

В.В. ОВЧАРОВ, Л.М. БЕЗМЕННИКОВА

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Частина 1

2011

В.В. ОВЧАРОВ, Л.М. БЕЗМЕННІКОВА

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Частина 1

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються
за напрямом підготовки «Енергетика та електротехнічні
системи в агропромисловому комплексі»

2011 р.

ББК 31.2
УДК 621.3
О-35

Рецензенти: **О.Д.Черенков**, доктор технічних наук, професор кафедри теоретичних основ електротехніки Харківського державного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.

Г.Б. Іноземцев, доктор технічних наук, професор кафедри електропостачання інституту енергетики та автоматики Національного університету біоресурсів і природокористування.

В.О. Мунтян, доктор технічних наук, завідувач кафедри електропостачання сільського господарства Таврійського державного агротехнологічного університета.

О-35 Овчаров В.В., Безменнікова Л.М.
Теоретичні основи електротехніки, частина 1. 2011. – 276 с.

В навчальному посібнику на базі викладеного теоретичного матеріалу у навчальному посібнику В.В.Овчарова «Теоретичні основи електротехніки, частина 1» наведені всі організаційно-методичні матеріали по вивченню дисципліни: тематичні навчаюче - контролюючі завдання, експериментальні завдання, тематичні комплексні кваліфікаційні завдання та графік самостійної роботи студентів.

ЗМІСТ

Передмова.....	5
Календарно – тематичний план вивчення дисципліни	7
Тема 1. ЛІНІЙНІ НЕРОЗГАЛУЖЕНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ.....	12
Завдання інформаційно - репродуктивного та практично - стереотипного ха- рактеру	12
Завдання логічно - понятійного характеру.....	29
Завдання експериментального характеру..	34
Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання.....	40
Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь.....	43
Тема 2. ЛІНІЙНІ РОЗГАЛУЖЕНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ..	44
Завдання інформаційно - репродуктивного та практично - стереотипного ха- рактеру.....	44
Завдання експериментального характеру.....	62
Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання.....	67
Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь.....	70
Тема 3. ЛІНІЙНІ НЕРОЗГАЛУЖЕНІ КОЛА ЗМІННОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ	71
Завдання інформаційно - репродуктивного та практично - стереотипного ха- рактеру.....	71
Завдання логічно - понятійного характеру	109
Завдання експериментального характеру.....	115
Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання.....	138
Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь.....	149

Тема 4. ЛІНІЙНІ РОЗГАЛУЖЕНІ КОЛА ЗМІННОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ	150
Завдання інформаційно - репродуктивного та практично - стереотипного характеру	150
Завдання експериментального характеру..	178
Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання.....	184
Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь.....	189
Тема 5. СИМВОЛІЧНИЙ (КОМПЛЕКСНИЙ) МЕТОД РОЗРАХУНКУ КІЛ ЗМІННОГО СТРУМУ	190
Завдання інформаційно - репродуктивного та практично - стереотипного характеру	190
Завдання експериментального характеру..	216
Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання.....	220
Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь.....	225
Тема 6. АНАЛІЗ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ СИНУСОЇДАЛЬНОГО СТРУМУ	226
Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання.....	226
Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь.....	232
Тема 7. КОЛА ЗМІННОГО СТРУМУ ІЗ ВЗАЄМНОЮ ІНДУКТИВНІСТЮ ...	233
Завдання інформаційно - репродуктивного та практично - стереотипного характеру	233
Завдання експериментального характеру..	252
Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання.....	266
Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь.....	271
ЛІТЕРАТУРА.....	272
ДОДАТКИ.....	273

Передмова

Теоретичні основи електротехніки є фундаментальною дисципліною, на базі якої вивчаються всі інші електротехнічні дисципліни навчального плану спеціальності.

У свою чергу фізика та вища математика є базовими для дисципліни "Теоретичні основи електротехніки".

Особливу роль відіграють знання фізичних явищ і законів, зокрема семи електромагнітних: електризації тіл, взаємодії зарядів, електричного струму, теплової дії електричного струму, електромагнетизму, електромагнітної індукції, електромагнітної сили. Тому в навчальному посібнику використовуються основні вихідні знання цих явищ і законів.

Навчальний посібник написаний таким чином, щоб студенти мали можливість самостійно вивчити курс теоретичних основ електротехніки за допомогою базового підручника [1]. Для цього кожна тема дисципліни містить завдання для самостійної пізнавальної діяльності студентів: інформаційно - репродуктивні, практично - стереотипні, логічно - понятійні, експериментальні, тематичні комплексні кваліфікаційні та для комп'ютерного контролю вихідних знань і вмінь. Експериментальні дослідження пропонується провести самим студентам, для чого вони самостійно за умовою завдання складають принципову електричну схему експериментальної установки, продумують, як необхідно провести експеримент і проаналізувати отримані результати.

Для успішного вивчення курсу теоретичних основ електротехніки необхідно послідовно та ритмічно виконувати програму, домагаючись повного розуміння матеріалу, що викладається, не пропускаючи жодного розділу, тому що курс теоретичних основ електротехніки є цільним і безперервним.

Завдання інформаційно – репродуктивні, практично - стереотипні, логічно - понятійні виконуються студентами самостійно в наступному порядку:

- прочитуються й усвідомлюються по базовому підручнику розділи, з яких складені завдання;
- по черзі на поставлені в таблицях запитання й завдання знаходяться, на думку студентів, правильні відповіді з таблиць із такими ж номерами та індексом «а»;
- знайдені номери правильних відповідей проставляються у вихідні таблиці.

Студенти мають можливість переконатися в тому, що вони успішно освоїли навчальний матеріал. Для цього вони окремо підсумовують номери правильних відповідей на непарні питання й окремо підсумовують номери правильних відповідей на парні питання. Від першої суми віднімають другу суму й одержують число. Якщо отримане число збігається із числом, що приводиться наприкінці кожної таблиці, то це говорить про повне засвоєння вивченого навчального матеріалу. У випадку розбіжності чисел, отриманих студентом і наведених наприкінці таблиць, студенти повинні розуміти, що навчальний матеріал ними повністю не засвоєний. Тому студентам потрібно повторно опрацювати даний навчальний матеріал.

Для незалежного тестування вихідних знань і вмінь студентів розроблені тематичні завдання комп'ютерного контролю по кожній темі.

Таким чином, даний навчальний посібник сприяє самостійній пізнавальній діяльності студентів на трьох рівнях: знань, умінь і творчого мислення, забезпечуючи як вивчення навчального матеріалу, так і розвиток мислення, що є основною вимогою кредитно-модульної системи освіти.

Календарно – тематичний план (варіант)

вивчення дисципліни “Теоретичні основи електротехніки”, частина 1

№ тиж- дня	Теми і питання заняття	Вид заняття	Чис- ло год.
1	Тема 1. ЛІНІЙНІ НЕРОЗГАЛУЖЕНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ. 1.1. Явище електризації тіл та закон зберігання заряду. 1.2. Явище взаємодії заряджених тіл та закон Кулона. 1.3. Явище електричного струму та закон Ома.	Лекцій- не	2
1	1.4. Явище теплової дії струму та закон Ленца – Джоуля. 1.5. Електричне коло та його елементи. 1.6. Принципова електрична схема кола. 1.7. Розрахункова схема електричного кола. 1.8. Розрахунок нерозгалуженого електричного кола.	Лекцій- не	2
1	Лінійні нерозгалужені кола постійного струму (1.1 – 1.2).	Практи- чне	2
1	Лінійні нерозгалужені кола постійного струму (1.3 – 1.7).	Практи- чне	2
2	1.9. Закон Ома для замкненого електричного кола з декількома джерелами електрорушійної сили. 1.10. Узагальнений закон Ома. 1.11. Баланс потужностей. 1.12. Лінія електропередачі.	Лекцій- не	2
2	Лінійні нерозгалужені кола постійного струму (1.8).	Практи- чне	2
2	Лінійні нерозгалужені кола постійного струму (1.5 – 1.8).	Практи- чне	2
3	Тема 2. ЛІНІЙНІ РОЗГАЛУЖЕНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ. 2.1. Закони Кірхгофа. 2.2. Використання законів Кірхгофа для розрахунку розгалужених кіл. 2.3. Метод контурних струмів.	Лекцій- не	2

№ тиж-дня	Теми і питання заняття	Вид заняття	Число год.
3	2.4. Метод вузлових потенціалів. 2.5. Метод двох вузлів. 2.6. Метод активного двополюсника. 2.7. Еквівалентні перетворення схем з'єднання опорів. 2.8. Метод суперпозиції.	лекцій-не	2
3	Лінійні нерозгалужені кола постійного струму (1.8 – 1.12).	Практичне	2
3	Лінійні нерозгалужені кола постійного струму (1.1 – 1.12).	Практичне	2
4	Тема 3. ЛІНІЙНІ НЕРОЗГАЛУЖЕНІ КОЛА ЗМІННОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ. 3.1. Основні фізичні поняття.	Лекцій-не	2
4	Лінійні розгалужені кола постійного струму (2.1 – 2.2).	Практичне	2
4	Лінійні розгалужені кола постійного струму (2.3 – 2.4).	Практичне	2
5	3.2. Коло змінного синусоїдного електричного струму з резистором.	Лекцій-не	2
5	3.3. Коло змінного синусоїдного електричного струму з ідеальної котушкою.	Лекцій-не	2
5	Лінійні розгалужені кола постійного струму (2.5 – 2.8).	Практичне	2
5	Лінійні розгалужені кола постійного струму (2.1 – 2.8).	Практичне	2
6	3.4. Коло змінного синусоїдного електричного струму з ідеальним конденсатором.	Лекцій-не	2
6	Лінійні нерозгалужені кола змінного синусоїдного струму (3.1).	Практичне	2
6	Лінійні нерозгалужені кола змінного синусоїдного струму (3.1 – 3.2).	Практичне	2
7	3.5. Реальна котушка в колі змінного синусоїдного струму.	Лекцій-не	2

№ тиж-дня	Теми і питання заняття	Вид заняття	Число год.
7	3.6. Коло змінного синусоїдного струму з резистором і конденсатором.	Лекційне	2
7	Лінійні нерозгалужені кола змінного синусоїдного струму (3.2 – 3.3).	Практичне	2
7	Лінійні нерозгалужені кола змінного синусоїдного струму (3.4 – 3.5).	Практичне	2
8	3.7. Коло змінного синусоїдного струму з послідовно з'єднаними котушкою і конденсатором. 3.8. Резонанс напруг у колі змінного синусоїдного струму.	Лекційне	2
8	Лінійні нерозгалужені кола змінного синусоїдного струму (3.5 – 3.6).	Практичне	2
8	Лінійні нерозгалужені кола змінного синусоїдного струму (3.1 – 3.6).	Практичне	2
9	3.9. Загальний випадок кола змінного синусоїдного струму. 3.10. Лінія електропередачі змінного синусоїдного струму.	Лекційне	2
9	Тема 4. ЛІНІЙНІ РОЗГАЛУЖЕНІ КОЛА ЗМІННОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ. 4.1. Електричне коло змінного синусоїдного струму з паралельно з'єднаними резистором та ідеальною котушкою. 4.2. Електричне коло змінного синусоїдного струму з паралельно з'єднаними резистором та ідеальним конденсатором. 4.3. Електричне коло змінного синусоїдного струму з паралельно з'єднаними резистором, ідеальною котушкою та ідеальним конденсатором.	Лекційне	2
9	Лінійні нерозгалужені кола змінного синусоїдного струму (3.6 – 3.7).	Практичне	2
9	Лінійні нерозгалужені кола змінного синусоїдного струму (3.7 – 3.9).	Практичне	2
10	4.4. Еквівалентні розрахункові схеми. 4.5. Розрахунок розгалужених кіл методом провідностей.	Лекційне	2

№ тиж-дня	Теми і питання заняття	Вид заняття	Число год.
10	Лінійні нерозгалужені кола змінного синусоїдного струму (3.9 – 3.10).	Практичне	2
10	Лінійні нерозгалужені кола змінного синусоїдного струму (3.7).	Практичне	2
11	Тема 5. СИМВОЛІЧНИЙ (КОМПЛЕКСНИЙ) МЕТОД РОЗРАХУНКУ КІЛ ЗМІННОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ. 5.1. Символічне зображення синусоїдних функцій. 5.2. Складання та віднімання комплексних величин. 5.3. Множення та ділення комплексних величин. 5.4. Множення вектора на j та на $-j$. 5.5. Зображення похідних та інтегралів синусоїдних струмів.	Лекційне	2
11	5.6. Закон Ома в комплексній формі. 5.7. Комплексна провідність. 5.8. Комплексні напруги. 5.9. Комплексні струми. 5.10. Комплексна потужність.	Лекційне	2
11	Лінійні розгалужені кола змінного синусоїдного струму (4.1 – 4.4).	Практичне	2
11	Лінійні розгалужені кола змінного синусоїдного струму (4.5).	Практичне	2
12	5.11. Закони Кірхгофа в комплексній формі. 5.12. Методи розрахунку кіл змінного синусоїдного струму в комплексній формі.	Лекційне	2
12	Символічний метод розрахунку кіл змінного синусоїдного струму (5.1 – 5.5).	Практичне	2
12	Символічний метод розрахунку кіл змінного синусоїдного струму (5.6 – 5.10).	Практичне	2
13	Тема 6. АНАЛІЗ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ. 6.1. Передача електричної енергії по лінії змінного струму. 6.2. Кругова діаграма струму нерозгалуженого кола. 6.3. Аналіз кола з послідовно з'єднаними котушкою та конденсатором змінної ємності.	Лекційне	2

№ тиж-дня	Теми і питання заняття	Вид заняття	Число год.
13	6.4. Аналіз кола з паралельно з'єднаними котушкою та конденсатором змінної ємності.	Лекційне	2
13	Символічний метод розрахунку кіл змінного синусоїдного струму (5.8 – 5.12).	Практичне	2
13	Символічний метод розрахунку кіл змінного синусоїдного струму (5.1 – 5.12).	Практичне	2
14	Тема 7. КОЛА СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ ІЗ ВЗАЄМНОЮ ІНДУКТИВНІСТЮ. 7.1. Індуктивно зв'язані елементи кола. 7.2. Послідовне з'єднання індуктивно зв'язаних елементів.	Лекційне	2
14	Аналіз електричних кіл синусоїдного струму (6.1 – 6.6).	Практичне	2
14	Аналіз електричних кіл синусоїдного струму (6.1 – 6.6).	Практичне	2
15	7.3. Паралельне з'єднання індуктивно зв'язаних елементів. 7.4. Еквівалентна схема індуктивно зв'язаних елементів із загальною точкою.	Лекційне	2
15	7.5. Повітряний трансформатор. 7.6. Схема заміщення повітряного трансформатора.	Лекційне	2
15	Кола синусоїдного струму із взаємною індуктивністю (7.1 – 7.3).	Практичне	2
15	Кола синусоїдного струму із взаємною індуктивністю (7.4 – 7.6).	Практичне	2

ТЕМА 1

ЛІНІЙНІ НЕРОЗГАЛУЖЕНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

*Завдання інформаційно – репродуктивного і
практично - стереотипного характеру*

1.1. Явище електризації тіл і закон збереження заряду.

1.2. Явище взаємодії заряджених тіл і закон Кулона.

Таблиця 1.1

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	У чому суть явища електризації тіл?	
2.	Сформулюйте закон збереження заряду.	
3.	Виконайте математичний запис закону збереження заряду.	
4.	Дайте визначення точкового заряду.	
5.	Тіло втратило 20 Кл позитивного заряду. Який заряд у кулонах придбало це тіло?	
6.	Тіло придбало 10 Кл негативного заряду і 10 Кл позитивного заряду. Який результуючий заряд у кулонах придбало це тіло?	
7.	У чому суть явища взаємодії заряджених тіл?	
8.	За допомогою чого взаємодіють заряди?	
9.	Сформулюйте закон взаємодії заряджених тіл.	
10.	Виконайте математичний запис закону Кулона.	
11.	Вкажіть одиниці фізичних величин, що описують закон Кулона.	
12.	В електричне поле позитивного точкового заряду $q_1 = 40 \text{ Кл}$ внесли малий пробний заряд $q_2 = 4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}$. Середовище, в якому знаходяться заряди, має відносну діелектричну проникність $\epsilon = 20$. Заряди знаходяться на відстані 0,1 м . Визначте силу в ньютонках, що діє на пробний заряд.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 10$.

Таблиця 1.1а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot r^2}.$
2.	200.
3.	За допомогою електричного поля, яке існує навколо них і являє собою особливу форму матерії.
4.	$[F] = H ; [q] = Кл ; [r] = м ; [\varepsilon_0] = Ф/м .$
5.	0.
6.	- 20.
7.	Між зарядженими тілами існують сили тяжіння або відштовхування: тіла, що мають заряд одного знаку, відштовхуються, а тіла, що мають заряд різного знаку, притягуються.
8.	$q_1 + q_2 + \dots + q_n = const.$
9.	Два нерухомих точкових електричних заряди взаємодіють з силою прямо пропорційною добутку цих зарядів і зворотно пропорційною квадрату відстані між ними та діелектричній проникності середовища.
10.	У втраті або придбанні тілом деякої кількості електронів.
11.	Заряджене тіло, розмірами якого в даних умовах можна знехтувати.
12.	Алгебраїчна сума зарядів системи з часом не змінюється.

1.2. Явище взаємодії заряджених тіл і закон Кулона.

Таблиця 1.2

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Що таке електрична стала? Укажіть її значення.	
2.	Дайте визначення пробного заряду.	
3.	Дайте визначення напруженості електричного поля.	
4.	Негативний точковий заряд $q_3 = 4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}$ створює електричне поле в середовищі з відносною діелектричною проникністю $\epsilon = 20$. Визначте напруженість електричного поля на відстані 0,01 м від заряду в вольтах на метр.	
5.	Дайте визначення потенціалу електричного поля.	
6.	Що таке силова лінія електричного поля?	
7.	Що таке еквіпотенціальна лінія електричного поля?	
8.	Як графічно зображується електричне поле?	
9.	Дайте визначення напруги електричного поля.	
10.	Визначте потенціал у точці поля, зазначеної в завданні 4, в вольтах.	
11.	Потенціали точок 1 і 2 електричного поля відповідно дорівнюють 20 В и 5 В . Визначте напругу електричного поля в вольтах між зазначеними точками.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 10$.

Таблиця 1.2а

Номер відповіді	Відповіді
1.	500.
2.	Лінія, що з'єднує точки електричного поля з однаковими потенціалами.
3.	5.
4.	Діелектрична проникність вакууму; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$.
5.	15.
6.	Різниця потенціалів між точками електричного поля.
7.	Позитивний заряд малої величини.
8.	Траєкторія руху вільного пробного заряду у електричному полі.
9.	За допомогою силових і екіпотенціальних ліній.
10.	Фізична величина, яка чисельно дорівнює відношенню сили, з якою поле діє на пробний заряд, поміщений у дану точку поля, до значення цього заряду.
11.	Фізична величина, яка чисельно дорівнює відношенню потенціальної енергії, якою володіє пробний заряд, поміщений у дану точку поля, до значення цього заряду.

1.3. Явище електричного струму і закон Ома.

1.4. Явище теплової дії електричного струму і закон Ленца – Джоуля.

Таблиця 1.3

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	У чому суть явища електричного струму?	
2.	Дайте визначення електрорушійної сили.	
3.	Дайте визначення сили електричного струму.	
4.	Як розрахувати опір провідника електричному струму?	
5.	Сформулюйте закон Ома для ділянки кола.	
6.	Виконайте математичну запис закону Ома для ділянки кола.	
7.	Сторонні сили джерела переносять заряд величиною 220 Кл проти сил електричного поля. При цьому виконується робота, яка дорівнює 44000 Дж . Визначте значення електрорушійної сили в вольтах, яку розвиває джерело.	
8.	За 120 секунд через поперечний перетин провідника проходить заряд величиною 240 Кл . Визначте силу електричного струму в амперах.	
9.	Провідник з питомим опором, рівним 0,017 (Ом·мм²)/м , має довжину 2000 м і перетин 3,4 мм² . Визначте опір провідника в омах.	
10.	У чому суть явища теплової дії електричного струму?	
11.	Сформулюйте закон теплової дії електричного струму.	
12.	Виконайте математичний запис закону Ленца – Джоуля.	
13.	Дайте визначення потужності електричного струму.	
14.	Вкажіть одиниці фізичних величин, що характеризують явище теплової дії електричного струму.	
15.	По провіднику, що має опір 300 Ом , проходить електричний струм силою 20 А на протязі 1 хвилини . Визначте кількість тепла в джоулях, що виділиться в провіднику за цей час.	
16.	Визначте потужність електричного струму в завданні 15, в ватах.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 2$.

Таблиця 1.3а

Номер відповіді	Відповіді
1.	10.
2.	Кількість теплоти, що виділяється у провіднику, прямо пропорційна опорю провідника, квадрату сили електричного струму і часу його дії.
3.	Заряд, що проходить через поперечний перетин провідника за одиницю часу.
4.	$I = \frac{U}{R}.$
5.	120 000.
6.	При зіткненні рухомих зарядів з молекулами (атомами) вони віддають їм частину своєї енергії, збільшуючи швидкість теплового руху молекул (атомів), що приводить до нагрівання провідника.
7.	2.
8.	$[W] = Дж; [R] = Ом; [I] = А; [t] = с.$
9.	В упорядкованому спрямованому русі вільних зарядів під дією сил електричного поля.
10.	Питомий опір провідника помножити на його довжину і поділити на площу поперечного перетину провідника.
11.	7 200 000.
12.	$W = R \cdot I^2 \cdot t.$
13.	Кількість електричної енергії, що виділяється в провіднику за одиницю часу.
14.	200.
15.	Фізична величина, що чисельно дорівнює відношенню роботи, що виконують сторонні сили джерела по перенесенню зарядів проти сил електричного поля, до значення цих зарядів.
16.	Сила струму у провіднику прямо пропорційна напрузі (різниці потенціалів) на затисках провідника і зворотно пропорційна опорю провідника.

1.5. Електричне коло і його елементи.

1.6. Принципова електрична схема кола.

1.7. Розрахункова схема електричного кола.

1.8. Розрахунок нерозгалуженого електричного кола.

Таблиця 1.4

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Дайте визначення електричного кола.	
2.	Які елементи електричного кола є основними?	
3.	Які елементи електричного кола є допоміжними?	
4.	Що таке вольт-амперна характеристика елемента електричного кола?	
5.	Які елементи електричного кола називаються лінійними?	
6.	Що таке лінійне електричне коло?	
7.	Дайте визначення принципової електричної схеми кола.	
8.	Дайте визначення розрахункової схеми електричного кола.	
9.	Що таке потенціал точки розрахункової схеми електричного кола?	
10.	Що таке напруга (спадання напруги) на ділянці кола?	
11.	Сформулюйте закон Ома для замкнутого кола.	
12.	Сформулюйте закон Ома для ділянки кола без електрорушійної сили.	

