

Практичне заняття № 2

Розрахунок однофазних кіл змінного струму

1 Методичні рекомендації

1.1 Опрацювати Лекцію №2.

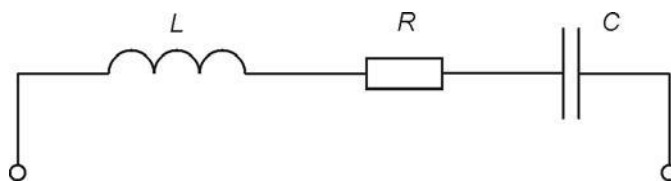
1.2 Розглянути наведений нижче алгоритм розв'язання типової задачі.

1.3 Із таблиці вибрати свої вихідні дані відповідно до двох останніх цифр шифру.

1.4 Розв'язати задачу за своїми вихідними даними відповідно до наведеного алгоритму.

2 Задача

Для нерозгалуженого кола, що являє собою послідовно з'єднані котушку індуктивністю L , резистор опором R та конденсатор ємністю C , яке підключене до джерела енергії змінного синусоїдального струму напругою U і частотою f , визначити струм I , напруги на всіх елементах, коефіцієнт потужності $\cos\phi$ та кут зсуву фаз між струмом і напругою на кінцях кола ϕ , побудувати векторну діаграму.



Мал. 1 Нерозгалужене коло змінного струму

Таблиця

№ варіанту	U , В	f , Гц	L , Гн	R , Ом	C , мкФ
1	220	50	0,15	20	80
2	220	50	0,14	19	85
3	220	50	0,13	18	90
4	220	50	0,12	17	75
5	127	50	0,11	16	80
6	127	50	0,1	15	90
7	127	50	0,09	14	100
8	127	50	0,08	13	150
9	127	50	0,07	12	180
10	110	50	0,06	11	190
11	110	50	0,05	10	180
12	110	50	0,04	9	200
13	110	50	0,03	6	270
14	110	50	0,02	5	400
15	100	60	0,02	4	300
16	100	60	0,03	4	220
17	100	60	0,04	5	190
18	100	60	0,05	6	150
19	100	60	0,06	7	130
20	80	60	0,07	8	110
21	80	60	0,08	9	94
22	80	60	0,09	10	85
23	80	60	0,1	11	80
24	80	60	0,11	12	68
25	75	60	0,12	13	66
26	75	60	0,13	14	60
27	75	60	0,14	15	55
28	75	60	0,15	16	50
29	75	60	0,16	20	50
30	70	60	0,17	25	50

Припустимо, коло підключене до напруги $U = 220$ В; частота струму $f = 50$ Гц; параметри ідеальних елементів $L = 0,07$ Гн; $R = 25$ Ом; $C = 200$ мкФ.

Розв'язання.

2.1 Індуктивний опір
ідеальної котушки
Ємнісний опір
конденсатора $X_C =$

$$X_L = 2\pi fL = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,07 = 21,99 \text{ Ом.}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 200 \cdot 10^{-6}} = 15,92 \text{ Ом.}$$

Реактивний опір $X = X_L - X_C = 21,99 - 15,92 = 6,08 \text{ Ом.}$

$X_L > X_C$. Отже, реактивний опір кола має індуктивний характер, тобто вектор струму відставатиме від вектору напруги.

Повний опір кола $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{25^2 + 6,08^2} = 25,73 \text{ Ом.}$

2.2 Діюче значення сили струму в колі $I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{25,73} = 8,55 \text{ А.}$

2.3 Напруга на котушці $U_L = I \cdot X_L = 8,55 \cdot 21,99 \approx 188 \text{ В.}$

Напруга на активному опорі $U_R = I \cdot R = 8,55 \cdot 25 \approx 214 \text{ В.}$

Напруга на конденсаторі $U_C = I \cdot X_C = 8,55 \cdot 15,92 \approx 136 \text{ В.}$

2.4 Будуємо векторну діаграму. Починаємо з вибору зручного масштабу для струму і напруги. Задаємося масштабом по струму: в 1 см – 0,5 А, по напрузі – в 1 см – 20 В. Побудову векторної діаграми (мал. 6) починаємо з вектору струму.

Вектор струму I в масштабі струмів відкладаємо в полярній системі координат по осі $\phi = 0$ (тобто по горизонтальній осі) з початку координат.

Вектор напруги U_R на активному опорі R у масштабі напруг відкладаємо в напрямку вектора струму, бо кут зсуву фаз між напругою та струмом у резистивному елементі дорівнює нулю.

