

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА ТЕ5

Дослідження електричних кіл змінного струму

5.1. Мета роботи

Вивчення особливостей електричних кіл з джерелами змінного струму. Для забезпечення вказаної мети в роботі планується:

- Вивчення особливостей вимірювання амплітудних і діючих значень напруги і струмів, їх частоти й зміщення фаз між двома сигналами з використанням осцилографа.
- Вивчення особливостей послідовного з'єднання джерел напруги й паралельного з'єднання джерел струму при різних початкових фазах.
- Вивчення особливостей вимірювання потужності в колах змінного струму з активним і реактивним навантаженням.
- Вивчення особливостей взаємозв'язку між струмами і напругами в колах змінного струму з індуктивностями й конденсаторами.

5.2. Основні теоретичні положення

Синусоїдальний сигнал $u(t)=U_m \sin(\omega t + \psi)$ – це функція часу з початковою фазою ψ_0 , амплітудою U_m , та кутовою частотою ω , що вимірюється в c^{-1} і пов'язана з періодом синусоїдальних коливань T формулою: $\omega=2\pi/T$. Кількість періодів за одну секунду – це частота коливань, яка вимірюється в герцах: $f=1/T$.

Діючим значенням синусоїдального струму є значення такого постійного струму, що виробляє еквівалентну змінному теплову чи механічну дію. Діюче значення синусоїдальної величини у $\sqrt{2}$ разів менше, ніж її амплітудне значення.

При обчисленні струмів і напруг в розгалужених схемах використовуються закони Ома і Кірхгофа в комплексній формі зображення.

Струм в колі з активним опором, увімкнутим на синусоїдальну напругу, є синусоїдальним та збігається з напругою за фазою. При вмиканні індуктивності в синусоїдальне коло струм залишається синусоїдальним і відстає від напруги на 90° . при вмиканні ємності на синусоїдальну напругу у колі встановлюється синусоїдальний струм, що випереджає напругу на 90° .

5.3. Використання віртуальної лабораторії EWB для виконання роботи

Віртуальна лабораторія EWB має можливості продемонструвати особливості роботи електричних кіл змінного струму. Як відмічалось в роботі ТЕ1, джерела змінного струму й напруги знаходяться в меню **Sources**. У вікні **AC Voltage Source Properties** є можливості для встановлення амплітуд напруг і струмів, їх частот, а також початкових фаз. Вимірювання цих параметрів повністю може бути забезпечено за допомогою осцилографа, а діючі значення напруги і струмів можливо вимірювати цифровими

амперметром і вольтметром. Для вимірювання потужності необхідно використовувати перемножувач (**Multiplier**) двох сигналів, який вибирається з меню **Controls**. Особливості використання перемножувача можна вибрати з **Help**, а відповідні схеми з перемножувачем будуть запропоновані дещо пізніше.

5.4. Порядок виконання роботи

5.4.1. Скласти схему у відповідності до рис. 5.1 і встановити напругу (**U**) і частоту (**F**), відповідно до варіанту. За допомогою

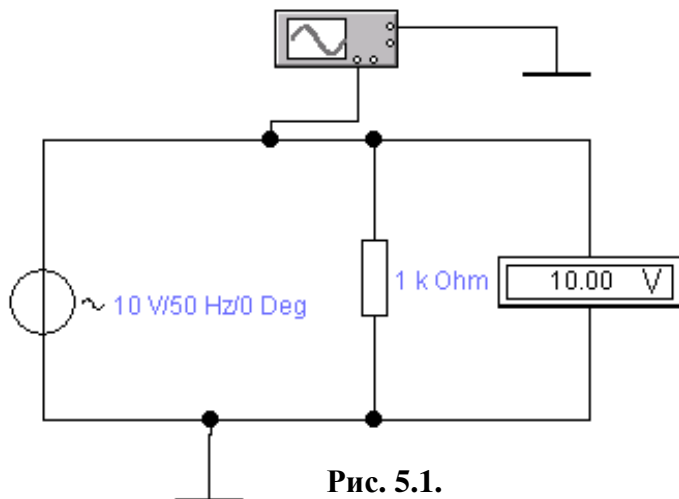


Рис. 5.1.

осцилографа заміряти амплітуду й частоту напруги. Встановити фазу напруги 90° і заміряти її за допомогою осцилографа. Осцилограми додати до звіту.