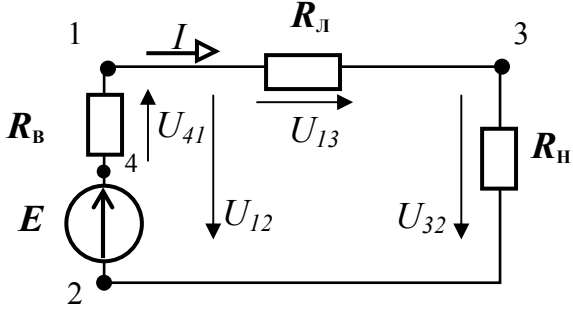
У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 24$.

Таблиця 1.4а

Номер відповіді	Відповіді
1.	Графічне і літерне позначення окремих елементів кола, з'єднаних між собою.
2.	Залежність між силою струму і напругою на елементі кола.
3.	Графічне і літерне позначення фізичних явищ і процесів, які спостерігаються в окремих елементах кола.
4.	Сила електричного струму прямо пропорційна напрузі (різниці потенціалів) на ділянці електричного кола і зворотно пропорційна опорю на ділянці кола.
5.	Електричне коло, що складається з лінійних елементів .
6.	Джерело, приймач і проводи, що їх з'єднують.
7.	Різниця потенціалів на ділянці електричного кола.
8.	Вимикачі, рубильники, електровимірювальні прилади та інше.
9.	Відношення потенціальної енергії, якою володіють заряди, що рухаються у даній точці кола, до величини цих зарядів.
10.	Це сукупність пристроїв, що забезпечують можливість створення електричного струму.
11.	Сила електричного струму у колі прямо пропорційна алгебраїчній сумі електрорушійних сил, що діють у колі, і зворотно пропорційна сумарному опорю кола.
12.	Елементи, у яких вольт-амперна характеристика є прямою лінією.

1.8. Розрахунок нерозгалуженого електричного кола.

Таблиця 1.5

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: е.р.с. джерела $E = 200 \text{ В}$; внутрішній опір джерела $R_B = 5 \text{ Ом}$; опір з'єднувальних проводів $R_{\text{л}} = 15 \text{ Ом}$; опір навантаження $R_H = 30 \text{ Ом}$; потенціал точки 2 $\phi_2 = 0$.</p> 		
1.	Визначте силу електричного струму в колі в амперах.	
2.	Визначте потенціал точки 4 в вольтах.	
3.	Визначте потенціал точки 1.	
4.	Визначте потенціал точки 3.	
5.	Визначте напругу на ділянці 4-1 в вольтах.	
6.	Визначте напругу на ділянці 1-2 в вольтах.	
7.	Визначте напругу на ділянці 1-3 в вольтах.	
8.	Визначте напругу на ділянці 3-2 в вольтах.	

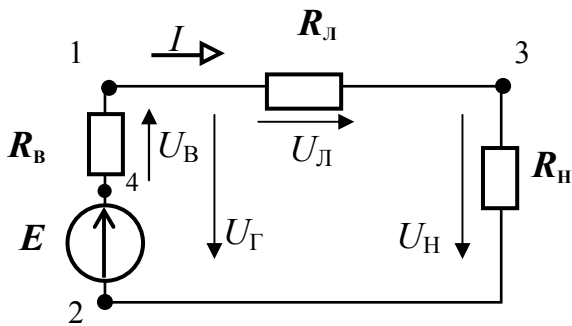
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 10$.

Таблиця 1.5а

Номер відповіді	Відповіді
1.	200.
2.	120.
3.	20.
4.	180.
5.	4.
6.	120 <i>B.</i>
7.	180 <i>B.</i>
8.	60.

1.8. Розрахунок нерозгалуженого електричного кола.

Таблиця 1.6

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: е.р.с. джерела E; внутрішній опір джерела R_B; опір лінії електропередачі R_L; опір навантаження R_H, сила електричного струму I, напруга на затискачах джерела U_G, спадання напруги в лінії електропередачі U_L, напруга на затискачах навантаження U_H.</p> 		
1.	Запишіть розрахунковий вираз для напруги на затискачах джерела.	
2.	Як розрахувати спадання напруги в лінії електропередачі?	
3.	Як розрахувати напругу на навантаженні?	
4.	Як розрахувати потужність, яку розвиває джерело?	
5.	Як розрахувати втрати потужності в джерелі?	
6.	Як розрахувати втрати потужності в лінії електропередачі?	
7.	Як розрахувати потужність приймача?	
8.	Як скласти баланс потужностей?	
9.	Як розрахувати коефіцієнт корисної дії лінії електропередачі?	
10.	Як розрахувати коефіцієнт корисної дії джерела?	
11.	Як розрахувати коефіцієнт корисної дії електроустановки?	
12.	Запишіть формулу для розрахунку енергії, що споживає приймач.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
13.	За якої умови по лінії можна передати навантаженню максимальну потужність? Чому буде дорівнювати к.к.д. лінії у цьому випадку?	

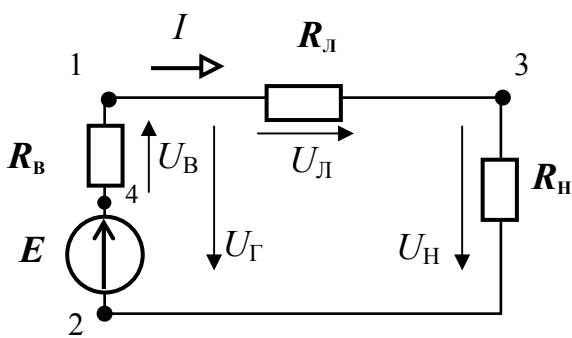
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 37$.

Таблиця 1.6а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$R_H \cdot I^2 \cdot t$.
2.	За умови, що опір лінії дорівнює опору навантаження. Коефіцієнт корисної дії при цьому буде дорівнювати 50 %.
3.	Відношення потужності, що віддається генератором у лінію, до потужності, що розвивається ним.
4.	Добуток опору лінії електропередачі на квадрат сили електричного струму в лінії.
5.	Добуток опору лінії електропередачі на силу електричного струму в лінії.
6.	Добуток електрорушійної сили джерела на силу електричного струму в ньому.
7.	Добуток опору навантаження на силу електричного струму в ньому.
8.	Потужність, що розвивається джерелом, дорівнює сумі потужностей на окремих ділянках електричного кола.
9.	Добуток внутрішнього опору джерела на квадрат сили електричного струму в ньому.
10.	Добуток опору навантаження на квадрат сили електричного струму в ньому.
11.	Відношення потужності приймача до потужності, що розвивається генератором.
12.	$E - R_B \cdot I$.
13.	Відношення потужності навантаження до потужності, що віддається генератором у лінію електропередачі.

1.8. Розрахунок нерозгалуженого електричного кола.

Таблиця 1.7

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: е.р.с. генератора $E = 150 \text{ В}$; внутрішній опір генератора $R_B = 5 \text{ Ом}$; опір лінії електропередачі $R_L = 10 \text{ Ом}$; опір навантаження $R_H = 35 \text{ Ом}$.</p> 		
1.	Визначте силу електричного струму в колі в амперах.	
2.	Визначте напругу на затисках генератора в вольтах.	
3.	Визначте спадання напруги в лінії електропередачі в вольтах.	
4.	Визначте напругу на затисках навантаження в вольтах.	
5.	Визначте потужність, яку розвиває генератор, в ватах.	
6.	Визначте втрати потужності в генераторі, в ватах.	
7.	Визначте потужність, що віддає генератор, в ватах.	
8.	Визначте втрати потужності в лінії електропередачі, в ватах.	
9.	Визначте потужність, яку споживає навантаження, в ватах.	
10.	Визначте коефіцієнт корисної дії лінії електропередачі в відносних одиницях.	
11.	Визначте коефіцієнт корисної дії генератора в відносних одиницях.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
12.	Визначте коефіцієнт корисної дії всієї електроустановки в відносних одиницях.	
13.	Визначте кількість електричної енергії, яку споживе електроосвітлювальний пристрій за 2000 годин роботи в кіловатгодинах.	
14.	Визначте вартість електричної енергії у ривнах, яку споживе електроосвітлювальний пристрій за 2000 годин при вартості 1 кВт·г електричної енергії 0,2 грн	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 47$.

Таблиця 1.7а

Номер відповіді	Відповіді
1.	0,78.
2.	90.
3.	0,7.
4.	45.
5.	126.
6.	105.
7.	630.
8.	135.
9.	405.
10.	3.
11.	0,9.
12.	30.
13.	315.
14.	450.

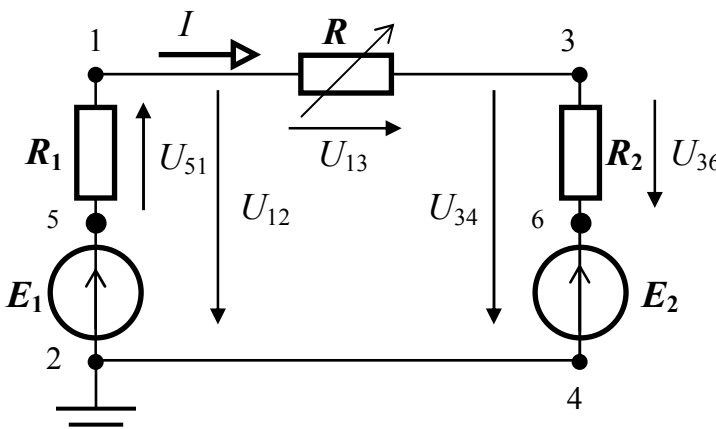
1.9. Закон Ома для замкнутого електричного кола з декількома електрорушійними силами.

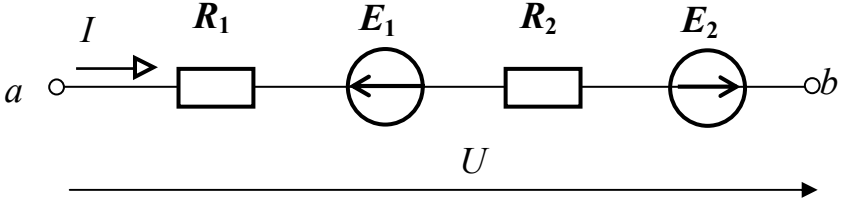
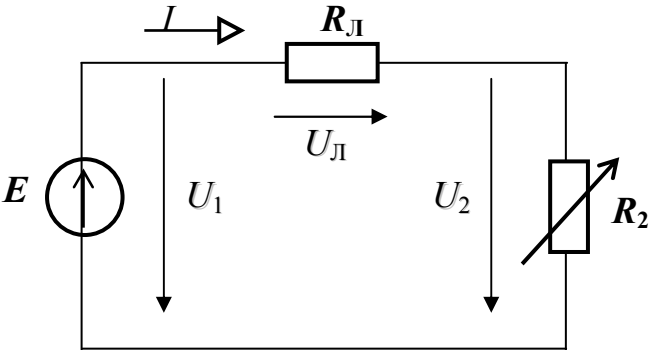
1.10. Узагальнений закон Ома.

1.11. Баланс потужностей.

1.12. Лінія електропередачі.

Таблиця 1.8

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Сформулюйте закон Ома для замкнутого кола.	
2.	Виконайте математичний запис закону Ома для замкнутого кола.	
3.	Виконайте математичний запис узагальненого закону Ома для ділянки кола з е.р.с..	
<p>Для розрахункової схеми електричного кола зарядки акумулятора відомо: е.р.с. генератора $E_1=30\text{В}$, опір генератора $R_1 = 1 \text{ Ом}$, опір регулюючого реостата $R = 5 \text{ Ом}$, опір акумулятора $R_2 = 2 \text{ Ом}$, е.р.с. акумулятора $E_2 = 6 \text{ В}$.</p> 		
4.	Визначте силу електричного струму в колі в початковий момент зарядки акумулятора в амперах.	
5.	Визначте напругу на затисках джерела в початковий момент зарядки акумулятора в вольтах.	
6.	Визначте напругу на затисках акумулятора в початковий момент в вольтах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
	<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: е.р.с. першого джерела $E_1 = 25 \text{ В}$, е.р.с. другого джерела $E_2 = 50 \text{ В}$, опори: $R_1 = 20 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$, напруга на затисках $a-b$ $U = 75 \text{ В}$.</p> 	
7.	Визначте силу електричного струму в амперах.	
	<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: е.р.с. генератора $E = 120 \text{ В}$, опір лінії електропередачі $R_{\text{Л}} = 3 \text{ Ом}$, опір навантаження R_2 будемо змінювати від 0 до ∞.</p> 	
8.	Записати умову, при якій по лінії електропередачі можна передати максимальну потужність навантаженню.	
9.	Визначте силу електричного струму в колі для даних умов в амперах.	
10.	Визначте максимальну потужність, яку можна передати навантаженню, в ватах.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 9$.

Таблиця 1.8а

Номер відповіді	Відповіді
1.	1200.
2.	4.
3.	20.
4.	12.
5.	$R_H = R_L = 3 \text{ Ом.}$
6.	$I = \frac{\sum E}{\sum R}.$
7.	3.
8.	Сила електричного струму у колі прямо пропорційна алгебраїчній сумі електрорушійних сил, що діють у колі, і зворотно пропорційна сумарному опору кола.
9.	$I = \frac{U + \sum E}{\sum R}.$
10.	27.

Завдання логічно-понятійного характеру.

1. Лінійне нерозгалужене електричне коло постійного струму містить реальний генератор, реальну лінію і приймач з регульованою величиною опору.

Провести порівняльний аналіз режимів роботи генератора і приймача за наступним алгоритмом (таблиця 1.9), вибравши відповіді з таблиці 1.13:

Таблиця 1.9

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Яким загальним поняттям можна об'єднати генератор і приймач?	
2.	Приведіть чотири ознаки подібності режимів роботи генератора і приймача.	
3.	Приведіть три ознаки розходження режимів роботи генератора і приймача.	
4.	Виділіть головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача.	
5.	Обґрунтуйте головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача.	
6.	Виділіть головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача.	
7.	Обґрунтуйте головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача.	
8.	Виділіть три шляхи взаємодії генератора і приймача між собою.	
9.	Установіть причинно-наслідковий зв'язок режимів роботи генератора і приймача.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 18$.

2. Лінійне нерозгалужене електричне коло постійного струму містить реальний генератор, ідеальну лінію і приймач з регульованою величиною опору.

Провести порівняльний аналіз режимів роботи генератора і приймача за наступним алгоритмом (таблиця 1.10), вибравши відповіді з таблиці 1.13:

Таблиця 1.10

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Яким загальним поняттям можна об'єднати генератор і приймач?	
2.	Приведіть п'ять ознак подібності режимів роботи генератора і приймача.	
3.	Приведіть дві ознаки розходження режимів роботи генератора і приймача.	
4.	Виділіть головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача.	
5.	Обґрунтуйте головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача.	
6.	Виділіть головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача.	
7.	Обґрунтуйте головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача.	
8.	Виділіть три шляхи взаємодії генератора і приймача між собою.	
9.	Установіть причинно-наслідковий зв'язок режимів роботи генератора і приймача.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = -8$.

3. Лінійне нерозгалужене електричне коло постійного струму містить ідеальний генератор, ідеальну лінію і приймач з регульованою величиною опору.

Провести порівняльний аналіз режимів роботи генератора і приймача за наступним алгоритмом (таблиця 1.11), вибравши відповіді з таблиці 1.13:

Таблиця 1.11

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Яким загальним поняттям можна об'єднати генератор і приймач?	
2.	Приведіть шість ознак подібності режимів роботи генератора і приймача.	
3.	Приведіть ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача.	
4.	Виділіть головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача.	
5.	Обґрунтуйте головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача.	
6.	Виділіть головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача.	
7.	Обґрунтуйте головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача.	
8.	Виділіть три шляхи взаємодії генератора і приймача між собою.	
9.	Установіть причинно-наслідковий зв'язок режимів роботи генератора і приймача.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = -16$.

4. Лінійне нерозгалужене електричне коло постійного струму містить ідеальний генератор, реальну лінію і приймач з регульованою величиною опору.

Провести порівняльний аналіз режимів роботи генератора і приймача за наступним алгоритмом (таблиця 1.12), вибравши відповіді з таблиці 1.13:

Таблиця 1.12

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Яким загальним поняттям можна об'єднати генератор і приймач?	
2.	Приведіть три ознаки подібності режимів роботи генератора і приймача.	
3.	Приведіть три ознаки розходження режимів роботи генератора і приймача.	
4.	Виділіть головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача.	
5.	Обґрунтуйте головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача.	
6.	Виділіть головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача.	
7.	Обґрунтуйте головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача.	
8.	Виділіть три шляхи взаємодії генератора і приймача між собою.	
9.	Установіть причинно-наслідковий зв'язок режимів роботи генератора і приймача.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 30$.

Таблиця 1.13

Номер відповіді	Варіанти відповіді
1.	За допомогою електричного поля.
2.	Перетворювачі енергії.
3.	Зміною електрорушійної сили.
4.	Однаковий струм.
5.	Зміною опору навантаження.
6.	Різні перетворення енергії.
7.	Причиною зміни режиму роботи може бути як джерело, так і приймач.
8.	Функціональне призначення.
9.	Різні напруги на затисках.
10.	Елемент електричного кола.
11.	Є вільні заряди.
12.	Різні потужності.
13.	Однакові напруги на затисках.
14.	Однакові потужності.

Завдання експериментального характеру

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка складається з генератора постійного струму G , лінії електропередачі $ЛЕП$, освітлювальної установки EL , вимикача SA , амперметра pA , двох вольтметрів $pV1$ і $pV2$.

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 1.1.

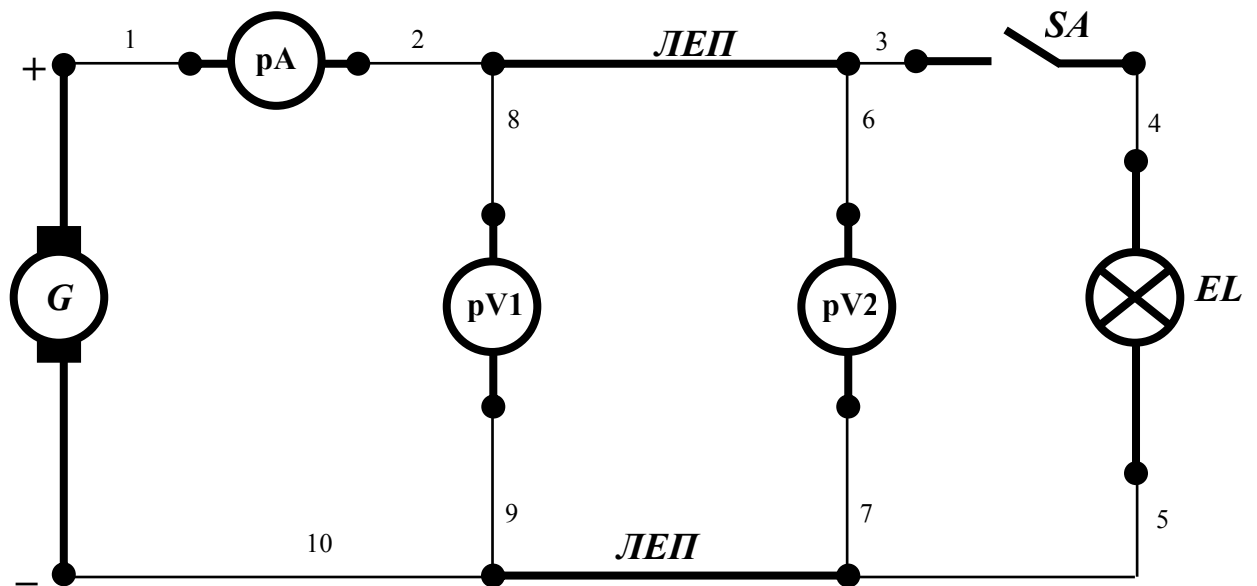


Рисунок 1.1 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 10 провідників (на схемі позначені номерами 1–10).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- опори з'єднувальних проводів і контактів вимикача дорівнюють нулю;
- опір обмотки амперметра дорівнює нулю;

- опори обмоток вольтметрів дорівнюють нескінченності, тобто електричний струм у них не протікає.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 1.2.

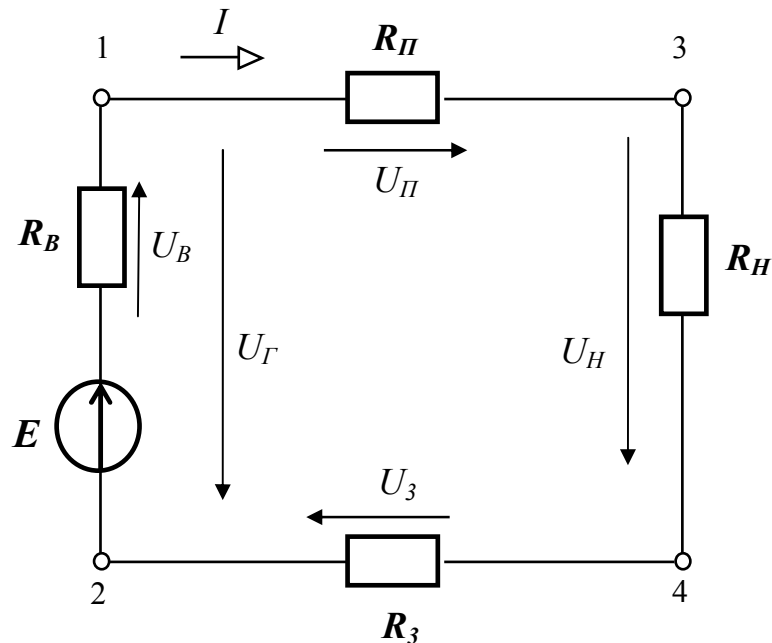


Рисунок 1.2 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

E – е.р.с. генератора, B ;

R_B – внутрішній опір генератора, Ом ;

$R_{\text{П}}$ – опір прямого проводу ЛЕП, Ом ;

R_3 – опір зворотного проводу ЛЕП, Ом ;

R_H – опір освітлювальної установки (навантаження), Ом ;

U_B – спадання напруги на внутрішньому опорі генератора, B ;

$U_{\text{П}}$ – спадання напруги на прямому проводі лінії, B ;

U_3 – спадання напруги на зворотному проводі лінії, B ;

U_G – напруга на затисках генератора, B ;

U_H – напруга на затисках освітлювальної установки (на навантаженні), B ;

I – сила струму в колі, A .

