

Практичне заняття № 3 «Розрахунок однофазних кіл змінного струму»

Задача 1. До мережі змінної напруги 220 В частотою 50 Гц увімкнене коло, що складається з послідовно з'єднаних резистора опором 15 Ом і котушки індуктивністю 50 мГн. Чому дорівнюють струми і напруги резистора і котушки, а також кут зсуву фаз між струмом і напругою? Активним опором котушки знехтувати.

Задача 2. До кола, яке складається з послідовно з'єднаних котушки з активним опором 1 Ом і індуктивністю 5 мГн та резистора опором 10 Ом, прикладена напруга (В), миттєве значення якої визначається виразом $u = 10\sin 314t$. Знайти вираз для миттєвого значення струму кола.

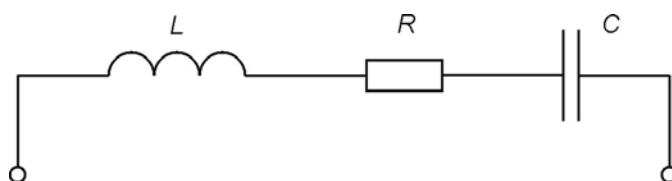
Задача 3. Котушка, індуктивність якої 1 мГн, підключена до джерела синусоїдальної змінної напруги 12 В частотою 400 Гц. Знайти вираз для миттєвого значення струму в котушці, прийнявши початкову фазу напруги рівною нулю.

Задача 4. Конденсатор ємністю 80 мкФ увімкнений у мережу синусоїдального струму напругою 380 В і частотою 50 Гц. Визначити ємнісний опір, струм та потужність.

Задача 5. Резистор опором 90 Ом і конденсатор ємністю 5 мкФ увімкнені послідовно. Знайти напруги на резисторі, на конденсаторі та на всьому колі, якщо струм у колі 0,5 А, а частота синусоїдального струму 50 Гц.

Задача 6 (контрольна).

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 $\cos\varphi$ та кут зсуву фаз між струмом і напругою на кінцях кола φ , побудувати векторну діаграму.



Мал. 5. Нерозгалужене коло змінного струму

Таблиця 2

№ 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.

1. Індуктивний опір ідеальної котушки $X_L = 2\pi fL = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,07 = 21,99$ Ом.

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

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

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

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

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

3. Напруга на котушці $U_L = I \cdot X_L = 8,55 \cdot 21,99 \approx 188$ В.

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

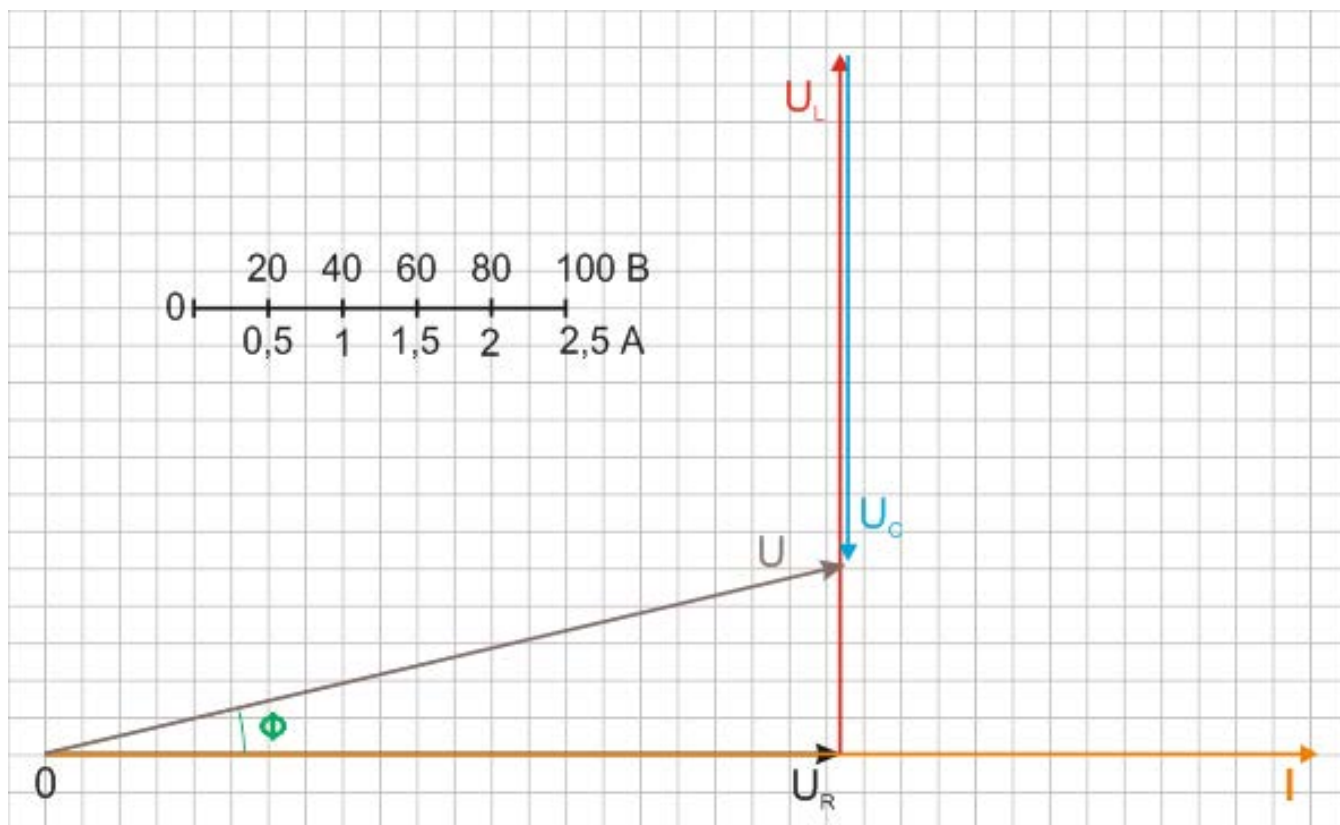
Напруга на конденсаторі $U_C = I \cdot X_C = 8,55 \cdot 15,92 \approx 136$ В.

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. б) починаємо з вектору струму.

Вектор струму \vec{I} в масштабі струмів відкладаємо в полярній системі координат по осі $\varphi = 0$ (тобто по горизонтальній осі) з початку координат. Вектор напруги \vec{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 \vec{U}_L у масштабі напруг відкладаємо від кінця вектора \vec{U}_R під кутом $+90^\circ$ до вектора струму. Струм у ємнісному елементі випереджає напругу на 90° , тому вектор напруги \vec{U}_C у масштабі напруг відкладаємо з кінця вектора \vec{U}_L під кутом -90° до вектора струму. Вектор напруги, що прикладена до всього кола, є геометричною сумою векторів \vec{U}_R , \vec{U}_L і \vec{U}_C ($\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$), тому на векторній діаграмі вектор напруги \vec{U} , що прикладена до кола, визначається вектором, спрямованим від початку координат до кінця вектора \vec{U}_C .

5. Знаходимо кут зсуву фаз між струмом і повною напругою φ та коефіцієнт потужності $\cos \varphi$. Як видно з векторної діаграми, $\cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z}$, звідки знаходимо $\cos \varphi = \frac{25}{25,73} = 0,9716$, $\varphi = \arccos(\cos \varphi) = \arccos 0,9716 = 13,68^\circ$.



Мал. 6. 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 $\varphi = 13,68^\circ$, коефіцієнт потужності $\cos \varphi = 0,9716$.