5.4.2. Встановити послідовно два джерела напруги із заданими амплітудами (U_{m1} та U_{m2}) і фазами (φ_1 та φ_2). За допомогою осцилографа

заміряти кут зрушення між результуючою напругою й напругою заземленого джерела, а також напругу результуючого джерела. Побудувати векторну діаграму для визначення результуючої напруги і її фазового кута. Зняті осцилограми додати до звіту роботи.

5.4.3. Визначення часової діаграми потужності, що виділяється на активному опорі. Побудувати схему з використанням перемножувача (Рис. 5.2). Записати амплітудні значення напруги і струму, що знімаються з перемножува

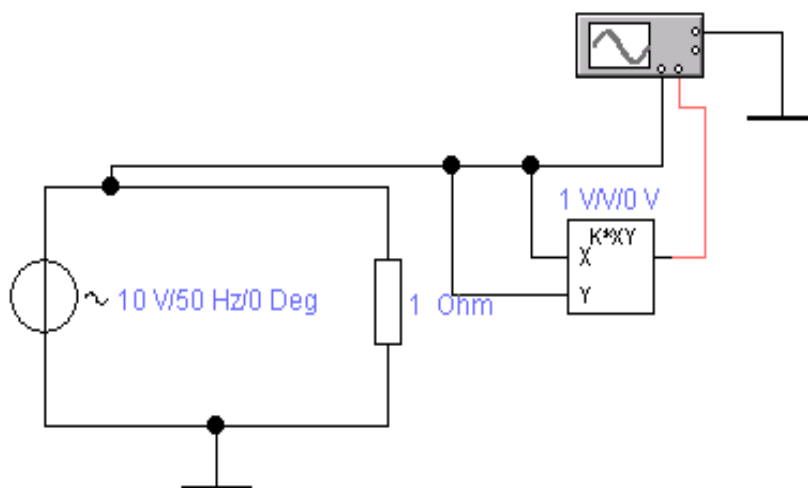


Рис. 5.2.

5.4.4. Схема, що приведена на рис. 5.3, дає можливість визначити часові діаграми потужності, що виділяється на індуктивності. Резистор із опором 1 Ом призначений для отримання осцилограми струму, оскільки його величина значно менша, ніж опір індуктивної котушки. За допомогою схеми, що

приведена на рис. 5.3, необхідно визначити кутові співвідношення між напругою, яка прикладається до дроселя й струмом, який протікає через цей дросель.

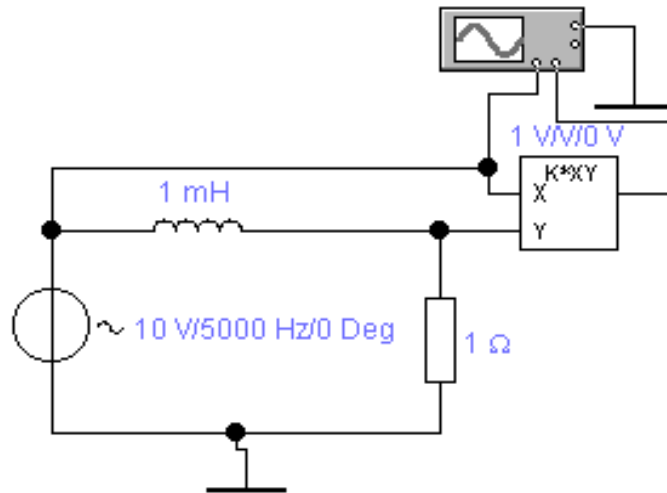


Рис. 5.3.

5.4.5. Замінивши в схемі на рис. 5.3, індуктивність на конденсатор з ємністю 1 мкФ, встановити кутові співвідношення між струмом і напругою при ємнісному навантаженні, а також отримати осцилограму потужності, що циркулює в колі з конденсатором.

5.5. Вимоги до звіту

5.5.1. Детально описати способи вимірювання амплітуди і частоти і фази синусоїдального сигналу й різниці фаз між двома сигналами за допомогою осцилографа. Привести відповідні осцилограми.

5.5.2. Привести векторні діаграми для визначення результуючої напруги і її фазового кута.

5.5.3. Привести часові діаграми потужності, що виділяється на активному опорі, на індуктивності, на ємності.

5.6. Питання до атестації

5.6.1. Дати пояснення основних параметрів електричного сигналу: амплітуди, частоти, фази.

5.6.2. Пояснити, як виконувались вимірювання амплітуди, частоти, різниці фаз.

5.6.3. Пояснити фізичну сутність потужності та її складових (активної, індуктивної, ємнісної), а також особливості фазових співвідношень між ними.