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

- 3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола та зібрати її.
- 3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола та пояснити її.
- 3.3 Уміти визначити значення е.р.с. генератора за допомогою експериментальних даних.
- 3.4 Уміти визначити опір проводів лінії за допомогою експериментальних даних.
- 3.5 Уміти визначити опір освітлювального пристрою за допомогою експериментальних даних.
- 3.6 Уміти визначити внутрішній опір генератора за допомогою експериментальних даних.
- 3.7 Уміти визначити потужність, що віддається генератором у лінію електропередачі, за допомогою експериментальних даних.
- 3.8 Уміти визначити потужність, спожиту електроосвітлювальним пристроєм, за допомогою експериментальних даних.
- 3.9 Уміти визначити втрати потужності в лінії електропередачі за допомогою експериментальних даних.
- 3.10 Уміти визначити втрати потужності в генераторі за допомогою експериментальних даних.
- 3.11 Уміти визначити потужність, що розвивається генератором, за допомогою експериментальних даних.
- 3.12 Уміти визначити к.к.д. лінії електропередачі за допомогою експериментальних даних.
- 3.13 Уміти визначити к.к.д. генератора за допомогою експериментальних даних.
- 3.14 Уміти скласти баланс потужностей за допомогою експериментальних даних.
- 3.15 Уміти підтвердити закон Ома для замкненого кола за допомогою експериментальних даних.
- 3.16 Уміти підтвердити експериментально три умови виникнення електричного струму.

4. Завдання з виконання експериментального дослідження

4.1 Зібрати схему експериментальної установки.

4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.

4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 1.14.

Таблиця 1.14

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів		
		I, A	U_1, B	U_2, B
1	Вимикач SA розімкнений			
2	Вимикач SA замкнений			

4.4 Визначити за допомогою експериментальних даних е.р.с. генератора, використовуючи рівняння зовнішньої характеристики генератора:

$$U_{\Gamma} = E - R_B \cdot I$$

і дослід холостого ходу, тобто роботи генератора без навантаження (перший експеримент).

4.5 Визначити за допомогою експериментальних даних загальний опір лінії електропередачі, використовуючи рівняння спадання напруги в лінії:

$$U_{\mathcal{L}} = U_{\Gamma} - U_H = R_{\mathcal{L}} \cdot I,$$

де $U_{\mathcal{L}}$ – спадання напруги в лінії, B ;

$R_{\mathcal{L}}$ – загальний опір лінії, що складається із суми опорів прямого і зворотного проводів, Om ;

I – сила струму в колі, A ;

і показання приладів (другий експеримент).

4.6 Визначити за допомогою експериментальних даних опір освітлювального пристрою, використовуючи закон Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U_H}{R_H}$$

і показання приладів при навантаженні генератора (другий експеримент).

4.7 Визначити внутрішній опір генератора, використовуючи рівняння зовнішньої характеристики генератора:

$$U_{\Gamma} = E - R_B \cdot I$$

і показання приладів при навантаженні генератора (другий експеримент).

4.8 Визначити потужність, що розвивається генератором при навантаженні, використовуючи рівняння:

$$P = E \cdot I$$

і експериментальні дані.

4.9 Визначити потужність, що віддається генератором при навантаженні в лінію електропередачі, використовуючи рівняння:

$$P_{\Gamma} = U_{\Gamma} \cdot I$$

і експериментальні дані.

4.10 Визначити потужність, спожиту освітлювальним пристроєм, використовуючи рівняння:

$$P_H = U_H \cdot I.$$

4.11 Визначити потужність, що втрачається в генераторі при навантаженні, використовуючи рівняння:

$$P_B = U_B \cdot I = (E - U_{\Gamma}) \cdot I$$

і експериментальні дані.

4.12 Визначити потужність, що втрачається в лінії електропередачі при навантаженні, використовуючи рівняння:

$$P_L = U_L \cdot I = (U_{\Gamma} - U_H) \cdot I$$

і експериментальні дані.

4.13 Скласти баланс потужностей, використовуючи розрахункові дані:

$$P = P_B + P_L + P_H.$$

4.14 Визначити к.к.д. лінії електропередачі, використовуючи рівняння:

$$\eta_{\text{Л}} = \frac{P_{\text{Н}}}{P_{\text{Г}}} = \frac{U_{\text{Н}} \cdot I}{U_{\text{Г}} \cdot I} = \frac{U_{\text{Н}}}{U_{\text{Г}}}$$

і експериментальні дані.

4.15 Визначити к.к.д. генератора при навантаженні, використовуючи рівняння:

$$\eta_{\text{Л}} = \frac{P_{\text{Г}}}{P} = \frac{U_{\text{Г}} \cdot I}{E \cdot I} = \frac{U_{\text{Г}}}{E}$$

4.16 Занести отримані значення в таблицю 1.15.

Таблиця 1.15

№ П/П	Фізичні величини, що характеризують коло										
	$E,$ B	$R_{\text{В}},$ $Ом$	$R_{\text{Л}},$ $Ом$	$R_{\text{Н}},$ $Ом$	$P,$ $Вт$	$P_{\text{В}},$ $Вт$	$P_{\text{Г}},$ $Вт$	$P_{\text{Л}},$ $Вт$	$P_{\text{Н}},$ $Вт$	$\eta_{\text{Л}}$	$\eta_{\text{Г}}$
1											

4.17 Підтвердити за допомогою експериментальних даних закон Ома для замкнутого кола, використовуючи його рівняння для досліджуваного кола:

$$I = \frac{E}{R_{\text{В}} + R_{\text{Л}} + R_{\text{Н}}}$$

4.18 Експериментально підтвердити три умови виникнення електричного струму.

5. Структура звіту

5.1 Назва експериментального дослідження.

5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.

5.3 Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

5.4 Таблиця 1.14.

5.5 Таблиця 1.15.

Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання

Умова

Від машинного генератора постійного струму за допомогою лінії електропередачі, яка складається з двох металевих проводів, живиться електроосвітлювальний пристрій.

Технічна характеристика генератора: номінальна напруга $U_{н.г}$, номінальна сила струму $I_{н.г}$, напруга на затисках генератора при холостому ході U_x .

Технічна характеристика проводів лінії електропередачі: площа поперечного перерізу проводу S , загальна довжина проводів l , питомий опір мідного провідника ρ .

Технічна характеристика електроосвітлювального пристрою: номінальна потужність $P_{н.о}$, номінальна напруга $U_{н.о}$.

Для вимірювання сили електричного струму в колі та напруги на затисках електроосвітлювального пристрою передбачені електровимірювальні прилади. Включення електроосвітлювального пристрою здійснюється вимикачем.

Завдання

1. Скласти принципову електричну схему описаного електричного кола. Окремі елементи кола виділити жирними лініями, а їх з'єднуючі проводи – тонкими лініями. Позначити номери проводів.
2. Скласти розрахункову схему електричного кола, прийнявши наступні припущення:
 - опори прямого і зворотного проводів лінії електропередачі зосередити в одному місці;
 - опорами проводів, що з'єднують елементи кола, знехтувати;
 - опором амперметра знехтувати;

- опір вольтметра прийняти рівним нескінченості.
3. Виконати розрахунок електричного кола:
- визначити електрорушійну силу генератора;
 - визначити внутрішній опір генератора;
 - визначити опір проводів лінії електропередачі;
 - визначити опір електроосвітлювального пристрою;
 - визначити силу електричного струму в колі;
 - визначити напругу на затисках генератора;
 - визначити спадання напруги в лінії електропередачі;
 - визначити напругу на затисках електроосвітлювального пристрою;
 - визначити потужність, яку розвиває генератор;
 - визначити втрати потужності в генераторі;
 - визначити втрати потужності в лінії електропередачі;
 - визначити потужність, яку споживає електроосвітлювальний пристрій;
 - скласти баланс потужностей електричного кола;
 - визначити коефіцієнт корисної дії лінії електропередачі;
 - визначити коефіцієнт корисної дії генератора;
 - визначити коефіцієнт корисної дії всієї електроустановки;
 - визначити кількість електричної енергії, яку споживе електроосвітлювальний пристрій за 1000 годин роботи.

**Варіанти вихідних даних
до тематичного комплексного
кваліфікаційного завдання**

Таблиця 1.16

Варіанти	Вихідні дані							
	$U_{н.г},$ В	$I_{н.г},$ А	$U_x,$ В	$S,$ мм ²	$l,$ м	$\frac{\rho,}{Ом \cdot м}$ мм ²	$P_{н.о},$ Вт	$U_{н.о},$ В
1	32	2	36	2	471	0,017	675	90
2	260	20	300	2	353	0,017	6000	300
3	200	10	220	2	276	0,029	3800	380
4	135	15	150	3	353	0,017	1200	120
5	110	20	150	3	529	0,017	2250	150
6	85	15	100	3	207	0,029	1700	170
7	185	15	200	2	235	0,017	1700	170
8	110	10	120	2	353	0,017	500	100
9	320	15	350	2	345	0,029	11250	450
10	275	25	300	3	529	0,017	4400	220
11	17	3	20	3	529	0,017	24	12
12	180	20	200	3	414	0,029	6000	300
13	210	20	250	2	353	0,017	4500	300
14	275	25	300	2	353	0,017	10000	400
15	175	5	200	2	1034	0,029	3000	300

Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь

Умова 1. Електричне коло містить: джерело електричного струму, е.р.с. якого дорівнює **240 В**, внутрішній опір якого дорівнює **1 Ом**; з'єднуючі проводи, сумарний опір яких дорівнює **3 Ом**; приймач електричної енергії, опір якого дорівнює **36 Ом**.

Частина 1.

Завдання 1. Визначити значення напруги на затисках приймача електричної енергії у вольтах.

Завдання 2. Визначити потужність, яку сприймає приймач електричної енергії, у ватах.

Завдання 3. Визначити спадання напруги в лінії у вольтах.

Завдання 4. Визначити потужність втрат енергії в джерелі електричного струму у ватах.

Завдання 5. Визначити напругу на затисках джерела електричного струму у вольтах.

Частина 2.

Завдання 6. Визначити у відносних одиницях коефіцієнт корисної дії передачі електричної енергії від джерела до приймача, округливши значення до сотих.

Завдання 7. Визначити у відносних одиницях коефіцієнт корисної дії джерела електричного струму, округливши значення до сотих.

Завдання 8. Визначити у відносних одиницях коефіцієнт корисної дії всієї електроустановки, округливши значення до сотих.

Частина 3.

Умова 2. Від генератора постійного струму заряджається акумулятор. Е.р.с. генератора дорівнює **20 В**, внутрішній опір генератора дорівнює **2 Ом**. Залишкова е.р.с. акумулятора дорівнює **8 В**, внутрішній опір акумулятора дорівнює **1 Ом**. У колі зарядки встановлений реостат для регулювання струму зарядки. Його опір дорівнює **2 Ом**.

Завдання 9. Визначити напругу на затисках акумулятора в момент початку зарядки у вольтах, округливши значення до сотих.

Завдання 10. Визначити потужність, що розвивається генератором у момент початку зарядки, у ватах.

ТЕМА 2
ЛІНІЙНІ РОЗГАЛУЖЕНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА
ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

*Завдання інформаційно – репродуктивного і
практично - стереотипного характеру*

2.1. Закони Кірхгофа.

2.2. Застосування законів Кірхгофа для розрахунку розгалужених кіл.

Таблиця 2.1

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Що розуміють під нерозгалуженим електричним колом?	
2.	Що розуміють під розгалуженим електричним колом?	
3.	Що таке вузол розгалуженого електричного кола?	
4.	Що таке розгалуження розгалуженого електричного кола?	
5.	Що таке контур розгалуженого електричного кола?	
6.	Сформулюйте 1-й закон Кірхгофа.	
7.	Запишіть математично 1-й закон Кірхгофа.	
8.	У якому випадку сила струму береться зі знаком «+»?	
9.	У якому випадку сила струму береться зі знаком «-»?	
10.	Сформулюйте 2-й закон Кірхгофа.	
11.	Запишіть математично 2-й закон Кірхгофа.	
12.	У якому випадку електрорушійна сила береться зі знаком «+»?	
13.	У якому випадку електрорушійна сила береться зі знаком «-»?	
14.	У якому випадку напруга (спадання напруги) на ділянці кола береться зі знаком «+»?	
15.	У якому випадку напруга (спадання напруги) на ділянці кола береться зі знаком «-»?	
16.	Наведіть послідовність аналізу розгалуженого електричного кола за допомогою законів Кірхгофа.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 18$.

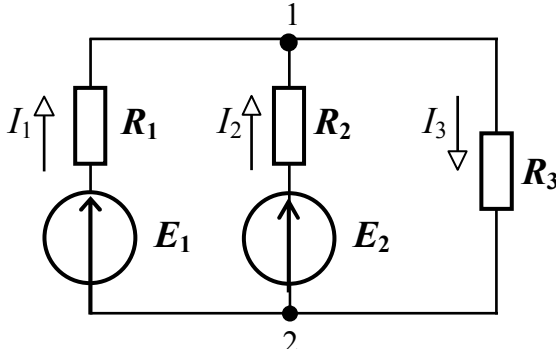
Таблиця 2.1а

Номер відповіді	Відповіді
1.	У замкненому контурі електричного кола алгебраїчна сума електрорушійних сил дорівнює алгебраїчній сумі спадів напруг на опорах, що входять у цей контур.
2.	Якщо напрями е.р.с. збігаються з довільно обраним напрямом обходу контуру.
3.	Якщо напрями е.р.с. не збігаються з довільно обраним напрямом обходу контуру.
4.	Алгебраїчна сума сил струмів у вузлі дорівнює нулю.
5.	Замкнутий обрис, що утворює нерозгалужене коло, яке можна отримати при обході по розгалуженням електричного кола.
6.	Якщо напрям сили стуму не збігається з довільно обраним напрямом обходу контуру.
7.	Якщо напрям сили стуму збігається з довільно обраним напрямом обходу контуру.
8.	<ul style="list-style-type: none"> - визначити число вузлів електричного кола; - визначити число розгалужень електричного кола; - визначити число незалежних контурів електричного кола; - вибрати довільно напрями струмів у всіх розгалуженнях схеми електричного кола; - скласти рівняння за 1-м законом Кірхгофа для вузлів схеми кола (кількість аналізованих вузлів повинна бути на один вузол менше, ніж сумарна кількість вузлів схеми кола); - вибрати напрями обходів усіх незалежних контурів схеми кола; - скласти рівняння за 2-м законом Кірхгофа для всіх незалежних контурів схеми кола; - вирішити отриману систему рівнянь.
9.	Електричне коло, що складається з послідовно з'єднаних елементів.
10.	Електричне коло, що складається з послідовно і паралельно з'єднаних елементів
11.	Точка, у якій сходяться не менше трьох розгалужень.
12.	Сили струмів, які входять у вузол.
13.	$\sum_1^n I_i = 0.$
14.	$\sum_1^n E_i = \sum_1^n R_i I_i.$
15.	Ділянка кола, яка складається з послідовно з'єднаних елементів, включених між двома вузлами.
16.	Сили струмів, які виходять з вузла.

2.1. Закони Кірхгофа.

2.2. Застосування законів Кірхгофа для розрахунку розгалужених кіл.

Таблиця 2.2

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: електроорушійна сила першого джерела $E_1 = 150 \text{ В}$; електроорушійна сила другого джерела $E_2 = 100 \text{ В}$; опори розгалужень електричного кола $R_1 = 1 \text{ Ом}$; $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$.</p> 		
1.	Запишіть рівняння за 1-м законом Кірхгофа для вузла 1 наведеної розрахункової схеми.	
2.	Запишіть рівняння за 2-м законом Кірхгофа для двох незалежних контурів наведеної розрахункової схеми.	
3.	Запишіть систему рівнянь з коефіцієнтами при невідомих.	
4.	Складіть матрицю для знаходження головного визначника і знайдіть його значення.	
5.	Складіть матрицю для знаходження часткового визначника струму I_1 і знайдіть його значення.	
6.	Визначте силу електричного струму в першому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	
7.	Складіть матрицю для знаходження часткового визначника струму I_2 і знайдіть його значення.	
8.	Визначте силу електричного струму в другому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	
9.	Складіть матрицю для знаходження часткового визначника струму I_3 і знайдіть його значення.	
10.	Визначте силу електричного струму в третьому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 13$.

Таблиця 2.2а

Номер відповіді	Відповіді
1.	80.
2.	10.
3.	$\begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 50 & 0 \\ 0 & 100 & 1 \end{vmatrix} = -50.$
4.	$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -2 & 50 \\ 0 & 2 & 100 \end{vmatrix} = -400.$
5.	$E_1 - E_2 = R_1 I_1 - R_2 I_2.$ $E_2 = R_2 I_2 + R_3 I_3.$
6.	70.
7.	$\begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \end{vmatrix} = -5.$
8.	$0 = I_1 + I_2 - I_3.$
9.	$0 = I_1 + I_2 - I_3;$ $50 = 1 I_1 - 2 I_2 + 0;$ $100 = 0 + 2 I_2 + 1 I_3;$
10.	$\begin{vmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 50 & -2 & 0 \\ 100 & 2 & 1 \end{vmatrix} = -350.$

2.3. Метод контурних струмів.

Таблиця 2.3

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: електрорушійна сила першого джерела $E_1 = 100 \text{ В}$; електрорушійна сила другого джерела $E_2 = 200 \text{ В}$; електрорушійна сила третього джерела $E_3 = 400 \text{ В}$; опори розгалужень електричного кола: $R_1 = 3 \text{ Ом}$; $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$. Визначте сили електричних струмів у розгалуженнях за допомогою методу контурних струмів.</p> 		
1.	Запишіть рівняння для розрахунку контурних струмів за методом контурних струмів.	
2.	Запишіть систему рівнянь з коефіцієнтами при невідомих, попередньо розрахувавши всі опори та контурні електрорушійні сили, що входять в ці рівняння.	
3.	Складіть матрицю для знаходження головного визначника і знайдіть його значення.	
4.	Складіть матрицю для знаходження часткового визначника контурного струму I_{11} і знайдіть його значення.	
5.	Визначте значення контурного струму в першому контурі розрахункової схеми в амперах.	
6.	Складіть матрицю для знаходження часткового визначника контурного струму I_{22} і знайдіть його значення.	
7.	Визначте значення контурного струму в другому контурі розрахункової схеми в амперах.	
8.	Складіть математичний вираз для визначення сили електричного струму в першому розгалуженні розрахункової схеми і знайдіть її значення.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
9.	Складіть математичний вираз для визначення сили електричного струму в другому розгалуженні розрахункової схеми і знайдіть її значення в амперах.	
10.	Складіть математичний вираз для визначення сили електричного струму в третьому розгалуженні розрахункової схеми і знайдіть її значення в амперах.	
11.	Запишіть рівняння за 2-м законом Кірхгофа для двох незалежних контурів наведеної розрахункової схеми.	
12.	Перевірте правильність рішення завдання, підставивши значення всіх величин в отриману систему рівнянь.	

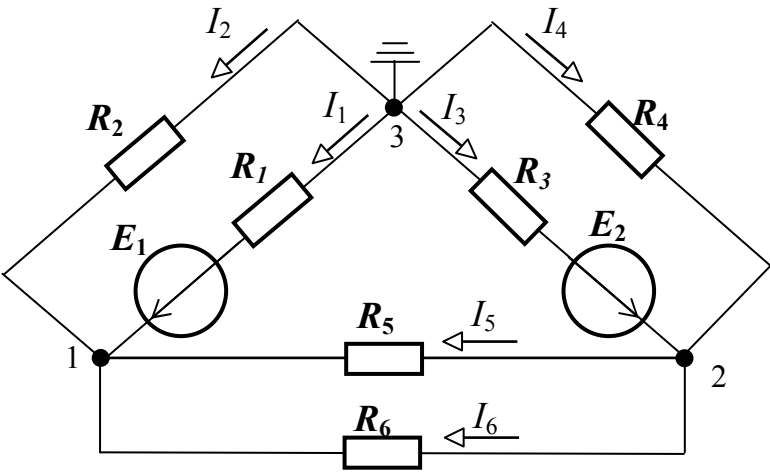
У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 24$.

Таблиця 2.3а

Номер відповіді	Відповіді
1.	45.
2.	40.
3.	$-100 = 7 \cdot I_{11} - 4 \cdot I_{22};$ $-200 = -4 \cdot I_{11} + 8 \cdot I_{22};$
4.	-1800.
5.	$-100 = 3 \cdot (-40) - 4 \cdot (-5);$ $-200 = 4 \cdot (-5) - 4 \cdot 45;$
6.	-1600.
7.	-45.
8.	-40 А.
9.	-5.
10.	$E_1 - E_2 = (R_1 + R_2) \cdot I_{11} - R_2 \cdot I_{22}.$ $E_2 - E_3 = -R_2 \cdot I_{11} + (R_2 + R_3) \cdot I_{22}.$
11.	$E_1 - E_2 = R_1 \cdot I_1 - R_2 \cdot I_2.$ $E_2 - E_3 = R_2 \cdot I_2 - R_3 \cdot I_3.$
12.	-40.

2.4. Метод вузлових потенціалів.

Таблиця 2.4

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: електрорушійна сила першого джерела $E_1 = 50 \text{ В}$; електрорушійна сила другого джерела $E_2 = 200 \text{ В}$; опори розгалужень електричного кола $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 4 \text{ Ом}$. Визначте сили електричних струмів у розгалуженнях за допомогою методу вузлових потенціалів.</p> 		
1.	Запишіть рівняння для розрахунку потенціалів вузлів розрахункової схеми за допомогою методу вузлових потенціалів.	
2.	Запишіть систему рівнянь з коефіцієнтами при невідомих, попередньо розрахувавши провідності розгалужень та добудки е.р.с джерела на відповідні провідності розгалужень.	
3.	Складіть матрицю для знаходження головного визначника і знайдіть його значення.	
4.	Складіть матрицю для знаходження часткового визначника потенціалу першого вузла і знайдіть його значення.	
5.	Визначте потенціал першого вузла розрахункової схеми φ_1 в вольтах.	
6.	Складіть матрицю для знаходження часткового визначника потенціалу другого вузла і знайдіть його значення.	
7.	Визначте потенціал другого вузла розрахункової схеми φ_2 в вольтах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
8.	Визначте силу електричного струму в першому розгалуженні розрахункової схеми I_1 в амперах.	
9.	Визначте силу електричного струму в другому розгалуженні розрахункової схеми I_2 амперах.	
10.	Визначте силу електричного струму в третьому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	
11.	Визначте силу електричного струму в четвертому розгалуженні розрахункової схеми I_4 в амперах.	
12.	Визначте силу електричного струму в п'ятому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	
13.	Визначте силу електричного струму в шостому розгалуженні розрахункової схеми I_6 .	

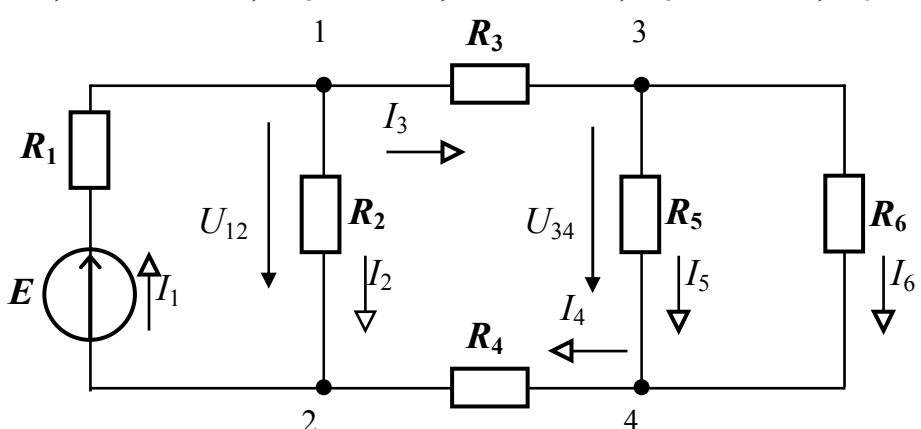
У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 27$.

