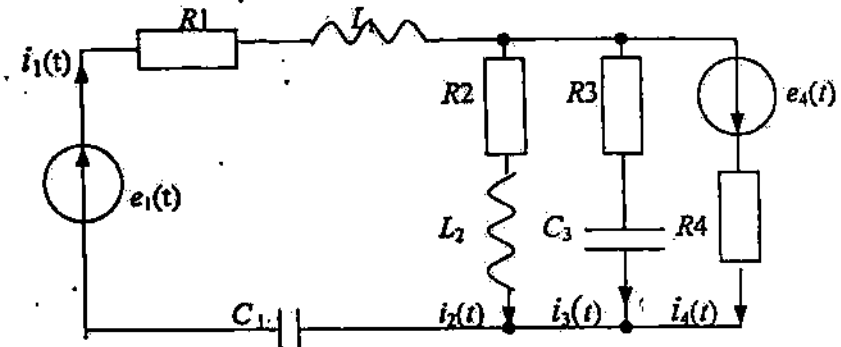


Рис.15

Будемо вважати, що нам відомі значення опорів активних резисторів (в омах), індуктивностей (в генрі) і ємності конденсаторів (у мікрофарадах), а також задані миттєві значення джерел ЕРС і частота (в герцах).

Спочатку необхідно визначити значення реактивних опорів індуктивностей та конденсаторів, використовуючи відповідні співвідношення, а потім комплекси повних опорів гілок, записавши їх як в алгебраїчній, так і показниковій формах:

$$X_{L1} = 2\pi f L_1 = L\omega_1, \quad X_{L2} = 2\pi f L_2 = \omega L_2, \quad X_{C1} = 1/2\pi f C_1 = 1/\omega C_1,$$

$$X_{C3} = 1/2\pi f C_3 = 1/\omega C_3, \quad Z_1 = R_1 + jX_{L1} - jX_{C1} = z_1 \angle \phi_1,$$

$$Z_2 = R_2 + jX_{L2} = z_2 \angle \phi_2, \quad Z_3 = R_3 - jX_{C3} = z_3 \angle \phi_3, \quad Z_4 = R_4 = z_4 \angle \phi_4,$$

де  $z = \sqrt{R^2 + X^2}$ , а  $\phi = \arctg X/R$ .

Еквівалентна схема заміщення основної схеми до розрахунку задачі комплексним засобом має вигляд рис.16.

**Метод рівнянь Кірхгофа.** Складемо систему рівнянь для розрахунку кола. Кількість рівнянь дорівнює чотирьом:

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0;$$

$$I_1 Z_1 + I_2 Z_2 = E_1;$$

$$-I_2 Z_2 + I_3 Z_3 = 0;$$

$$-I_3 Z_3 + I_4 Z_4 = E_4.$$