5.7. Задачі

5.7.1. Визначити період T синусоїдального змінного струму частотою 60 Гц.

5.7.2. Знайти частоту f та кутову частоту ω синусоїдального змінного струму період якого дорівнює 0,05 сек.

5.7.3. Записати вираз для визначення діючого значення синусоїдального змінного струму з періодом T .

- 5.7.4. Визначити діюче та середнє значення напруги, якщо її миттєве значення дорівнює $u=220\sin(\omega t-40^\circ)$ В.
- 5.7.5. Записати вирази для визначення миттєвих значень синусоїдальної напруги та струму в активному опорі.
- 5.7.6. Записати вирази для визначення миттєвих значень синусоїдальної напруги та струму в індуктивному опорі.
- 5.7.7. Записати вирази для визначення миттєвих значень синусоїдальної напруги та струму в ємнісному опорі.
- 5.7.8. Записати вирази миттєвих значень синусоїдальної напруги та струму для активно-індуктивного споживача.
- 5.7.9. Записати вирази миттєвих значень синусоїдальної напруги та струму для активно-ємнісного споживача.
- 5.7.10. Написати вираз для визначення миттєвого значення струму в активному опорі 10 Ом, який підімкнули до синусоїдальної напруги $u=310\sin(314t-90^\circ)$ В.
- 5.7.11. Написати вираз для визначення миттєвого значення струму в індуктивному опорі 10 Ом, який підімкнули до синусоїдальної напруги $u=310\sin 314t$ В.
- 5.7.12. Написати вираз для визначення миттєвого значення струму в активному опорі 10 Ом, який підімкнули до синусоїдальної напруги $u=310\sin 314t$ В.
- 5.7.13. Визначити активну, реактивну та повну потужності споживача, якого підімкнули до напруги $u=310\sin(314t+90^\circ)$ В, якщо його струм дорівнює $i=31\sin(314t+90^\circ)$ А.
- 5.7.14. Визначити активну, реактивну та повну потужності споживача, якого підімкнули до напруги $u=310\sin 314t$ В, якщо його струм дорівнює $i=31\sin(314t+90^\circ)$ А.
- 5.7.15. Визначити активний опір електроплитки, яка при струмі $i=5,66\sin(314t+20^\circ)$ А споживає потужність 800 Вт.
- 5.7.16. Чи залежить миттєва потужність резистивного елемента від знака струму.
- 5.7.17. За допомогою яких приладів що ввімкнені в коло змінного струму з активно-індуктивним навантаженням, можливо визначити активну потужність?
- 5.7.18. За допомогою яких приладів що ввімкнені в коло змінного струму з активно-індуктивним навантаженням, можливо визначити повну потужність?
- 5.7.19. Визначити активну потужність споживача, якщо $u=310\sin(\omega t+90^\circ)$, $i=31\sin(\omega t+90^\circ)$.
- 5.7.20. Визначити активну потужність споживача, якщо $u=310\sin\omega t$, $i=31\sin(\omega t+90^\circ)$.
- 5.7.21. В колі з індуктивною котушкою амперметр показує 4А, вольтметр – 200В. Визначте активну потужність, якщо $X_L=30$ Ом.
- 5.7.22. В колі з індуктивною котушкою амперметр показує 4А, вольтметр – 200В. Визначте повну потужність, якщо $X_L=30$ Ом.

5.7.23. В колі з індуктивною котушкою амперметр показує 4А, вольтметр – 200В. Визначте реактивну потужність, якщо $X_L=30$ Ом.

5.8. Додатки

Таблиця варіантів до схем, які приведені на рис. 5.1, 5.2 та 5.3.

Номер варіанту	Рис.5.1.						Рис.5.2. Рис.5.3.
	U, В	F, Гц	Um ₁ , В	Um ₂ , В	φ ₁ , гр.	φ ₂ , гр	U, В
1	10	50	3	8	0	90	4
2	15	80	6	10	30	120	6
3	20	120	10	14	60	150	8
4	25	160	12	18	90	180	10
5	30	200	18	22	120	210	12
6	35	250	22	28	150	240	14
7	40	310	24	32	180	270	16
8	45	380	28	20	210	300	18
9	50	430	32	17	240	330	20
10	55	480	36	15	270	0	22
12	60	520	44	13	300	30	24
13	65	570	50	10	330	60	26
14	70	620	54	8	340	80	28
15	75	700	60	4	360	120	30