Таблиця 2.4а

Номер відповіді	Відповіді
1.	-18,75.
2.	$1 \cdot \varphi_1 - 0,5 \cdot \varphi_2 = 12,5;$ $- 0,5 \cdot \varphi_1 + 1 \cdot \varphi_2 = 50;$
3.	6,25 А.
4.	56,25.
5.	31,25.
6.	37,5.
7.	6,25.
8.	0.
9.	- 12,5.
10.	50.
11.	$(g_1 + g_2 + g_5 + g_6) \cdot \varphi_1 - (g_5 + g_6) \cdot \varphi_2 = E_1 \cdot g_1;$ $-(g_5 + g_6) \cdot \varphi_1 + (g_3 + g_4 + g_5 + g_6) \cdot \varphi_2 = E_2 \cdot g_3;$
12.	0,75.
13.	75.

2.5. Еквівалентні перетворення схем з'єднань опорів.

Таблиця 2.5

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Запишіть рівняння для розрахунку еквівалентного опору послідовно з'єднаних резисторів?	
2.	Дайте визначення провідності елемента кола?	
3.	Запишіть визначальну формулу провідності елемента кола.	
4.	Запишіть рівняння для розрахунку еквівалентного опору паралельно зєднаних резисторів?	
5.	Три резистора, с опорами $R_1 = 20 \text{ Ом}$; $R_2 = 30 \text{ Ом}$; $R_3 = 60 \text{ Ом}$, з'єднані послідовно. Визначте еквівалентний опір цих резисторів в омах.	
6.	Три резистора, с опорами $R_1 = 20 \text{ Ом}$; $R_2 = 30 \text{ Ом}$; $R_3 = 60 \text{ Ом}$, з'єднані паралельно. Визначте еквівалентний опір цих резисторів в омах.	
7.	Визначте еквівалентний опір резисторів в омах при змішаному з'єднанні (другий та третій резистори включені паралельно, а перший резистор включено послідовно з ними), якщо опори резисторів $R_1 = 20 \text{ Ом}$; $R_2 = 30 \text{ Ом}$; $R_3 = 60 \text{ Ом}$.	
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: $E = 200\text{В}$; $R_1 = 2,5 \text{ Ом}$; $R_2 = 10 \text{ Ом}$; $R_3 = 3 \text{ Ом}$; $R_4 = 3 \text{ Ом}$; $R_5 = 40 \text{ Ом}$; $R_6 = 60 \text{ Ом}$.</p> 		
8.	Замініть паралельно включені опори R_5 , R_6 одним еквівалентним опором R_{56} , розрахуйте величину еквівалентного опору в омах. Складіть нову еквівалентну розрахункову схему кола.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
9.	Замініть послідовно включені резистори з опорами R_3 , R_{56} , R_4 одним еквівалентним резистором з опором R_{3456} , розрахуйте величину еквівалентного опору в омах. Складіть нову еквівалентну розрахункову схему кола.	
10.	Замініть паралельно включені опори R_2 , R_{3456} одним еквівалентним резистором з опором R_{23456} , розрахуйте величину еквівалентного опору в омах. Складіть нову еквівалентну розрахункову схему кола.	
11.	Визначте силу струму I_1 в амперах.	
12.	Визначте напругу U_{12} в вольтах.	
13.	Визначте силу струму I_2 в амперах.	
14.	Визначте силу струму I_3 и I_4 в амперах.	
15.	Визначте напругу U_{34} в вольтах.	
16.	Визначте силу струму I_5 в амперах.	
17.	Визначте силу струму I_6 в амперах.	
18.	Виконайте перевірку, записавши рівняння за 1-м законом Кірхгофа для вузла 2.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 21$.

Таблиця 2.5а

Номер відповіді	Відповіді
1.	110.
2.	30.
3.	150.
4.	40.
5.	10.
6.	$R_1 + R_2 + R_3.$
7.	$\frac{1}{\sum_1^n \frac{1}{R_i}}.$
8.	7,5.
9.	Фізична величина, яка зворотна опору.
10.	24.
11.	5.
12.	$\frac{1}{R}.$
13.	$I_1 = I_2 + I_4.$
14.	3.
15.	2.
16.	20.
17.	120.
18.	15.

2.6. Метод двох вузлів.

Таблиця 2.6

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: електрорушійна сила першого джерела $E_1=150\text{ В}$; електрорушійна сила другого джерела $E_2=200\text{ В}$; електрорушійна сила третього джерела $E_3=250\text{ В}$; опори розгалужень електричного кола $R_1=2\text{ Ом}$; $R_2=4\text{ Ом}$; $R_3=4\text{ Ом}$.</p> <p>Визначте сили електричних струмів у розгалуженнях за допомогою методу двох вузлів.</p> 		
1.	Запишіть рівняння для розрахунку напруги між вузлами 1 і 2 U_{12} за допомогою методу двох вузлів.	
2.	Визначте провідності розгалужень розрахункової схеми в сіменсах.	
3.	Визначте напругу між вузлами 1 і 2 U_{12} в вольтах.	
4.	Складіть математичний вираз для визначення сили електричного струму в першому розгалуженні розрахункової схеми I_1 .	
5.	Визначте силу електричного струму в першому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	
6.	Складіть математичний вираз для визначення сили електричного струму в другому розгалуженні розрахункової схеми I_2 .	
7.	Визначте силу електричного струму в другому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
8.	Складіть математичний вираз для визначення сили електричного струму в третьому розгалуженні розрахункової схеми I_3 .	
9.	Визначте силу електричного струму в третьому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	
10.	Запишіть систему рівнянь за 2-м законом Кірхгофа та перевірте правильність рішення завдання, підставивши значення всіх величин в отриману систему рівнянь.	

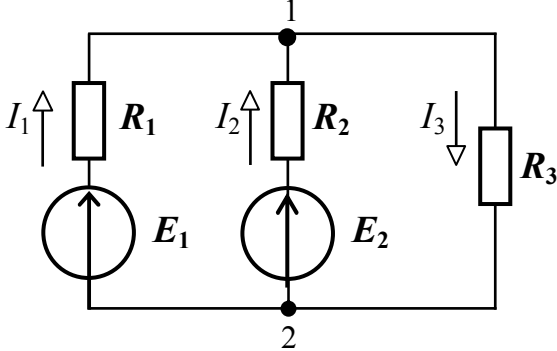
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 21$.

Таблиця 2.6а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$\frac{-U_{12} + E_3}{R_3}$.
2.	$\frac{-U_{12} + E_2}{R_2}$.
3.	$E_1 - E_2 = R_1 \cdot I_1 - R_2 \cdot I_2;$ $E_2 - E_3 = R_2 \cdot I_2 - R_3 \cdot I_3.$
4.	-18,75.
5.	$\frac{-U_{12} + E_1}{R_1}$.
6.	$g_1 = 0,5; g_2 = 0,25; g_3 = 0,25.$
7.	15,625.
8.	$\frac{E_1 \cdot g_1 + E_2 \cdot g_2 + E_3 \cdot g_3}{g_1 + g_2 + g_3}$.
9.	3,125.
10.	187,5.

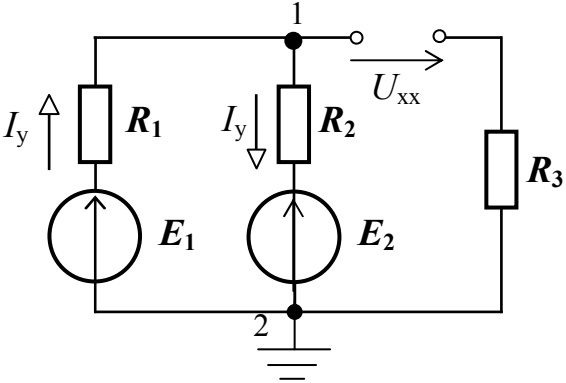
2.7. Метод активного двополюсника.

Таблиця 2.7

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: електрорушійна сила першого джерела $E_1 = 100 \text{ В}$; електрорушійна сила другого джерела $E_2 = 50 \text{ В}$; опори розгалужень електричного кола $R_1 = 5 \text{ Ом}$; $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$.</p> <p>Визначте силу електричного струму I_3 за допомогою метода активного двополюсника.</p> 		
1.	Складіть еквівалентну розрахункову схему заданого електричного кола для розрахунку сили електричного струму I_3 за допомогою методу активного двополюсника.	
2.	Складіть математичний вираз для визначення сили зрівнювального струму еквівалентної розрахункової схеми.	
3.	Визначте силу зрівнювального струму еквівалентної розрахункової схеми в амперах.	
4.	Визначте потенціал на затеску «1» в вольтах.	
5.	Визначте потенціал на затеску «2» в вольтах.	
6.	Визначте напругу між затискачами еквівалентного активного двополюсника U_{xx} .	
7.	Запишіть математичний вираз для розрахунку струму в третьому розгалуженні заданої розрахункової схеми.	
8.	Розрахуйте внутрішній опір еквівалентного активного двополюсника в омах.	
9.	Визначте силу електричного струму в третьому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	

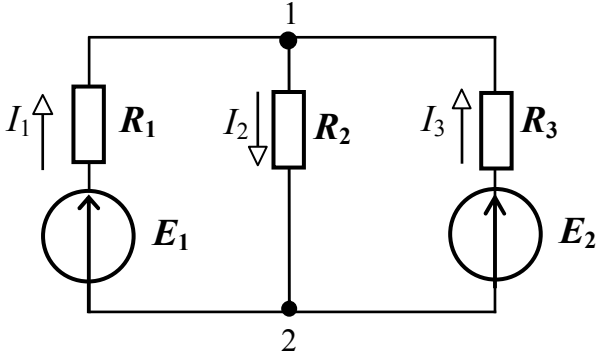
У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 17$.

Таблиця 2.7а

Номер відповіді	Відповіді
1.	75 В.
2.	11,54.
3.	2,5.
4.	$\frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2}.$
5.	
6.	75.
7.	$\frac{U_{xx}}{R_B + R_3}.$
8.	5.
9.	0.

2.8. Принцип суперпозиції і його застосування для розрахунку кіл.

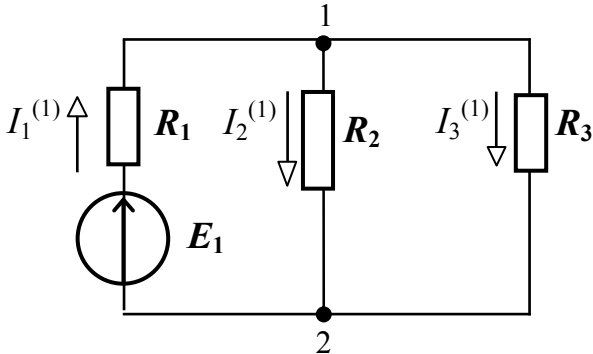
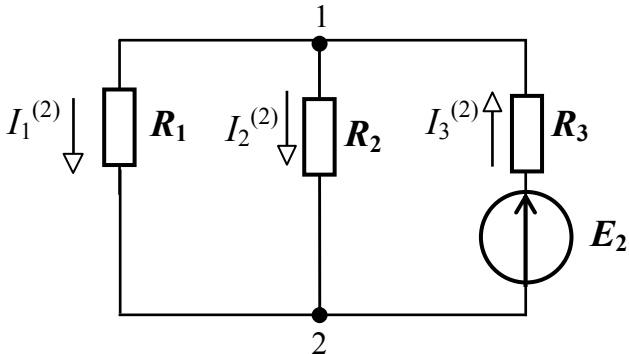
Таблиця 2.8

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: електрорушійна сила першого джерела $E_1 = 100 \text{ В}$; електрорушійна сила другого джерела $E_2 = 50 \text{ В}$; опори розгалужень електричного кола $R_1 = 3 \text{ Ом}$; $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$.</p> <p>Визначте сили електричних струмів у розгалуженнях за допомогою методу суперпозиції.</p> 		
1.	Складіть еквівалентну розрахункову схему заданого електричного кола для розрахунку часткових сил електричних струмів які виникають під дією електрорушійної сила джерела E_1 .	
2.	Запишіть рівняння для розрахунку часткової сили струму в першому розгалуженні еквівалентної розрахункової схеми $I_1^{(1)}$ і визначте її в амперах.	
3.	Запишіть рівняння для розрахунку часткової сили струму в другому розгалуженні еквівалентної розрахункової схеми $I_2^{(1)}$ і визначте її в амперах.	
4.	Запишіть рівняння для розрахунку часткової сили струму в третьому розгалуженні еквівалентної розрахункової схеми $I_3^{(1)}$ і визначте її в амперах.	
5.	Складіть еквівалентну розрахункову схему заданого електричного кола для розрахунку часткових сил електричних струмів, які виникають під дією електрорушійної сила джерела E_2 .	
6.	Запишіть рівняння для розрахунку часткової сили струму в третьому розгалуженні еквівалентної розрахункової схеми $I_3^{(2)}$ і визначте її в амперах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
7.	Запишіть рівняння для розрахунку часткової сили струму в другому розгалуженні еквівалентної розрахункової схеми $I_2^{(2)}$ і визначте її в амперах.	
8.	Запишіть рівняння для розрахунку часткової сили струму в першому розгалуженні еквівалентної розрахункової схеми $I_1^{(2)}$ і визначте її в амперах.	
9.	Визначте силу електричного струму в першому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	
10.	Визначте силу електричного струму в другому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	
11.	Визначте силу електричного струму в третьому розгалуженні розрахункової схеми в амперах.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 20$.

Таблиця 2.8а

Номер відповіді	Відповіді
1.	
2.	8,75.
3.	13,75.
4.	5.
5.	
6.	20.
7.	15.
8.	10 A.
9.	3,75.
10.	10.
11.	-1,25.

Завдання експериментального характеру

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка містить ідеальний генератор постійного струму G , три резистори, які включені змішано: два резистори R_2 і R_3 – паралельно, а послідовно з ними – резистор R_1 . Для вимірювання сил електричних струмів у розгалуженнях електричного кола встановлені амперметри $pA1$, $pA2$ і $pA3$. Для вимірювання напруг на ділянках кола встановлені вольтметри $pV1$, $pV2$ і на затискач генератора pV . Для комутації кола передбачений вимикач SA .

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 2.1.

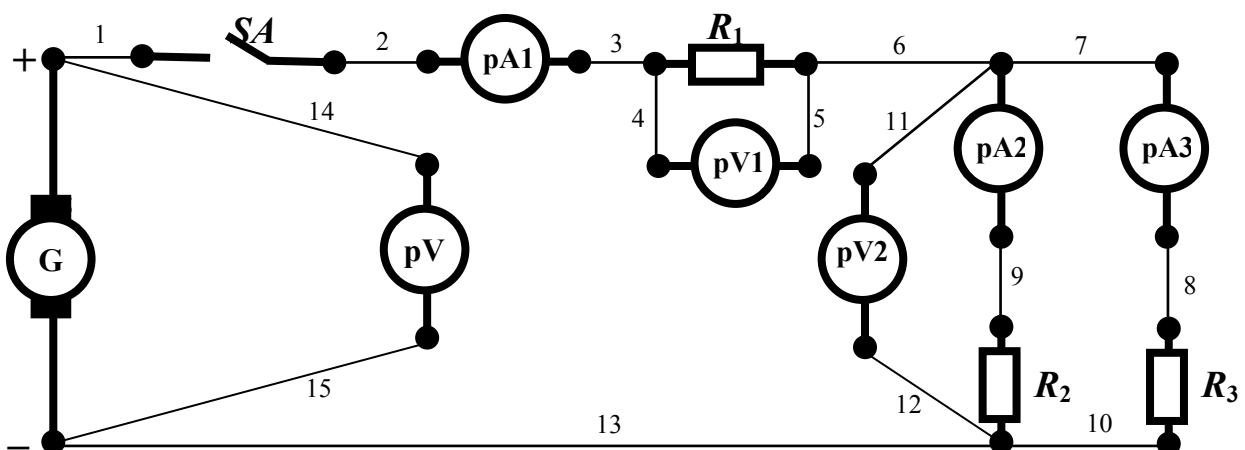


Рисунок 2.1 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 15 провідників (на схемі позначені номерами 1–15).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- внутрішній опір генератора дорівнює нулю;

- опори з'єднувальних проводів, обмоток амперметрів і контактів вимикачів дорівнюють нулю;

- опори обмоток вольтметрів дорівнюють нескінченності.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 2.2.

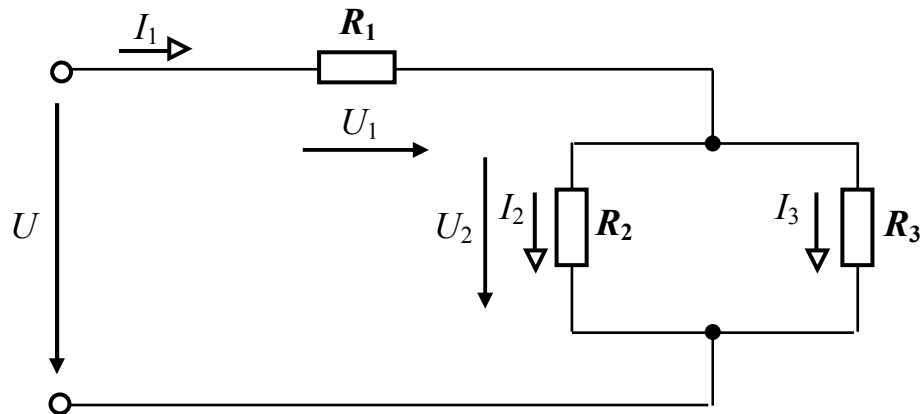


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

U – напруга на затисках кола, B ;

R_1 – опір першого резистора, $Ом$;

R_2 – опір другого резистора, $Ом$;

R_3 – опір третього резистора, $Ом$;

U_1 – напруга на затисках першого резистора, B ;

U_2 – напруга на затисках другого і третього резисторів, B ;

I_1 – сила струму в першому резисторі, A ;

I_2 – сила струму в другому резисторі, A ;

I_3 – сила струму в третьому резисторі, A .

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола та зібрати її.

3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола та пояснити її.

3.3 Уміти визначити значення е.р.с. генератора за допомогою експериментальних даних.

3.4 Уміти визначити опори резисторів за допомогою експериментальних даних.

3.5 Уміти визначити потужність, що розвивається генератором, за допомогою експериментальних даних.

3.6 Уміти визначити потужність, спожиту кожним резистором, за допомогою експериментальних даних.

3.7 Уміти скласти баланс потужностей за допомогою експериментальних даних.

3.8 Уміти підтвердити перший закон Кірхгофа за допомогою експериментальних даних.

3.9 Уміти підтвердити другий закон Кірхгофа за допомогою експериментальних даних.

4. Завдання з виконання експериментального дослідження

4.1 Зібрати схему експериментальної установки.

4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.

4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 2.9.

Таблиця 2.9

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів					
		I_1, A	I_2, A	I_3, A	U, B	U_1, B	U_2, B
1	Вимикач SA замкнений						

4.4 Прийняти, що значення е.р.с. дорівнює напрузі на затисках генератора, тому що генератор ідеальний.

4.5 Визначити за допомогою експериментальних даних еквівалентний опір всього кола, використовуючи рівняння:

$$U = R_E \cdot I_1,$$

де R_E – еквівалентний опір всього кола, Ом.

4.6 Визначити за допомогою експериментальних даних опір першого резистора, використовуючи рівняння закону Ома для ділянки кола:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1}.$$

4.7 Визначити за допомогою експериментальних даних опір другого резистора, використовуючи рівняння закону Ома для ділянки кола:

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2}.$$

4.8 Визначити за допомогою експериментальних даних опір третього резистора, використовуючи рівняння закону Ома для ділянки кола:

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3}.$$

4.9 Визначити потужність, що розвивається генератором при навантаженні, використовуючи рівняння:

$$P = E \cdot I_1.$$

4.10 Визначити потужність, спожиту першим резистором, використовуючи рівняння:

$$P_1 = U_1 \cdot I_1.$$

4.11 Визначити потужність, спожиту другим резистором, використовуючи рівняння:

$$P_2 = U_2 \cdot I_2.$$

4.12 Визначити потужність, спожиту третім резистором, використовуючи рівняння:

$$P_3 = U_3 \cdot I_3.$$

4.13 Скласти баланс потужностей, використовуючи розрахункові дані:

$$P = P_1 + P_2 + P_3.$$

4.14 Занести отримані значення в таблицю 2.10.

Таблиця 2.10

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло							
	E, B	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$P, Вт$	$P_1, Вт$	$P_2, Вт$	$P_3, Вт$
1								

4.15 Підтвердити за допомогою експериментальних даних перший закон Кірхгофа:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0.$$

4.16 Підтвердити за допомогою експериментальних даних другий закон Кірхгофа:

$$U = U_1 + U_2.$$

5. Структура звіту

5.1 Назва теми експериментального дослідження.

5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.

5.3 Розрахункова схема експериментальної установки.

5.4 Таблиця 3.

5.5 Таблиця 4.

Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання

Умова

Два реальних машинних генератори включені на паралельну роботу.

Технічна характеристика першого генератора: електрорушійна сила, що розвивається E_1 , внутрішній опір $R_{В1}$.

Технічна характеристика другого генератора: електрорушійна сила, що розвивається E_2 , внутрішній опір $R_{В2}$.

Генератори живлять лінію електропередачі, опір якої $R_{Л1}$.

Наприкінці лінії електропередачі підключене навантаження, опір якого $R_{Н1}$.

Далі підключена наступна лінія електропередачі, опір якої $R_{Л2}$.

Наприкінці другої лінії електропередачі підключене навантаження, опір якого $R_{Н2}$.

Для вимірювання сил електричних струмів генераторів передбачені амперметри. На початку і наприкінці першої лінії електропередачі установлені вольтметри. Вольтметр також установлений наприкінці другої лінії електропередачі.

Кожне навантаження включене через вимикач.

Завдання

1. Скласти принципову електричну схему описаного електричного кола. Окремі елементи кола виділити жирними лініями, а їх з'єднуючі проводи – тонкими лініями. Позначити номери проводів.
2. Скласти розрахункову схему електричного кола, прийнявши наступні допущення:
 - опори прямого і зворотнього проводів лінії електропередачі зосередити в одному місці;
 - опорами проводів, які з'єднують елементи кола, зневажити;
 - опором амперметра зневажити;
 - опір вольтметра прийняти рівним нескінченності.