А через те, що струм в індуктивному елементі відстає від напруги на 90° , вектор напруги U_L у масштабі напруг відкладаємо від кінця вектора U_R під

кутом $+90^\circ$ до вектора струму. Струм у ємнісному елементі випереджає напругу на 90° , тому вектор напруги U_C у масштабі напруг відкладаємо з кінця

вектора U_L під кутом -90° до вектора струму. Вектор напруги, що прикладена

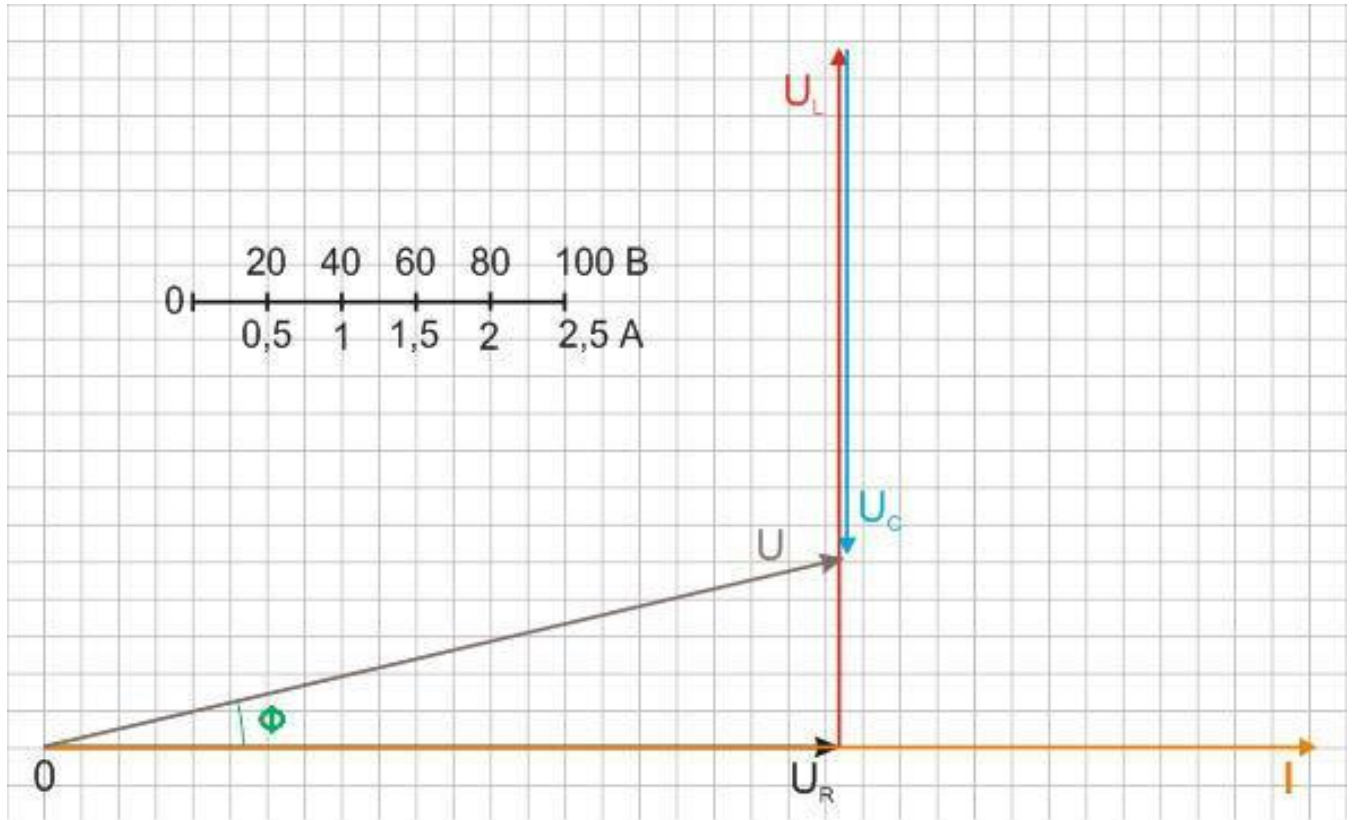
до всього кола, є геометричною сумою векторів U_R , U_L і U_C (

$U = U_R + U_L + U_C$), тому на векторній діаграмі вектор напруги U , що прикладена до кола, визначається вектором, спрямованим від початку

координат до кінця вектора U_C .

2.5 Знаходимо кут зсуву фаз між струмом і повною напругою ϕ та коефіцієнт потужності $\cos\phi$. Як видно з векторної діаграми, $\cos\phi = \frac{U}{U_R} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z}$, звідки

знаходимо $\cos\phi = \frac{25}{25,73} = 0,9716$, $\phi = \arccos(\cos\phi) = \arccos 0,9716 = 13,68^\circ$.



Мал. 2 Векторна діаграма

Відповідь. Діюче значення струму $I = 8,55 \text{ A}$, напруга на котушці $U_L \approx 188 \text{ V}$, напруга на активному опорі $U_R \approx 214 \text{ V}$, напруга на конденсаторі $U_C \approx 136 \text{ V}$, кут зсуву фаз між струмом і напругою на кінцях кола $\phi = 13,68^\circ$, коефіцієнт потужності $\cos\phi = 0,9716$.