3. Виконати розрахунок електричного кола:

- замінити опори ліній і навантажень одним еквівалентним опором R_E ;
- скласти рівняння за першим і другим законами Кірхгофа для розрахунку сил електричних струмів еквівалентної схеми і розрахувати їх;
- визначити напругу на затисках генератора;
- визначити силу електричного струму в першій лінії електропередачі;
- визначити напругу на затисках першого навантаження;
- визначити силу електричного струму в другій лінії електропередачі;
- визначити напругу на затисках другого навантаження;
- визначити сумарну потужність, яка розвивається генераторами;
- визначити сумарні втрати потужності в генераторах;
- визначити сумарні втрати потужності в лініях електропередачі;
- визначити потужності, які споживає кожне навантаження;
- визначити коефіцієнт корисної дії першої лінії електропередачі;
- визначити коефіцієнт корисної дії другої лінії електропередачі;
- визначити коефіцієнт корисної дії першого генератора;
- визначити коефіцієнт корисної дії другого генератора.

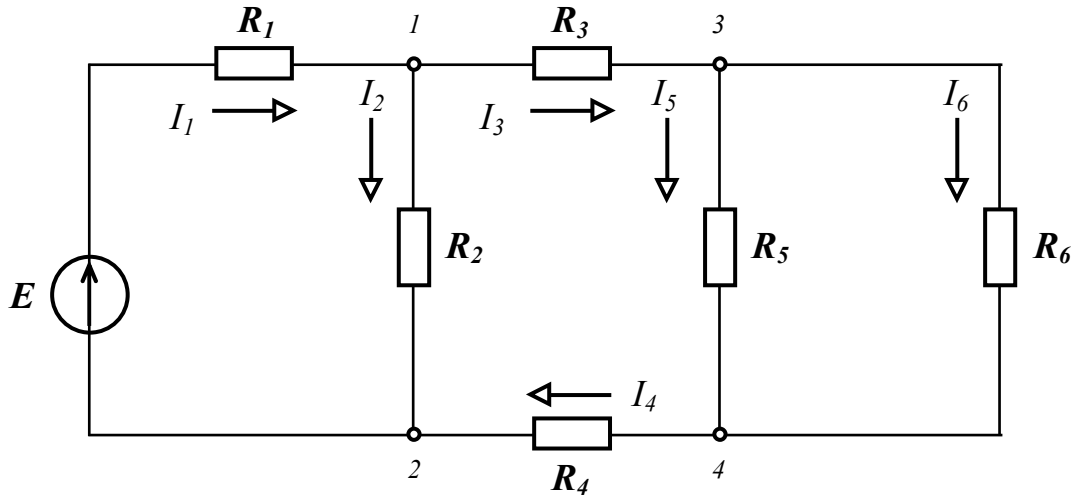
**Варіанти вихідних даних до тематичного комплексного
кваліфікаційного завдання**

Таблиця 2.11

Варіанти	Вихідні дані							
	$E_1,$ <i>B</i>	$R_{B1},$ <i>Ом</i>	$E_2,$ <i>B</i>	$R_{B2},$ <i>Ом</i>	$R_{Л1},$ <i>Ом</i>	$R_{Л2},$ <i>Ом</i>	$R_{Н1},$ <i>Ом</i>	$R_{Н2},$ <i>Ом</i>
1	60	1	80	1	1	1,5	2	0,5
2	60	1	80	1	0,5	2	3	1
3	120	1	160	1	1	1,5	2	0,5
4	120	1	160	2	0,5	2	3	1
5	180	1	189	1	1	0,5	5	7
6	180	1	189	1	1	1	6	5
7	110	1	120	2	1,25	1	6	9
8	110	1	120	2	2,5	1,5	5	3,5
9	110	1	120	1	0,5	2	3	1
10	90	1,5	120	1,5	1,5	1	3	2
11	90	1,5	120	1,5	1,5	2	3	1
12	145	0,5	175	3	1,25	9	6	1
13	145	0,5	175	3	1,25	1	6	9
14	90	1,5	120	1,5	1	4	3	2
15	110	1	120	1	0,5	2	3	1

Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь

Умова. Задана розрахункова схема розгалуженого кола:



$E = 220 \text{ В}; R_1 = 15 \text{ Ом}; R_2 = 10 \text{ Ом}; R_3 = 4 \text{ Ом}; R_4 = 4 \text{ Ом}; R_5 = 3 \text{ Ом}; R_6 = 6 \text{ Ом}.$

Частина 1.

Завдання 1. Визначити еквівалентний опір схеми включення опорів R_6 і R_5 .

Завдання 2. Визначити еквівалентний опір схеми включення опорів R_6 , R_5 , R_4 і R_3 .

Завдання 3. Визначити еквівалентний опір схеми включення опорів R_6 , R_5 , R_4 , R_3 і R_2 .

Завдання 4. Визначити еквівалентний опір схеми включення усіх опорів.

Завдання 5. Визначити значення сили струму I_1 в амперах.

Частина 2.

Завдання 6. Визначити значення сили струму I_2 в амперах.

Завдання 7. Визначити значення сили струму I_3 в амперах.

Завдання 8. Визначити значення напруги U_{34} в вольтах.

Частина 3.

Завдання 9. Визначити значення потужності, що виділяється в опорі R_6 , в ватах.

Завдання 10. Визначити значення потужності, що виділяється в усіх опорах одночасно, в ватах.

ТЕМА 3
НЕРОЗГАЛУЖЕНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА
ЗМІННОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ

*Завдання інформаційно – репродуктивного і
практично - стереотипного характеру*

3.1. Основні фізичні поняття.

Таблиця 3.1

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	У чому суть явища електромагнетизму?	
2.	Сформулюйте закон електромагнетизму.	
3.	Виконайте математичний запис закону електромагнетизму.	
4.	Котушка, яка складається зі 200 витків, має індуктивність 0,2 Гн , по котушці протікає електричний струм $i = 10 \sin \omega t, A$. Визначити магнітний потік усередині котушки в веберах.	
5.	У чому суть явища електромагнітної індукції?	
6.	Сформулюйте закон електромагнітної індукції.	
7.	Виконайте математичний запис закону електромагнітної індукції.	
8.	Приведіть приклад використання явища електромагнітної індукції в техніці.	
9.	Виконайте математичний запис вираження миттєвої синусоїдальної електрорушійної сили.	
10.	Котушка, яка має 500 витків, пронизується магнітним потоком $\phi = 0,004 \sin \omega t \text{ Вб}$, $\omega = 314 \text{ с}^{-1}$. Визначити електрорушійну силу, яка наводиться в котушці в вольтах.	
11.	Виконайте математичний запис вираження миттєвої напруги на затискачах ідеального генератора.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 16$.

Таблиця 3.1а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$628 \sin (\omega t - 90^\circ)$.
2.	Якщо провідний контур пронизується змінним магнітним потоком, то в контурі індукуюється (наводиться) електрорушійна сила.
3.	При конструюванні генераторів, трансформаторів, електричних двигунів, електромагнітних реле.
4.	$e = -w \frac{d\Phi}{dt}$.
5.	Потокозчеплення електричної котушки прямо пропорційно силі електричного струму й індуктивності котушки.
6.	$U_m \cdot \sin \omega t$.
7.	$0,01 \sin \omega t$.
8.	$\psi = w \cdot \Phi = L \cdot i$.
9.	Значення електрорушійної сили, яка наводиться в контурі, прямо пропорційно кількості витків контуру і швидкості зміни магнітного потоку.
10.	При протіканні по провіднику електричного струму навколо останнього утворюється магнітне поле.
11.	$E_m \cdot \sin \omega t$.

3.1. Основні фізичні поняття.

Таблиця 3.2

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Що розуміється під синусоїдальним електричним струмом?	
2.	Виконайте математичний запис вираження миттєвого синусоїдального електричного струму.	
3.	Що таке амплітуда синусоїдального електричного струму?	
4.	Що таке частота синусоїдального електричного струму?	
5.	Що таке період синусоїдального електричного струму?	
6.	Запишіть вираз для розрахунку кругової частоти синусоїдального електричного струму.	
7.	Що таке початкова фаза синусоїдального електричного струму?	
8.	Як зобразити синусоїдальний електричний струм за допомогою радіус-вектора?	
9.	Що таке діюче значення синусоїдального електричного струму?	
10.	Запишіть вираз для розрахунку діючого значення синусоїдального електричного струму.	
<p>У колі протікає синусоїдальний електричний струм $i = 14,1 \sin(\omega t + 50^\circ)$ А. Частота струму дорівнює $f = 50$ Гц.</p>		
11.	Визначте період синусоїдального електричного струму в секундах.	
12.	Визначте кругову частоту синусоїдального електричного струму в радіанах поділених на секунду.	
13.	Запишіть амплітудне значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
14.	Запишіть миттєву фазу синусоїдального електричного струму.	
15.	Запишіть початкову фазу синусоїдального електричного струму.	
16.	Визначте діюче значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
17.	Визначте миттєве значення синусоїдального електричного струму в амперах при $t = \frac{3 \cdot T}{12}$.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{іаò}} = 57$.

Таблиця 3.2а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$\frac{I_m}{\sqrt{2}}$.
2.	$(\omega t + 50^\circ)$.
3.	314.
4.	Число періодів синусоїдального електричного струму за одиницю часу.
5.	Амплітудне значення синусоїдного електричного струму в обраному масштабі відкладається у вигляді відрізка прямої під кутом до осі відліку, який дорівнює початковій фазі.
6.	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$.
7.	9,08.
8.	Час одного повного коливання синусоїдального електричного струму.
9.	Еквівалентний постійний струм, при дії якого в провіднику за період виділиться така ж кількість тепла, як і при дії синусоїдного електричного струму.
10.	Електричний струм, який змінюється в часі за синусоїдним законом.
11.	0,02.
12.	Максимальне значення синусоїдального електричного струму.
13.	14,1.
14.	$I_m \cdot \sin \omega t$.
15.	50°.
16.	10.
17.	Кут відхилення рамки с синусоїдальним електричним струмом в початковий в момент часу, при $t = 0$.

3.2. Коло змінного синусоїдного струму з резистором.

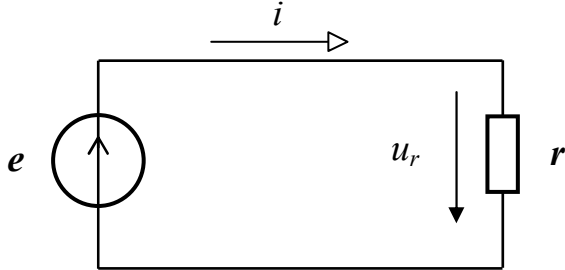
Таблиця 3.3

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Опишіть фізичні явища, які спостерігаються в резисторі в колі змінного синусоїдального струму.	
2.	Наведіть розрахункову схему кола змінного синусоїдального струму з ідеальним генератором і резистором.	
3.	Запишіть математичний зв'язок між миттєвою напругою, миттєвим струмом та активним опором.	
4.	Виконайте математичний запис закону Ома для максимальних значень напруги і струму на ділянці кола з резистором.	
5.	Виконайте математичний запис закону Ома для діючих значень напруги і струму на ділянці кола з резистором.	
6.	Запишіть математичний вираз миттєвої напруги на активному опорі, прийнявши, що початкова фаза дорівнює нулю.	
7.	Запишіть математичний вираз миттєвого струму в активному опорі для зазначеної вище напруги.	
8.	Що розуміється під кутом зсуву фаз?	
9.	Чому дорівнює кут зсуву фаз на ділянці кола з резистором?	
10.	Запишіть математичний вираз миттєвої потужності в резисторі.	
11.	Що розуміється під активною потужністю?	
12.	Запишіть математичний вираз для визначення активної потужності ділянки кола з резистором.	
До резистора підведена напруга $u = 537,4 \sin(\omega t + 40^\circ) \text{ В}$. Активний опір резистора $r = 76 \text{ Ом}$.		
13.	Визначте максимальне значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
14.	Визначте початкову фазу синусоїдального електричного струму.	
15.	Запишіть математичний вираз миттєвого струму в активному опорі.	
16.	Визначте діюче значення синусоїдального електричного струму в амперах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
17.	Визначте активну потужність ділянки кола з резистором у ватах.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 47$.

Таблиця 3.3а

Номер відповіді	Відповіді
1.	40°.
2.	
3.	1900.
4.	$U_{rm} \cdot \sin \cdot \omega \cdot t$.
5.	5.
6.	$\frac{U_{rm}}{r}$.
7.	7,07.
8.	Середнє значення потужності за період.
9.	$r \cdot I^2$.
10.	$7,07 \cdot \sin \cdot (\omega \cdot t + 40^\circ)$.
11.	Абсолютне значення різниці початкових фаз напруги і струму.
12.	$\varphi = \psi_{ur} - \psi_i = 0$.
13.	$I_m \sin \cdot \omega t$.
14.	– явище електричного струму; – явище теплової дії електричного струму.
15.	$P \cdot (1 - \cos \cdot 2 \cdot \omega \cdot t)$.
16.	$\frac{U_r}{r}$.
17.	$i = \frac{u_r}{r}$.

3.3. Коло змінного синусоїдного струму з ідеальною котушкою.

Таблиця 3.4

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Опишіть фізичні явища, які спостерігаються в ідеальній котушці в колі синусоїдного струму.	
2.	Складіть розрахункову схему кола з ідеальним генератором і ідеальною котушкою.	
3.	Запишіть математичний зв'язок між миттєвою напругою, миттєвим струмом і індуктивністю в ідеальній котушці.	
4.	Запишіть математичний вираз для визначення індуктивного опору ідеальної котушки.	
5.	Виконайте математичний запис закону Ома для максимальних значень напруги і струму на ділянці кола з індуктивністю.	
6.	Виконайте математичний запис закону Ома для діючих значень напруги і струму на ділянці кола з індуктивністю.	
7.	Запишіть математичний вираз миттєвого струму в індуктивності, прийнявши, що його початкова фаза дорівнює нулю.	
8.	Запишіть математичний вираз миттєвої напруги на індуктивності для зазначеного вище струму.	
9.	Чому дорівнює кут зсуву фаз в індуктивності?	
10.	Запишіть математичний вираз миттєвої потужності в індуктивності.	
11.	Чому дорівнює активна потужність в індуктивності?	
12.	Запишіть математичний вираз для визначення реактивної потужності в індуктивності.	
<p>До ідеальної котушки підведена напруга $u = 282 \sin(\omega t + 40^\circ) \text{ В}$. Індуктивність котушки дорівнює $127,4 \text{ мГн}$. Частота струму в колі $f = 50 \text{ Гц}$.</p>		

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
13.	Визначте реактивний опір ідеальної котушки в омах.	
14.	Визначте максимальне значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
15.	Визначте початкову фазу синусоїдального електричного струму.	
16.	Запишіть математичний вираз миттєвого струму в ідеальній котушці.	
17.	Визначте діюче значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
18.	Визначте реактивну потужність ідеальної котушки в вольт-амперах реактивних.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 75$.

Таблиця 3.4а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$x_L \cdot I^2$.
2.	
3.	7,07.
4.	$U_{Lm} \cdot \sin(\omega \cdot t + 90^\circ)$.
5.	$7,07 \cdot \sin(\omega \cdot t - 50^\circ)$.
6.	$x_L \cdot I^2 \cdot \sin 2 \cdot \omega \cdot t$.
7.	-50° .
8.	$\omega \cdot L$.
9.	1000.
10.	$\frac{U_L}{x_L}$.
11.	$P = \frac{1}{T} \int_0^T p_L \cdot dt = 0$.
12.	<ul style="list-style-type: none"> – явище електричного струму; – явище електромагнетизму; – явище електромагнітної індукції.
13.	40.
14.	$u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$.
15.	$I_m \sin \omega \cdot t$.
16.	$\frac{U_{Lm}}{x_L}$.
17.	5.
18.	90° .

3.4. Коло змінного синусоїдного струму з ідеальним конденсатором.

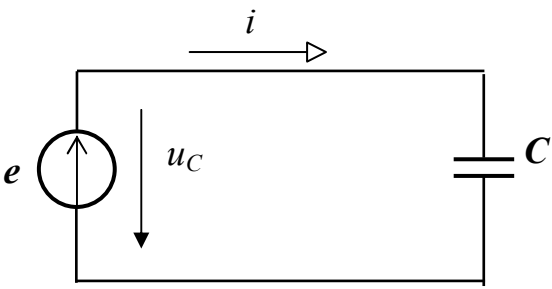
Таблиця 3.5

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Опишіть фізичні явища, які спостерігаються в ідеальному конденсаторі в колі синусоїдного струму.	
2.	Складіть розрахункову схему кола з ідеальним генератором і ідеальним конденсатором.	
3.	Запишіть математичний зв'язок між миттєвою напругою, миттєвим струмом і ємністю в ідеальному конденсаторі.	
4.	Запишіть математичний вираз для визначення ємнісного опору.	
5.	Виконайте математичний запис закону Ома для максимальних значень напруги і струму на ділянці кола з ємністю.	
6.	Виконайте математичний запис закону Ома для діючих значень напруги і струму на ділянці кола з ємністю.	
7.	Запишіть математичний вираз миттєвого струму в ємності, прийнявши, що його початкова фаза дорівнює нулю.	
8.	Запишіть математичний вираз миттєвої напруги на ємності для зазначеного вище струму.	
9.	Чому дорівнює кут зсуву фаз у ємності?	
10.	Запишіть миттєву потужність у ємності.	
11.	Чому дорівнює активна потужність у ємності?	
12.	Запишіть математичний вираз для визначення реактивної потужності у ємності.	
<p>До ідеального конденсатора підведена напруга $u = 282 \sin(\omega t + 40^\circ) \text{ В}$. Ємність конденсатора дорівнює $79,62 \text{ мкФ}$. Частота струму в колі $f = 50 \text{ Гц}$.</p>		

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
13.	Визначте ємнісний опір конденсатора в омах.	
14.	Визначте максимальне значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
15.	Визначте початкову фазу синусоїдального електричного струму.	
16.	Запишіть математичний вираз миттєвого струму в ідеальному конденсаторі.	
17.	Визначте діюче значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
18.	Визначте реактивну потужність ідеального конденсатора у вольт-амперах реактивних.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 33$.

Таблиця 3.5а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$I_m \sin \omega \cdot t .$
2.	
3.	$7,07 \cdot \sin \cdot (\omega \cdot t + 130^\circ) .$
4.	$P = \frac{1}{T} \int_0^T p_C \cdot dt = 0 .$
5.	7,07.
6.	$x_C \cdot I^2 \cdot \sin 2\omega \cdot t .$
7.	130°.
8.	$\frac{1}{\omega \cdot C} .$
9.	1000.
10.	$\frac{U_C}{x_C} .$
11.	$U_{Cm} \cdot \sin (\omega \cdot t - 90^\circ) .$
12.	– явище електричного струму; – явище перезарядки обкладок конденсатора.
13.	40.
14.	$\frac{1}{C} \cdot \int i \cdot dt .$
15.	$x_C \cdot I^2 .$
16.	$\frac{U_{Cm}}{x_C} .$
17.	5.
18.	$90^\circ .$

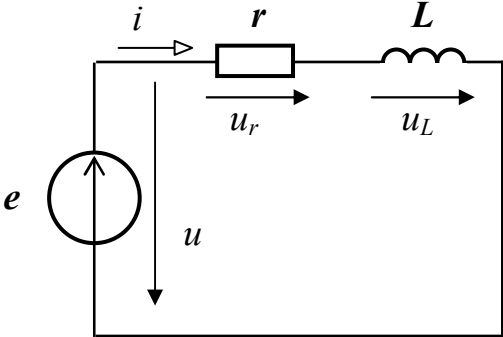
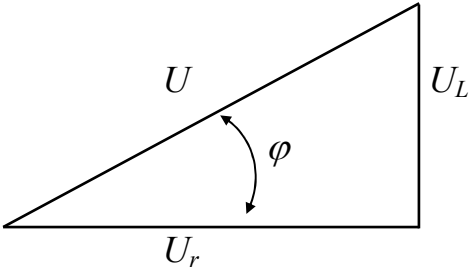
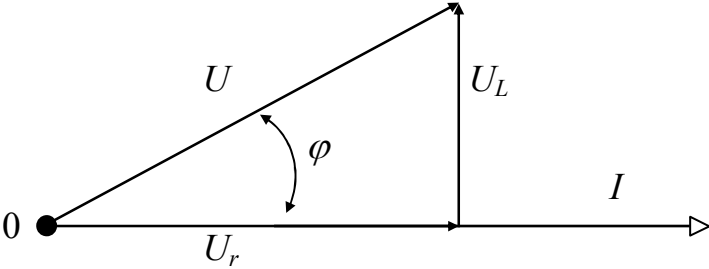
3.5. Реальна котушка в колі змінного синусоїдного струму.

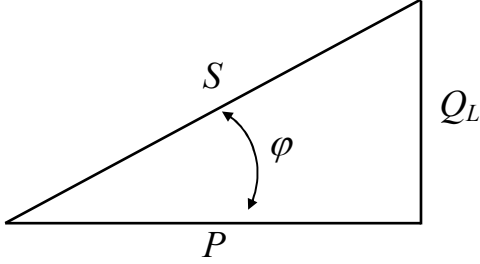
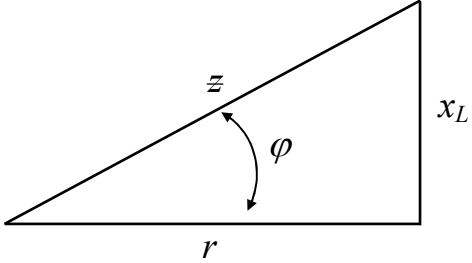
Таблиця 3.6

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Опишіть фізичні явища, які спостерігаються в реальній котушці в колі змінного синусоїдного струму.	
2.	Складіть розрахункову схему кола з ідеальним генератором і реальною котушкою.	
3.	Складіть рівняння електричної рівноваги кола синусоїдного струму з реальною котушкою.	
4.	Запишіть вираз миттєвого струму в колі, прийнявши, що його початкова фаза дорівнює нулю.	
5.	Отримайте вираз миттєвої напруги на затисках кола, підставивши в рівняння електричної рівноваги вираз миттєвого струму в колі.	
6.	Побудуйте векторну діаграму струму і напруг кола (для діючих значень).	
7.	Запишіть вираз миттєвої напруги на затисках кола, використовуючи векторну діаграму, з урахуванням кута зсуву фаз.	
8.	Побудуйте трикутник діючих значень напруг реальної котушки.	
9.	Перетворіть трикутник напруг у трикутник опорів, використовуючи закон Ома.	
10.	Установіть зв'язок між параметрами реальної котушки, використовуючи трикутник опорів.	
11.	Запишіть математичний вираз для визначення кута зсуву фаз реальної котушки за допомогою її параметрів.	
12.	Отримайте з трикутника опорів трикутник потужностей і побудуйте його.	
13.	Установіть зв'язок між потужностями реальної котушки, використовуючи трикутник потужностей.	
14.	Дайте визначення коефіцієнта потужності реальної котушки.	
15.	Запишіть визначальну формулу коефіцієнта потужності реальної котушки.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 32$.

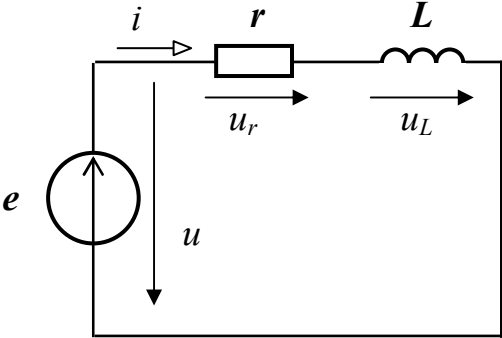
Таблиця 3.6а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$\sqrt{r^2 + x_L^2}$.
2.	
3.	$\frac{P}{S}$.
4.	
5.	$\sqrt{P^2 + Q_L^2}$.
6.	
7.	$\arccos \frac{r}{Z}$.
8.	$I_m \sin \cdot \omega \cdot t$.

Номер відповіді	Відповіді
9.	 $P = r \cdot I^2;$ $Q_L = x_L \cdot I^2;$ $S = z \cdot I^2.$
10.	<ul style="list-style-type: none"> – явище електричного струму; – явище теплової дії електричного струму – явище електромагнетизму; – явище електромагнітної індукції.
11.	$U_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \psi_i + \varphi).$
12.	 $U_r = r \cdot I;$ $U_L = x_L \cdot I;$ $U = z \cdot I.$
13.	$r \cdot I_m \cdot \sin \omega \cdot t + \omega \cdot L \cdot I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + 90^\circ).$
14.	Відношення активної потужності до повної.
15.	$u = r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt}.$

3.5. Реальна котушка в колі змінного синусоїдного струму.

Таблиця 3.7

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: напруга на затисках ідеального генератора $u = 282,8 \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ В}$; параметри реальної котушки – активний опір $r = 12 \text{ Ом}$ та індуктивність $L = 50,96 \text{ мГн}$. Частота струму в колі $f = 50 \text{ Гц}$.</p> 		
1.	Визначте індуктивний опір котушки в омах.	
2.	Визначте повний опір котушки в омах.	
3.	Визначте кут зсуву фаз котушки.	
4.	Запишіть математичне вираз для визначення початкової фази синусоїдального електричного струму і визначте її.	
5.	Визначте амплітуду синусоїдального електричного струму в котушці в амперах	
6.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в колі.	
7.	Розрахуйте амплітудне значення напруги на активному опорі в вольтах.	
8.	Запишіть математичний вираз миттєвої напруги на активному опорі.	
9.	Розрахуйте амплітудне значення напруги на індуктивному опорі в вольтах.	
10.	Визначте початкову фазу напруги на індуктивному опорі.	
11.	Запишіть математичний вираз миттєвої напруги на індуктивному опорі.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
12.	Розрахуйте діюче значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
13.	Розрахуйте активну потужність реальної котушки у ватах.	
14.	Розрахуйте реактивну потужність реальної котушки в вольт-амперах реактивних.	
15.	Розрахуйте повну потужність реальної котушки в вольт-амперах.	
16.	Визначте коефіцієнт потужності реальної котушки.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = -18$.

Таблиця 3.7а

Номер відповіді	Відповіді
1.	10.
2.	169,68.
3.	1200.
4.	97°.
5.	226,24·sin($\omega \cdot t + 97^\circ$).
6.	2000.
7.	7°.
8.	226,24.
9.	169,68·sin($\omega \cdot t + 7^\circ$).
10.	14,14.
11.	14,14·sin($\omega \cdot t + 7^\circ$).
12.	16.
13.	53°.
14.	0,6.
15.	20.
16.	1600.

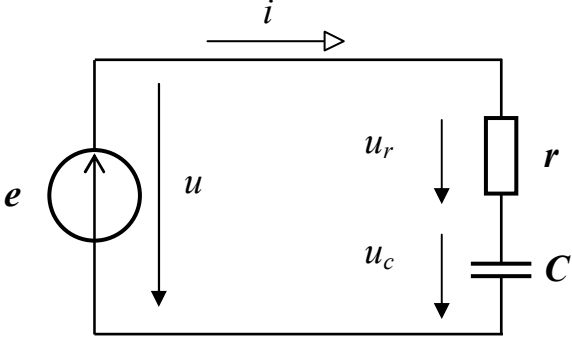
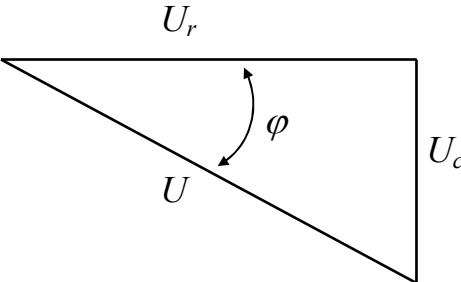
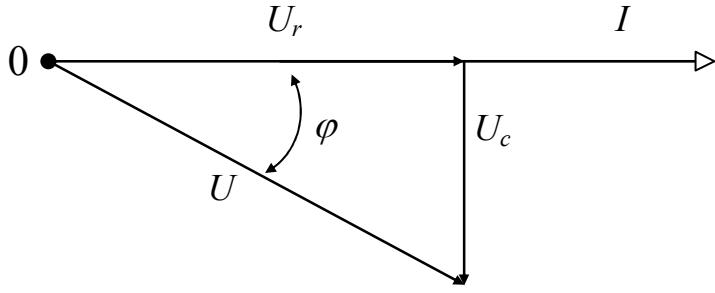
3.6. Коло змінного синусоїдного струму з резистором і конденсатором.

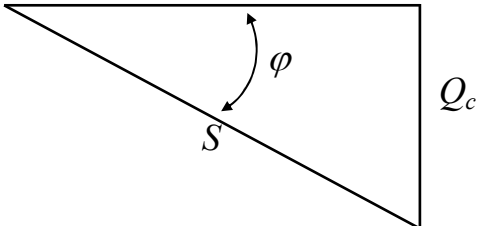
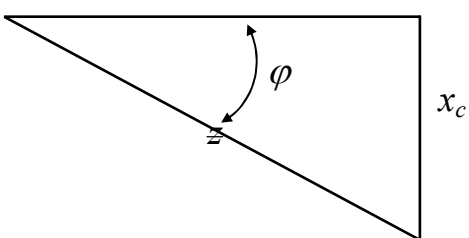
Таблиця 3.8

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Наведіть розрахункову схему кола змінного струму з ідеальним генератором і послідовно з'єднаними резистором та ідеальним конденсатором.	
2.	Складіть рівняння електричного рівноваги для цього кола електричного струму.	
3.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в колі, прийнявши, що його початкова фаза дорівнює нулю.	
4.	Отримайте вираз миттєвої напруги на затисках кола, підставивши в рівняння електричної рівноваги вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в колі.	
5.	Побудуйте векторну діаграму струму і напруг кола (для діючих значень).	
6.	Запишіть вираз миттєвої напруги на затисках кола, використовуючи векторну діаграму, з урахуванням кута зсуву фаз.	
7.	Побудуйте трикутник діючих значень напруг для даного кола.	
8.	Перетворіть трикутник напруг у трикутник опорів, використовуючи закон Ома.	
9.	Установіть зв'язок між параметрами кола, використовуючи трикутник опорів.	
10.	Запишіть математичний вираз для визначення кута зсуву фаз за допомогою параметрів кола.	
11.	Отримайте з трикутника опорів трикутник потужностей і побудуйте його.	
12.	Встановіть математичну зв'язок між активною потужністю, реактивною потужністю і повною потужністю, використовуючи трикутник потужностей.	
13.	Дайте визначення коефіцієнта потужності.	
14.	Запишіть визначальну формулу коефіцієнта потужності.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 1$.

Таблиця 3.8а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$r \cdot i + \frac{1}{C} \cdot \int i \cdot dt$
2.	
3.	$\frac{P}{S}$
4.	
5.	$\sqrt{P^2 + Q_C^2}$
6.	
7.	$\arccos \frac{r}{Z}$
8.	$I_m \sin \omega \cdot t$

Номер відповіді	Відповіді
9.	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;">  <div style="text-align: right;"> $P = r \cdot I^2;$ $Q_c = x_c \cdot I^2;$ $S = z \cdot I^2.$ </div> </div>
10.	$U_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \psi_i - \varphi).$
11.	$\sqrt{r^2 + x_c^2}.$
12.	$r \cdot I_m \cdot \sin \omega \cdot t + \frac{1}{\omega \cdot C} \cdot I_m \cdot \sin(\omega \cdot t - 90^\circ).$
13.	Відношення активної потужності до повної.
14.	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;">  <div style="text-align: right;"> $U_r = r \cdot I;$ $U_c = x_c \cdot I;$ $U = z \cdot I.$ </div> </div>

3.6. Коло змінного синусоїдного струму з резистором і конденсатором.

Таблиця 3.9

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: напруга на затисках ідеального генератора $u = 282,8 \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ В}$, активний опір резистора $r = 12 \text{ Ом}$ та ємність конденсатора $C = 199,04 \text{ мкФ}$. Частота струму в колі $f = 50 \text{ Гц}$.</p> 		
1.	Визначте ємнісний опір конденсатора в омах.	
2.	Визначте повний опір кола в омах.	
3.	Визначте кут зсуву фаз кола.	
4.	Запишіть математичне вираз для визначення початкової фази синусоїдального електричного струму i і визначте її.	
5.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в амперах	
6.	Запишіть миттєве значення синусоїдального електричного струму в колі.	
7.	Розрахуйте амплітудне значення напруги на активному опорі в вольтах.	
8.	Визначте початкову фазу напруги на активному опорі.	
9.	Запишіть математичне вираз миттєвого напруги на активному опорі.	
10.	Розрахуйте амплітудне значення напруги на ємності в вольтах.	
11.	Визначте початкову фазу напруги на ємності.	
12.	Запишіть математичне вираз миттєвої напруги на ємності.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
13.	Розрахуйте діюче значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
14.	Розрахуйте активну потужність електричного кола у ватах.	
15.	Розрахуйте реактивну потужність електричного кола в вольт-амперах реактивних.	
16.	Розрахуйте повну потужність електричного кола в вольт-амперах.	
17.	Визначте коефіцієнт потужності електричного кола.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 41$.

Таблиця 3.9а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$14,14 \cdot \sin(\omega \cdot t + 83^\circ)$.
2.	169,68.
3.	1600.
4.	83° .
5.	1200.
6.	$226,24 \cdot \sin(\omega \cdot t - 7^\circ)$.
7.	2000.
8.	83° .
9.	226,24.
10.	$169,68 \cdot \sin(\omega \cdot t + 83^\circ)$.
11.	14,14.
12.	-7° .
13.	16.
14.	53° .
15.	0,6.
16.	20.
17.	10.

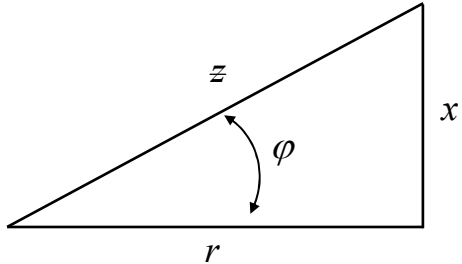
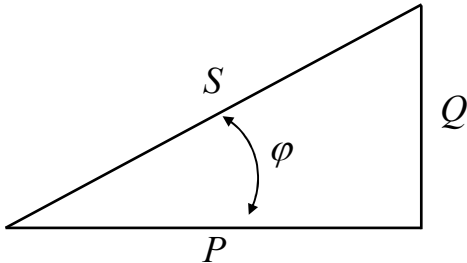
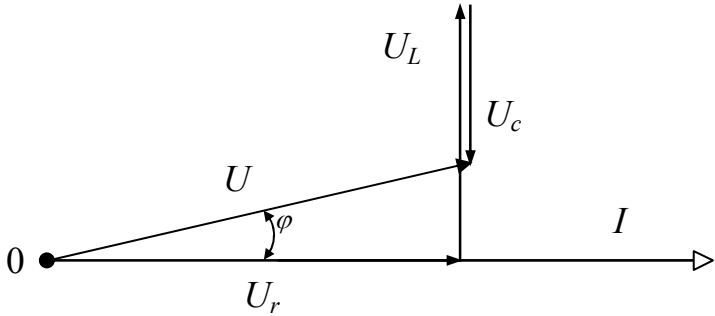
3.7. Коло змінного синусоїдного струму з послідовно з'єднаними котушкою і конденсатором.

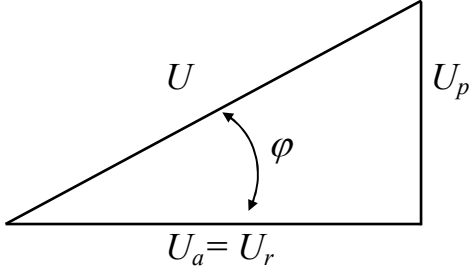
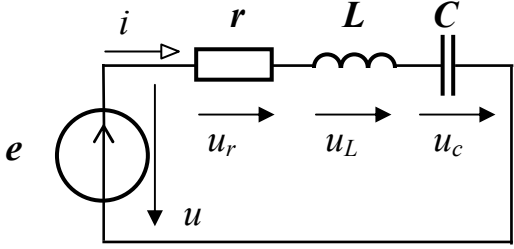
Таблиця 3.10

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Складіть розрахункову схему кола з ідеальним генератором, реальною котушкою й ідеальним конденсатором.	
2.	Складіть рівняння електричної рівноваги кола синусоїдного струму з реальною котушкою й ідеальним конденсатором.	
3.	Запишіть вираз миттєвого струму в колі, прийнявши, що його початкова фаза дорівнює нулю.	
4.	Запишіть вираз миттєвої напруги на затисках кола, підставивши в рівняння електричної рівноваги вираз миттєвого струму в колі.	
5.	Побудуйте векторну діаграму струму і напруг кола (для діючих значень).	
6.	Запишіть вираз миттєвої напруги на затисках кола, використовуючи векторну діаграму, з урахуванням кута зсуву фаз.	
7.	Побудуйте трикутник діючих значень напруг кола.	
8.	Запишіть визначальну формулу реактивної складової напруги даного кола.	
9.	Перетворіть трикутник напруг у трикутник опорів, використовуючи закон Ома.	
10.	Запишіть визначальну формулу реактивної складової опору даного кола.	
11.	Встановіть математичний зв'язок між активним опором, реактивним опором і повним опором даного кола, використовуючи трикутник опорів.	
12.	Запишіть визначальну формулу кута зсуву фаз за допомогою параметрів даного кола.	
13.	Одержіть з трикутника опорів трикутник потужностей і побудуйте його.	
14.	Запишіть визначальну формулу реактивної складової потужності даного кола.	
15.	Встановіть математичний зв'язок між активною потужністю, реактивною потужністю і повною потужністю даного кола, використовуючи трикутник потужностей.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 26$.

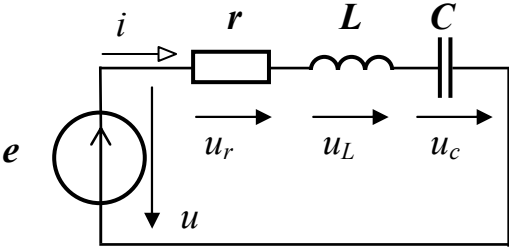
Таблиця 3.10а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$r \cdot I_m \cdot \sin \omega \cdot t + \omega \cdot L \cdot I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + 90^\circ) + \frac{1}{\omega \cdot C} \cdot I_m \cdot \sin(\omega \cdot t - 90^\circ).$
2.	$\sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_c)^2}.$
3.	$u = r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \cdot \int i \cdot dt.$
4.	 $U_r = r \cdot I;$ $U_p = x_p \cdot I;$ $U = z \cdot I.$
5.	$U_L - U_c.$
6.	 $P = r \cdot I^2;$ $Q = x \cdot I^2;$ $S = z \cdot I^2.$
7.	$U_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \psi_i + \varphi).$
8.	
9.	$x_L - x_c.$
10.	$Q_L - Q_c.$

Номер відповіді	Відповіді
11.	
12.	$\arccos \frac{r}{Z}$
13.	$I_m \sin \omega \cdot t.$
14.	
15.	$\sqrt{r^2 + x^2} = \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}.$

3.7. Коло змінного синусоїдного струму з послідовно з'єднаними котушкою і конденсатором.

Таблиця 3.11

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: напруга на затисках ідеального генератора $u = 141,4 \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ В}$, активний опір катушки $r = 16 \text{ Ом}$, індуктивність катушки $L = 79,62 \text{ мГн}$, ємність конденсатора $C = 244,98 \text{ мкФ}$. Частота струму у колі $f = 50 \text{ Гц}$.</p> 		
1.	Визначте індуктивний опір катушки в омах.	
2.	Визначте ємнісний опір конденсатора в омах.	
3.	Визначте реактивний опір електричного кола в омах.	
4.	Визначте повний опір електричного кола в омах.	
5.	Визначте кут зсуву фаз електричного кола.	
6.	Запишіть математичне вираз для визначення початкової фази синусоїдального електричного струму і визначте її.	
7.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
8.	Запишіть миттєве значення синусоїдального електричного струму в електричному колі.	
9.	Розрахуйте амплітудне значення напруги на активному опорі в вольтах.	
10.	Визначте початкову фазу напруги на активному опорі.	
11.	Запишіть математичний вираз миттєвої напруги на активному опорі.	
12.	Розрахуйте амплітудне значення напруги на індуктивності електричного кола в вольтах.	
13.	Визначте початкову фазу напруги на індуктивності електричного кола.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
14.	Запишіть математичний вираз миттєвої напруги на індуктивності електричного кола.	
15.	Розрахуйте амплітудне значення напруги на ємності кола в вольтах.	
16.	Визначте початкову фазу напруги на ємності електричного кола.	
17.	Запишіть математичний вираз миттєвої напруги на ємності кола.	
18.	Розрахуйте діюче значення синусоїдального електричного струму в амперах.	
19.	Розрахуйте активну потужність електричного кола у ватах.	
20.	Розрахуйте реактивну потужність індуктивності електричного кола в вольт-амперах реактивних.	
21.	Розрахуйте реактивну потужність ємності електричного кола в вольт-амперах реактивних.	
22.	Розрахуйте реактивну потужність електричного кола в вольт-амперах реактивних.	
23.	Розрахуйте повну потужність електричного кола в вольт-амперах.	
24.	Визначте коефіцієнт потужності електричного кола.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 58$.

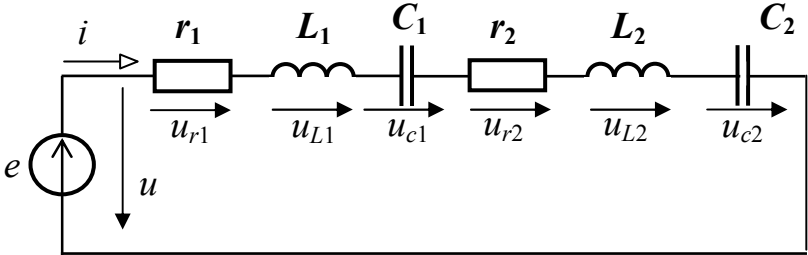
Таблиця 3.11а

Номер відповіді	Відповіді
1.	176,75.
2.	20.
3.	-7°.
4.	13.
5.	$7,07 \cdot \sin(\omega \cdot t - 7^\circ)$.
6.	-7°.
7.	$113,12 \cdot \sin(\omega \cdot t - 7^\circ)$.
8.	37°.
9.	83°.
10.	12.
11.	7,07.
12.	25.
13.	113,12.
14.	-97°.
15.	0,8.
16.	$176,75 \cdot \sin(\omega \cdot t + 83^\circ)$.
17.	300.
18.	625.
19.	325.
20.	5.
21.	400.
22.	$91,9 \cdot \sin(\omega \cdot t - 97^\circ)$.
23.	500.
24.	91,9.

3.8. Резонанс напруг.

3.9. Загальний випадок кола змінного синусоїдального струму.

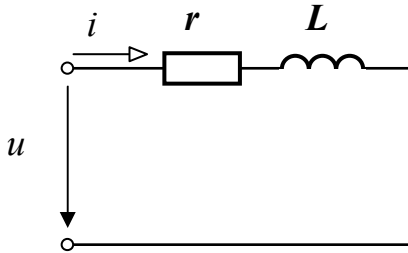
Таблиця 3.12

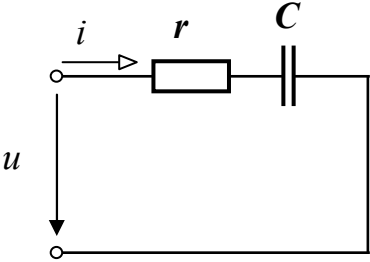
Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Що розуміється під резонансом напруг?	
2.	Запишіть умови виникнення резонансу напруг.	
3.	Запишіть математичний вираз для розрахунку резонансної частоти.	
4.	Дайте характеристику режиму резонанса напруг.	
5.	Укажіть негативні наслідки резонансу напруг.	
6.	<p>До джерела синусоїдної напруги підключені послідовно з'єднані реальна котушка и ідеальний конденсатор. Активний опір кола дорівнює 20 Ом, індуктивність катушки дорівнює 25,4 мГн, ємність конденсатора дорівнює 244,98 мкФ. Визначити резонансну частоту для цього кола.</p>	
<p>На розрахунковій схемі електричного кола приведено: е.д.с. ідеального синусоїдального джерела e; активні опори r_1, r_2, r_3; індуктивності L_1, L_2; ємності C_1, C_2; сила синусоїдального електричного струму i; напруга на затискачах джерела u; падіння напруги на відповідних елементах електричного кола $u_{r1}, u_{r2}, u_{L1}, u_{L2}, u_{c1}, u_{c2}$.</p> 		
7.	Запишіть математичний вираз для розрахунку еквівалентного активного опору електричного кола.	
8.	Запишіть математичний вираз для розрахунку еквівалентного індуктивного опору електричного кола.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
9.	Запишіть математичний вираз для розрахунку еквівалентного ємнісного опору електричного кола.	
10.	Запишіть математичний вираз для розрахунку еквівалентного реактивного опору електричного кола.	
11.	Який характер має реактивний опір кола при $x_L > x_c$?	
12.	Складіть еквівалентну розрахункову схему електричного кола при $x_L > x_c$.	
13.	Який характер має реактивний опір кола при $x_L < x_c$?	
14.	Складіть еквівалентну розрахункову схему електричного кола при $x_L < x_c$.	
15.	Запишіть математичний вираз для визначення кута зсуву фаз електричного кола.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 34$.

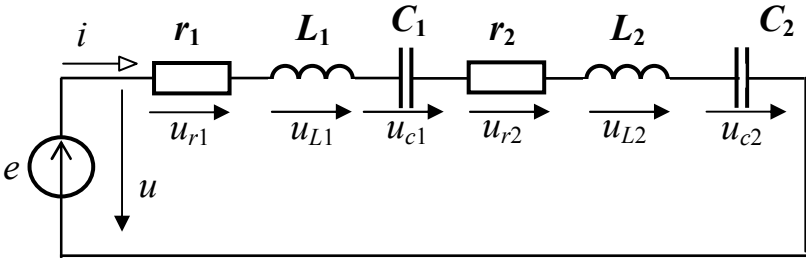
Таблиця 3.12а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$x_L - x_C$.
2.	400,88 1/с.
3.	$\arccos \frac{r}{Z}$.
4.	$x_{L1} + x_{L2}$.
5.	
6.	Реактивний опір носить індуктивних характер, синусоїдальний електричний струм кола відстає по фазі від напруги на затисках кола.
7.	Реактивний опір носить ємнісний характер, синусоїдальний електричний струм кола випереджає по фазі напругу на затисках кола.
8.	<ul style="list-style-type: none"> – еквівалентний повний опір кола дорівнює активному опору; – кут зсуву фаз кола дорівнює нулю; – коло споживає тільки активну потужність; – коло не споживає реактивної потужності; – прикладена напруга врівноважується напругою на активному опорі; – напруги на індуктивності та ємності рівні між собою; – між індуктивністю і ємністю йде безперервний обмін енергією: енергія електричного поля конденсатора переходить в енергію магнітного поля котушки і навпаки; при цьому сума миттєвих значень енергій в ємності та індуктивності залишається завжди постійною.
9.	$x_{C1} + x_{C2}$.
10.	Режим, при якому в нерозгалуженому колі с параметрами r , L , C напруга на індуктивності дорівнює напрузі на ємності.
11.	Індуктивний опір кола дорівнює ємнісному опору кола $x_L = x_C$ або $\omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}$.

Номер відповіді	Відповіді
12.	
13.	$r_1 + r_2 .$
14.	Напруга на котушці індуктивності і на ємності може в декілька разів перевищити робочу напругу установки і викликати пробій ізоляції.
15.	$\frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$

3.9. Загальний випадок кола змінного синусоїдального струму.

Таблиця 3.13

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відома напруга на затисках ідеального генератора $u = 282,8 \sin(\omega t + +30^\circ) \text{ В}$. Задані значення: активних опорів кола $r_1 = 2 \text{ Ом}$, $r_2 = 4 \text{ Ом}$; індуктивних опорів кола $x_{L1} = 15 \text{ Ом}$, $x_{L2} = 10 \text{ Ом}$; ємнісних опорів кола $x_{C1} = 9 \text{ Ом}$, $x_{C2} = 8 \text{ Ом}$. Частота струму у колі $f = 50 \text{ Гц}$.</p> 		
1.	Визначте еквівалентний активний опір електричного кола в омах.	
2.	Визначте еквівалентний індуктивний опір електричного кола в омах.	
3.	Визначте еквівалентний ємнісний опір електричного кола в омах.	
4.	Визначте реактивний опір даного електричного кола в омах.	
5.	Який характер має реактивний опір даного електричного кола?	
6.	Визначте повний опір даного електричного кола в омах.	
7.	Визначте кут зсуву фаз електричного кола.	
8.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в колі в амперах	
9.	Запишіть математичний вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в колі.	
10.	Розрахуйте діюче значення синусоїдального електричного струму в колі в амперах.	
11.	Розрахуйте активну потужність, яку споживає електричне коло в ватах.	
12.	Розрахуйте реактивну потужність індуктивності в електричному колі в вольт-амперах реактивних.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
13.	Розрахуйте реактивну потужність ємності в електричному колі в вольт-амперах реактивних.	
14.	Розрахуйте реактивну потужність даного електричного кола в вольт-амперах реактивних.	
15.	Розрахуйте повну потужність, яку споживає електричне коло в вольт-амперах.	
16.	Визначте коефіцієнт потужності електричного кола.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 40$.

Таблиця 3.13а

Номер відповіді	Відповіді
1.	20.
2.	10.
3.	3200.
4.	28,28.
5.	6800.
6.	25.
7.	2400.
8.	8.
9.	0,6.
10.	6.
11.	53°.
12.	4000.
13.	індуктивний характер.
14.	17.
15.	10000.
16.	28,28·sin($\omega \cdot t - 23^\circ$).

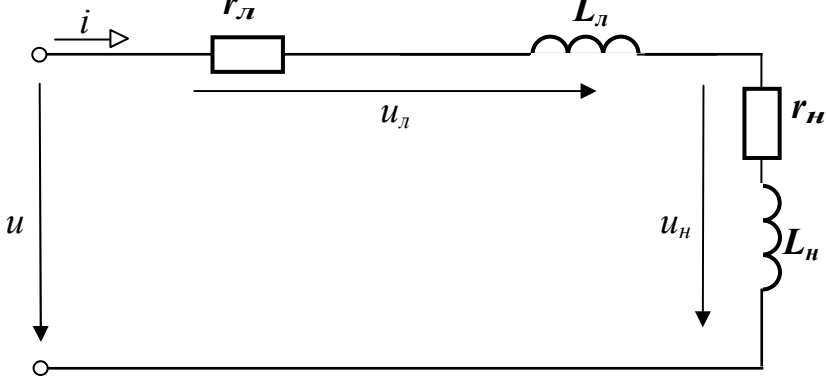
3.10 Лінія електропередачі.

Таблиця 3.14

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Опишіть фізичні явища, які спостерігаються в лінії електропередачі і навантаженні при живленні від джерела змінного синусоїдного струму.	
2.	Складіть розрахункову схему кола з лінією електропередачі і навантаженням.	
3.	Запишіть математичний вираз для розрахунку повного опору лінії електропередачі.	
4.	Запишіть математичний вираз для розрахунку еквівалентного активного опору електричного кола.	
5.	Запишіть математичний вираз для розрахунку еквівалентного реактивного опору електричного кола.	
6.	Запишіть математичний вираз для розрахунку повного опору електричного кола.	
7.	Як розрахувати діюче значення сили електричного струму у колі з лінією електропередачі і навантаженням?	
8.	Як розрахувати втрату напруги в лінії електропередачі?	
9.	Запишіть математичний вираз для розрахунку втрати напруги в лінії електропередачі.	
10.	Як розрахувати спадання напруги в лінії електропередачі?	
11.	Запишіть математичний вираз для розрахунку спадання напруги в лінії електропередачі.	
12.	Як розрахувати відхилення напруги на затисках навантаження?	
13.	Запишіть математичний вираз для розрахунку відхилення напруги на затисках навантаження.	
14.	Як розрахувати втрати активної потужності в лінії електропередачі?	
15.	Як розрахувати реактивну потужність, яку споживає лінія електропередачі?	
16.	Як розрахувати повну потужність, яку споживає лінія електропередачі?	
17.	Запишіть математичний вираз для розрахунку кута зсуву фаз лінії електропередачі.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 71$.

Таблиця 3.14а

Номер відповіді	Відповіді
1.	Добуток повного опору лінії електропередачі на діюче значення сили електричного струму в ній.
2.	
3.	Різниця між діючим значенням напруги на навантаженні і діючим значенням номінальної напруги приймача, під якою розуміється напруга, зазначена в паспорті приймача.
4.	$\sqrt{r^2 + x^2}$.
5.	Добуток активного опору лінії електропередачі на квадрат діючого значення сили електричного струму в ній.
6.	$r_L + r_H$.
7.	$\arccos \frac{r_L}{z_L}$.
8.	$U - U_H$.
9.	Різниця між діючими значеннями напруг на початку і в кінці лінії електропередачі.
10.	<ul style="list-style-type: none"> – явище електричного струму; – явище теплової дії електричного струму – явище електромагнетизму; – явище електромагнітної індукції.
11.	Добуток повного опору лінії електропередачі на квадрат діючого значення сили електричного струму в ній.
12.	$\sqrt{r_L^2 + x_L^2}$.
13.	$x_L + x_H$.
14.	Добуток реактивного опору лінії електропередачі на квадрат діючого значення сили електричного струму в ній.
15.	$z_L \cdot I$.
16.	$U_H - U_{ном}$.
17.	Відношення діючого значення напруги на затисках електричного кола до повного опору цього кола.

3.10 Лінія електропередачі.

Таблиця 3.15

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Навантаження з параметрами $r_n = 5 \text{ Ом}$, $x_n = 5 \text{ Ом}$ підключене до джерела змінної синусоїдної напруги, діюче значення якої дорівнює 220 В, за допомогою лінії електропередачі з параметрами $r_l = 1 \text{ Ом}$, $x_l = 3 \text{ Ом}$.</p>		
1.	Визначте повний опір навантаження в омах.	
2.	Визначте кут зсуву фаз навантаження.	
3.	Визначте повний опір лінії електропередачі в омах.	
4.	Визначте кут зсуву фаз лінії електропередачі.	
5.	Визначте активний опір електричного кола в омах.	
6.	Визначте реактивний опір електричного кола в омах.	
7.	Визначте повний опір електричного кола в омах.	
8.	Визначте кут зсуву фаз електричного кола.	
9.	Знайдіть діюче значення електричного струму в колі в амперах.	
10.	Знайдіть діюче значення напруги на затисках навантаженні в вольтах.	
11.	Визначте спадання напруги в лінії електропередачі в вольтах.	
12.	Визначте втрату напруги в лінії електропередачі в вольтах.	
13.	Визначте відхилення напруги на затисках навантаження, якщо номінальне значення діючої напруги дорівнює 210 В .	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 43$.

Таблиця 3.15а

Номер відповіді	Відповіді
1.	155,5.
2.	72°.
3.	53°.
4.	45°.
5.	64,5.
6.	22.
7.	-54,5.
8.	3,2.
9.	8.
10.	7,07.
11.	70,4.
12.	6.
13.	10.

Завдання логічно-понятійного характеру.

1. Нерозгалужене електричне коло змінного синусоїдного струму містить ідеальний генератор, ідеальну лінію електропередачі і резистор з регульованим активним опором.

Провести порівняльний аналіз режимів роботи генератора і приймача (резистора) за наступним алгоритмом (таблиця 3.16), вибравши відповіді з таблиці 3.21:

Таблиця 3.16

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Яким загальним поняттям можна об'єднати генератор і приймач електричної енергії ?	
2.	Приведіть сім ознак подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
3.	Приведіть дві ознаки розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
4.	Виділіть головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
5.	Обґрунтуйте головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
6.	Виділіть головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
7.	Обґрунтуйте головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
8.	Виділіть три шляхи взаємодії генератора і приймача електричної енергії між собою.	
9.	Установіть причинно-наслідковий зв'язок режимів роботи генератора і приймача електричної енергії	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = - 28$.

2. Нерозгалужене електричне коло змінного синусоїдного струму містить ідеальний генератор, ідеальну лінію електропередачі й ідеальну коштушку з регульованою індуктивністю.

Провести порівняльний аналіз режимів роботи генератора і приймача (резистора) за наступним алгоритмом (таблиця 3.17), вибравши відповіді з таблиці 3.21:

Таблиця 3.17

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Яким загальним поняттям можна об'єднати генератор і приймач електричної енергії?	
2.	Приведіть вісім ознак подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
3.	Приведіть ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
4.	Виділіть головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
5.	Обґрунтуйте головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
6.	Виділіть головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
7.	Обґрунтуйте головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
8.	Виділіть три шляхи взаємодії генератора і приймача електричної енергії між собою.	
9.	Установіть причинно-наслідковий зв'язок режимів роботи генератора і приймача електричної енергії	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = -70$.

3. Нерозгалужене електричне коло змінного синусоїдного струму містить ідеальний генератор, ідеальну лінію електропередачі й ідеальний конденсатор з регульованою ємністю.

Провести порівняльний аналіз режимів роботи генератора і приймача ідеальний конденсатор) за наступним алгоритмом (таблиця 3.18), вибравши відповіді з таблиці 3.21:

Таблиця 3.18

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Яким загальним поняттям можна об'єднати генератор і приймач електричної енергії?	
2.	Приведіть сімь ознак подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
3.	Приведіть дві ознаки розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
4.	Виділіть головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
5.	Обґрунтуйте головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
6.	Виділіть головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
7.	Обґрунтуйте головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
8.	Виділіть три шляхи взаємодії генератора і приймача електричної енергії між собою.	
9.	Установіть причинно-наслідковий зв'язок режимів роботи генератора і приймача електричної енергії	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = -38$.

4. Нерозгалужене електричне коло змінного синусоїдного струму містить ідеальний генератор, ідеальну лінію електропередачі і реальну котушку з регульованим повним опором.

Провести порівняльний аналіз режимів роботи генератора і приймача (реальної котушки) за наступним алгоритмом (таблиця 3.19), вибравши відповіді з таблиці 3.21:

Таблиця 3.19

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Яким загальним поняттям можна об'єднати генератор і приймач електричної енергії?	
2.	Приведіть вісім ознак подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
3.	Приведіть ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
4.	Виділіть головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
5.	Обґрунтуйте головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
6.	Виділіть головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
7.	Обґрунтуйте головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
8.	Виділіть три шляхи взаємодії генератора і приймача електричної енергії між собою.	
9.	Установіть причинно-наслідковий зв'язок режимів роботи генератора і приймача електричної енергії	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = -71$.

5. Нерозгалужене електричне коло змінного синусоїдного струму містить ідеальний генератор, реальну лінію електропередачі і реальну котушку з регульованим повним опором.

Провести порівняльний аналіз режимів роботи генератора і приймача (реальної котушки) за наступним алгоритмом (таблиця 3.20), вибравши відповіді з таблиці 3.21:

Таблиця 3.20

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Яким загальним поняттям можна об'єднати генератор і приймач електричної енергії?	
2.	Приведіть чотири ознаки подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
3.	Приведіть три ознаки розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
4.	Виділіть головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
5.	Обґрунтуйте головну ознаку подібності режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
6.	Виділіть головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
7.	Обґрунтуйте головну ознаку розходження режимів роботи генератора і приймача електричної енергії.	
8.	Виділіть три шляхи взаємодії генератора і приймача електричної енергії між собою.	
9.	Установіть причинно-наслідковий зв'язок режимів роботи генератора і приймача електричної енергії	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 27$.

Таблиця 3.21

Номер відповіді	Відповіді
1.	За допомогою електричного поля.
2.	Перетворювачі енергії.
3.	Зміною е.р.с.
4.	Однаковий струм.
5.	Зміною активного опору навантаження.
6.	Зміною індуктивного опору навантаження.
7.	Зміною ємнісного опору навантаження.
8.	Зміною повного опору навантаження.
9.	Різні перетворювання енергії.
10.	Причиною зміни режиму роботи може бути як джерело, так і приймач.
11.	Функціональне призначення.
12.	Різні напруги на затисках.
13.	Елемент електричного кола.
14.	Є вільні заряди.
15.	Різні миттєві потужності.
16.	Однакові напруги на затисках.
17.	Однакові миттєві потужності.
18.	Однакові кути зсуву фаз.
19.	Генератор має вільні заряди, а приймач – не має.
20.	Різні напрями активних потужностей.
21.	Відсутня активна потужність.

Завдання експериментального характеру

Експериментальне дослідження 1

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка містить лабораторний автотрансформатор TV , вольтметр pV , підключений до вторинних затисків лабораторного автотрансформатора TV , амперметр pA , включений послідовно з навантажувальним резистором R , і ватметр pW . Для комутації кола передбачений вимикач SA .

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 3.1.

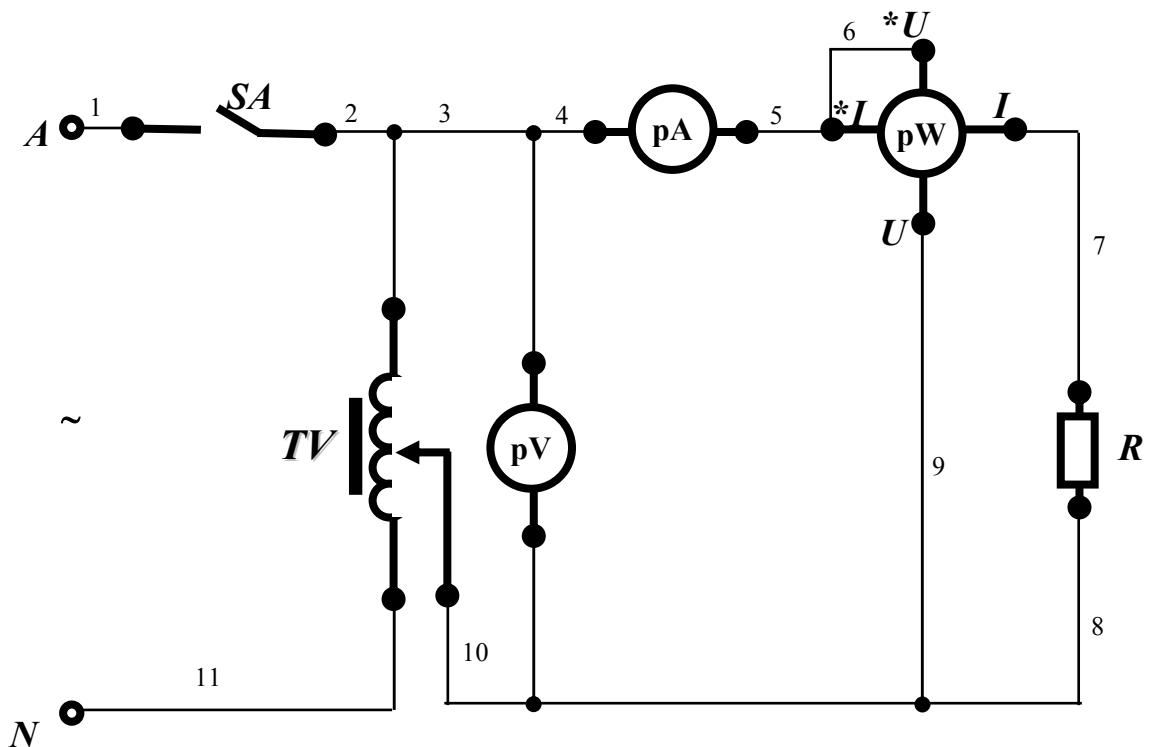


Рисунок 3.1 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 11 провідників (на схемі позначені номерами 1–11).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- опори з'єднувальних проводів, обмотки амперметра, струмової обмотки ватметра і контактів вимикача дорівнюють нулю;

- опори обмотки вольтметра і обмотки напруги ватметра дорівнюють нескінченності.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 3.2.

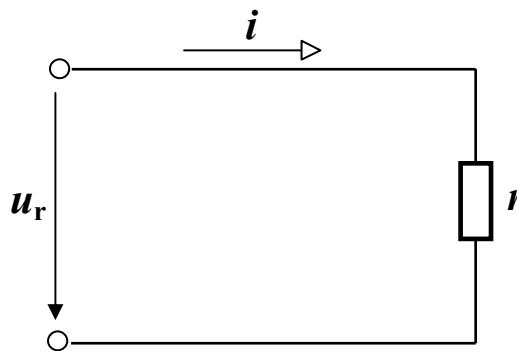


Рисунок 3.2 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

u_r – миттєва напруга на резисторі, B ;

i – миттєвий струм в електричному колі, A ;

r – активний опір резистора, Om .

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола та зібрати її.

3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола та пояснити її.

3.3 Уміти за допомогою експериментальних даних визначити діюче значення напруги на затисках резистора.

3.4 Уміти за допомогою експериментальних даних визначити амплітудне значення напруги на затисках резистора.

3.5 Уміти записати рівняння миттєвої напруги на резисторі.

3.6 Уміти за допомогою експериментальних даних визначити діюче значення сили електричного струму в колі з резистором.

3.7 Уміти за допомогою експериментальних даних визначити амплітудне значення синусоїдного електричного струму в колі з резистором.

3.8 Уміти записати рівняння миттєвого синусоїдного електричного струму в резисторі.

3.9 Уміти за допомогою експериментальних даних визначити активну потужність, споживану резистором.

3.10 Уміти визначити активний опір резистора, використовуючи експериментальні дані.

3.11 Уміти побудувати векторну діаграму діючих значень сили струму і напруги резистора.

4. Завдання з виконання експериментального дослідження

4.1 Зібрати принципову електричну схему кола.

4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.

4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 3.22.

Таблиця 3.22

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів		
		U, B	I, A	P, Bm
1	Вимикач SA замкнений			

4.4 Визначити діюче значення напруги на затисках резистора, використовуючи експериментальні дані.

4.5 Визначити амплітудне значення напруги на затисках резистора, використовуючи експериментальні дані.

4.6 Записати рівняння миттєвої напруги на резисторі, прийнявши, що її початкова фаза дорівнює $\Psi_{ur} = 30^\circ$.

4.7 Визначити діюче значення сили електричного струму в резисторі, використовуючи експериментальні дані.

4.8 Визначити амплітудне значення синусоїдного електричного струму в резисторі, використовуючи експериментальні дані.

4.9 Записати рівняння миттєвого струму в резисторі.

4.10 Визначити активну потужність, споживану резистором, використовуючи експериментальні дані.

4.11 Визначити за допомогою експериментальних даних активний опір резистора, використовуючи рівняння:

$$P = r \cdot I^2.$$

4.12 Побудувати в обраному масштабі векторну діаграму діючих значень напруги та струму кола.

4.13 Результати розрахунків занести в таблицю 3.23.

Таблиця 3.23

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло							
	U_r, B	U_{rm}, B	u_r, B	I, A	I_m, A	i, A	P, Bm	$r, Ом$
1								

5. Структура звіту

5.1 Назва теми експериментального дослідження.

5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.

5.3 Розрахункова схема електричного кола.

5.6 Таблиця 3.22.

5.7 Таблиця 3.23.

5.8 Векторна діаграма.

Експериментальне дослідження 2

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка містить лабораторний автотрансформатор TV , вольтметр pV , підключений до вторинних затисків лабораторного автотрансформатора TV , амперметр pA , включений послідовно з котушкою індуктивності K , і ватметр pW . Для комутації кола передбачений вимикач SA .

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 3.3.

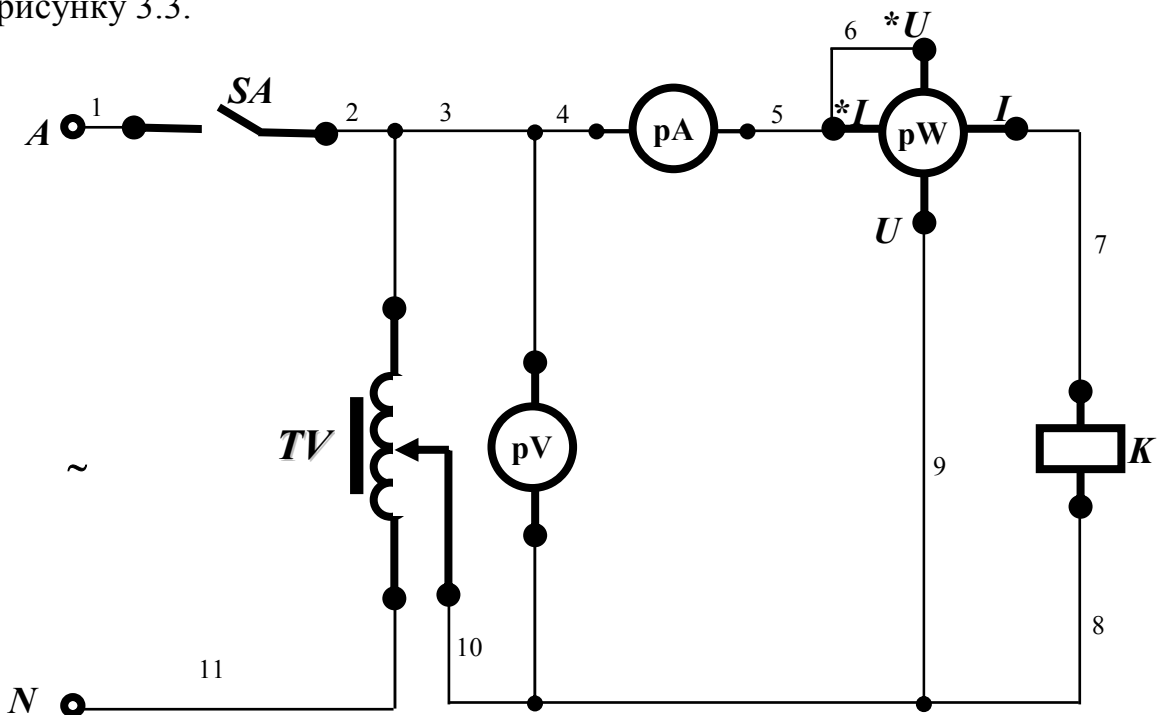


Рисунок 3.3 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 11 провідників (на схемі позначені номерами 1-11).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- опори з'єднувальних проводів, обмотки амперметра, струмової обмотки ватметра і контактів вимикача дорівнюють нулю;

- опори обмотки вольтметра і обмотки напруги ватметра дорівнюють нескінченності.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 3.4.

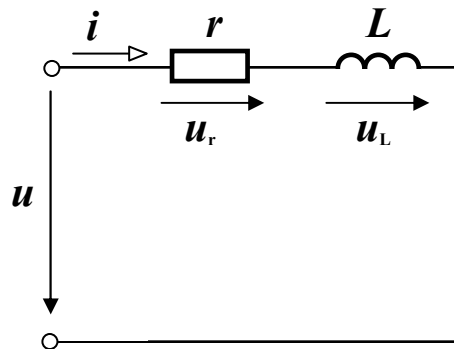


Рисунок 3.4 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

u – миттєва напруга на затисках кола, B ;

i – миттєвий струм в електричному колі, A ;

r – активний опір котушки, Om ;

L – індуктивність котушки, $Гн$;

u_r – миттєва напруга на активному опорі котушки, B ;

u_L – миттєва напруга на індуктивності котушки, B .

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола та зібрати її.

3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола та пояснити її.

3.3 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушці.

- 3.4 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушки.
- 3.5 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану котушкою.
- 3.6 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активний опір котушки.
- 3.7 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних повний опір котушки.
- 3.8 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних індуктивний опір котушки.
- 3.9 Уміти побудувати трикутник опорів котушки в колі змінного синусоїдного струму.
- 3.10 Уміти визначити кут зсуву фаз між напругою і струмом котушки.
- 3.11 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних реактивну потужність котушки.
- 3.12 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних повну потужність котушки.
- 3.13 Уміти побудувати трикутник потужностей котушки.
- 3.14 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на активному опорі котушки.
- 3.15 Уміти визначити за допомогою експериментальних й розрахункових даних діюче значення напруги на індуктивності котушки.
- 3.16 Уміти за допомогою експериментальних і розрахункових даних визначити індуктивність котушки.
- 3.17 Уміти побудувати векторну діаграму діючих значень сили струму і напруг котушки.
- 3.18 Уміти визначити коефіцієнт потужності котушки.

4. Завдання з виконання експериментального дослідження

- 4.1 Зібрати принципову електричну схему кола.

4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.

4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 3.24.

Таблиця 3.24

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів		
		U, В	I, А	P, Вт
1	Вимикач SA замкнений			

4.4 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушки.

4.5 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушці.

4.6 Визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану котушкою.

4.7 Визначити за допомогою експериментальних даних активний опір котушки, використовуючи рівняння:

$$P = r \cdot I^2.$$

4.8 Визначити за допомогою експериментальних даних повний опір котушки, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U}{z}.$$

4.9 Визначити за допомогою розрахункових даних індуктивний опір котушки, використовуючи рівняння:

$$z = \sqrt{r^2 + x_L^2}.$$

4.10 Побудувати в обраному масштабі трикутник опорів котушки в колі змінного синусоїдного струму.

4.11 Визначити за допомогою розрахункових даних кут зсуву фаз між напругою і струмом котушки, використовуючи рівняння:

$$\varphi = \arccos \frac{r}{z}$$

4.12 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних реактивну потужність котушки, використовуючи рівняння:

$$Q_L = x_L \cdot I^2.$$

4.13 Визначити за допомогою експериментальних даних повну потужність котушки, використовуючи рівняння:

$$S = U \cdot I.$$

4.14 Побудувати в обраному масштабі трикутник потужностей котушки.

4.15 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на активному опорі котушки, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U_r}{r}.$$

4.16 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на індуктивності котушки, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U_L}{x_L}.$$

4.17 Визначити індуктивність котушки, використовуючи рівняння:

$$x_L = \omega \cdot L,$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

$$f = 50 \text{ Гц}.$$

4.18 Побудувати в обраному масштабі векторну діаграму діючих значень сили струму і напруг котушки, прийнявши, що початкова фаза струму дорівнює нулю.

4.19 Визначити коефіцієнт потужності котушки, використовуючи рівняння:

$$\frac{P}{S} = \cos \varphi.$$

4.20 Результати розрахунків занести в таблицю 3.25.

Таблиця 3.25

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло												
	$U,$ B	$I,$ A	$P,$ $Вт$	$r,$ $Ом$	$z,$ $Ом$	$x_L,$ $Ом$	$L,$ $Гн$	$\varphi,$ $град$	$Q_L,$ $вар$	$S,$ $ВА$	$U_r,$ B	$U_L,$ B	$\cos \varphi$
1													

5. Структура звіту

- 5.1 Назва теми експериментального дослідження.
- 5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.
- 5.3 Розрахункова схема електричного кола.
- 5.4 Таблиця 3.24.
- 5.5 Таблиця 3.25.
- 5.6 Трикутник опорів.
- 5.7 Трикутник потужностей.
- 5.8 Векторна діаграма.

Експериментальне дослідження 3

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка містить лабораторний автотрансформатор TV , вольтметр pV , підключений до вторинних затисків лабораторного автотрансформатора TV , амперметр pA , включений послідовно з резистором R і конденсатором C , і ватметр pW . Для комутації кола передбачений вимикач SA .

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 3.5.

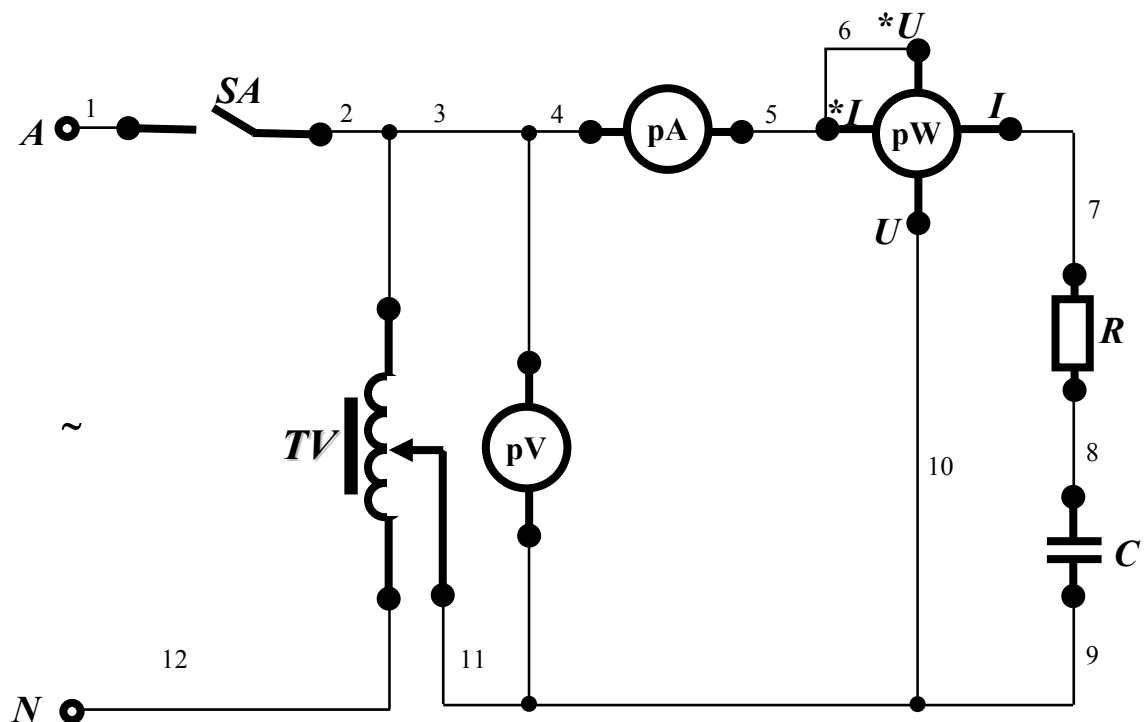


Рисунок 3.5 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 12 провідників (на схемі позначені номерами 1-12).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- активний опір конденсатора дорівнює нулю;

- опори з'єднувальних проводів, обмотки амперметра, струмової обмотки ватметра і контактів вимикача дорівнюють нулю;

- опори обмотки вольтметра і обмотки напруги ватметра дорівнюють нескінченності.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 3.6.

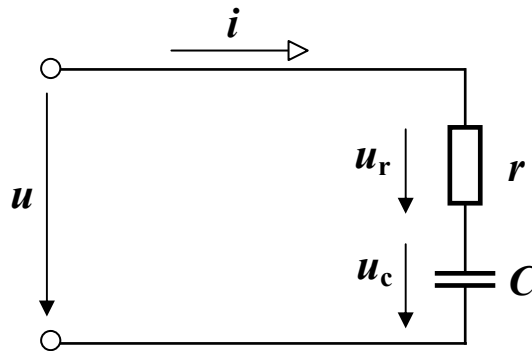


Рисунок 3.6 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

u – миттєва напруга на затисках кола, B ;

i – миттєвий струм в електричному колі, A ;

r – активний опір резистора, Om ;

C – ємність конденсатора, Φ ;

u_r – миттєва напруга на активному опорі котушки, B ;

u_c – миттєва напруга на ємності конденсатора, B .

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола і зібрати її.

3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола та пояснити її.

3.3 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в колі.

- 3.4 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках кола.
- 3.5 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану електричним колом.
- 3.6 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активний опір резистора.
- 3.7 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних повний опір електричного кола.
- 3.8 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних ємнісний опір конденсатора.
- 3.9 Уміти побудувати трикутник опорів в електричному колі змінного синусоїдного струму.
- 3.10 Уміти визначити кут зсуву фаз між напругою і струмом в електричному колі.
- 3.11 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних реактивну потужність кола.
- 3.12 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних повну потужність кола.
- 3.13 Уміти побудувати трикутник потужностей електричного кола.
- 3.14 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на активному опорі резистора.
- 3.15 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на ємності конденсатора.
- 3.16 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних ємність конденсатора.
- 3.17 Уміти побудувати векторну діаграму діючих значень сили струму й напруг в електричному колі.
- 3.18 Уміти визначити за допомогою експериментальний і розрахункових даних коефіцієнт потужності електричного кола.

4. Завдання з виконання експериментального дослідження

4.1 Зібрати принципову електричну схему кола.

4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.

4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 3.26.

Таблиця 3.26

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів		
		U, B	I, A	P, Вт
1	Вимикач SA замкнений			

4.4 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках електричного кола.

4.5 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в електричному колі.

4.6 Визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану електричним колом.

4.7 Визначити за допомогою експериментальних даних активний опір резистора, використовуючи рівняння:

$$P = r \cdot I^2.$$

4.8 Визначити за допомогою експериментальних даних повний опір електричного кола, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U}{z}.$$

4.9 Визначити за допомогою експериментальних даних ємнісний опір конденсатора, використовуючи рівняння:

$$z = \sqrt{r^2 + x_C^2}.$$

4.10 Побудувати в обраному масштабі трикутник опорів в електричному колі змінного синусоїдного струму.

4.11 Визначити кут зсуву фаз між напругою та струмом в електричному колі, використовуючи рівняння:

$$\varphi = \arccos \frac{r}{z} .$$

4.12 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних реактивну потужність електричного кола, використовуючи рівняння:

$$Q_C = x_C \cdot I^2 .$$

4.13 Визначити за допомогою експериментальних даних повну потужність електричного кола, використовуючи рівняння:

$$S = U \cdot I .$$

4.14 Побудувати в обраному масштабі трикутник потужностей електричного кола.

4.15 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на активному опорі резистора, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U_r}{r} .$$

4.16 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на ємності в конденсаторі, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U_C}{x_C} .$$

4.17 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних ємність конденсатора, використовуючи рівняння:

$$x_C = \frac{1}{\omega \cdot C} ,$$
$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f ,$$
$$f = 50 \text{ Гц} .$$

4.18 Побудувати в обраному масштабі векторну діаграму діючих значень сили струму і напруг в електричному колі, прийнявши початкову фазу струму рівною нулю.

4.19 Визначити за допомогою експериментальний і розрахункових даних коефіцієнт потужності електричного кола, використовуючи рівняння:

$$\frac{P}{S} = \cos \varphi .$$

4.20 Результати розрахунків занести в таблицю 3.27.

Таблиця 3.27

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло												
	$U,$ B	$I,$ A	$P,$ Bm	$r,$ Om	$z,$ Om	$x_C,$ Om	$C,$ Φ	$\varphi,$ $град$	$Q_C,$ $вар$	$S,$ $ВА$	$U_r,$ B	$U_C,$ B	$\cos \varphi$
1													

5. Структура звіту

5.1 Назва теми експериментального дослідження.

5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.

5.3 Розрахункова схема електричного кола.

5.4 Таблиця 3.26.

5.5 Таблиця 3.27.

5.6 Трикутник опорів.

5.7 Трикутник потужностей.

5.8 Векторна діаграма.

Експериментальне дослідження 4

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка містить лабораторний автотрансформатор TV , вольтметр pV_1 , підключений до вторинних затисків лабораторного автотрансформатора TV , амперметр pA , включений послідовно з котушкою K і конденсатором C , вольтметр pV_2 , підключений до затисків конденсатора, і ватметр pW . Для комутації кола передбачений вимикач SA .

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 3.7.

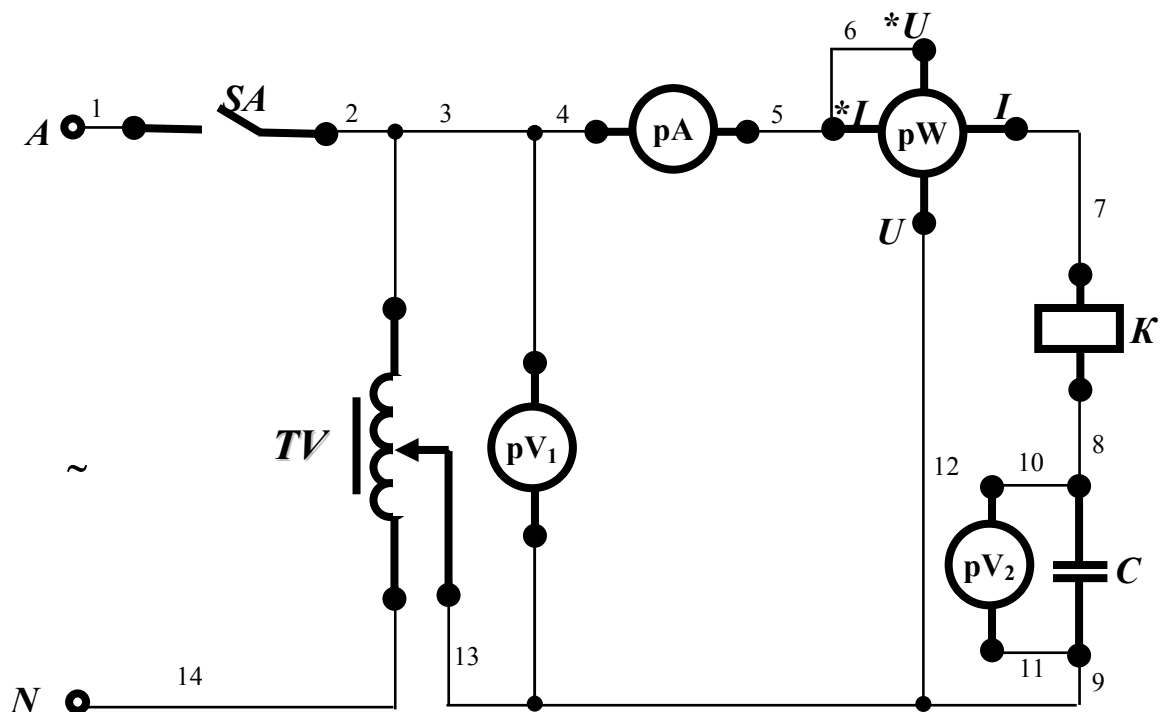


Рисунок 3.7 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 14 провідників (на схемі позначені номерами 1-14).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- активний опір конденсатора дорівнює нулю;

- опори з'єднувальних проводів, обмотки амперметра, струмової обмотки ватметра і контактів вимикача дорівнюють нулю;

- опори обмотки вольтметра і обмотки напруги ватметра дорівнюють нескінченності.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 3.8.

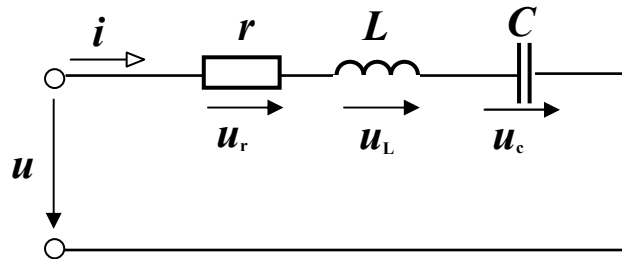


Рисунок 3.8 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

u – миттєва напруга на затисках кола, B ;

i – миттєвий струм в електричному колі, A ;

r – активний опір котушки, Om ;

L – індуктивність котушки, $Гн$;

C – ємність конденсатора, Φ ;

u_r – миттєва напруга на активному опорі котушки, B ;

u_L – миттєва напруга на індуктивності котушки, B .

u_r – миттєва напруга на активному опорі котушки, B ;

u_C – миттєва напруга на ємності конденсатора, B .

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола і зібрати її.

3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола та пояснити її.

- 3.3 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в колі.
- 3.4 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затискачах кола.
- 3.5 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану електричним колом.
- 3.6 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активний опір електричного кола.
- 3.7 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних повний опір електричного кола.
- 3.8 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних еквівалентний реактивний опір електричного кола.
- 3.9 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних кут зсуву фаз між напругою і струмом в електричному колі.
- 3.10 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних реактивну потужність електричного кола.
- 3.11 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних повну потужність електричного кола.
- 3.12 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на активному опорі електричного кола.
- 3.13 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на індуктивності електричного кола.
- 3.14 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на ємності електричного кола.
- 3.15 Уміти побудувати за допомогою експериментальних і розрахункових даних векторну діаграму діючих значень сили струму і напруг в електричному колі.
- 3.16 Уміти визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних коефіцієнт потужності електричного кола.

4. Завдання з виконання експериментального дослідження

4.1 Зібрати принципову електричну схему кола.

4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.

4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 3.28.

Таблиця 3.28

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів			
		U_1, B	I, A	U_2, B	P, Bm
1	Вимикач SA замкнений				

4.4 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках електричного кола.

4.5 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в електричному колі.

4.6 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на конденсаторі.

4.7 Визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану електричним колом.

4.8 Визначити за допомогою експериментальних даних активний опір електричного кола, використовуючи рівняння:

$$P = r \cdot I^2.$$

4.9 Визначити за допомогою експериментальних даних повний опір електричного кола, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U}{z}.$$

4.10 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних загальний реактивний опір електричного кола, використовуючи рівняння:

$$z = \sqrt{r^2 + x^2}.$$

4.11 Визначити за допомогою експериментальних даних реактивний опір ємності конденсатора, використовуючи рівняння:

$$I = \frac{U_2}{x_C}.$$

4.12 Визначити за допомогою розрахункових даних реактивний опір індуктивності котушки, використовуючи рівняння:

$$x = x_L - x_C.$$

4.13 Визначити за допомогою розрахункових даних кут зсуву фаз між напругою і струмом котушки, використовуючи рівняння:

$$\varphi = \arccos \frac{r}{z}.$$

4.14 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних загальну реактивну потужність електричного кола, використовуючи рівняння:

$$Q = x \cdot I^2.$$

4.15 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних реактивну потужність індуктивності електричного кола, використовуючи рівняння:

$$Q_L = x_L \cdot I^2.$$

4.16 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних реактивну потужність ємності електричного кола, використовуючи рівняння:

$$Q_C = x_C \cdot I^2.$$

4.17 Визначити за допомогою експериментальних даних повну потужність електричного кола, використовуючи рівняння:

$$S = U \cdot I.$$

4.18 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на активному опорі електричного кола, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U_r}{r}.$$

4.19 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на індуктивності котушки, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U_L}{x_L}.$$

4.20 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення напруги на ємності конденсатора, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U_C}{x_C}.$$

4.21 Визначити за допомогою розрахункових даних ємність конденсатора, використовуючи рівняння:

$$x_C = \frac{1}{\omega \cdot C},$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

$$f = 50 \text{ Гц}.$$

4.21 Визначити за допомогою розрахункових даних індуктивність котушки, використовуючи рівняння:

$$x_L = \frac{1}{\omega \cdot L},$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

$$f = 50 \text{ Гц}.$$

4.18 Побудувати в обраному масштабі векторну діаграму діючих значень сили струму і напруг в електричному колі, прийнявши, що початкова фаза струму дорівнює нулю.

4.19 Визначити за допомогою експериментальний і розрахункових даних коефіцієнт потужності електричного кола, використовуючи рівняння:

$$\frac{P}{S} = \cos \varphi.$$

4.20 Результати розрахунків занести в таблицю 3.29 і таблицю 3.30.

Таблиця 3.29

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло										
	$U,$ B	$I,$ A	$U_C,$ B	$P,$ $Вт$	$r,$ $Ом$	$z,$ $Ом$	$x,$ $Ом$	$x_C,$ $Ом$	$C,$ Φ	$x_L,$ $Ом$	$L,$ $Гн$
1											

Таблиця 3.30

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло									
	$\varphi,$ $град$	$Q,$ $вар$	$Q_L,$ $вар$	$Q_C,$ $вар$	$S,$ $ВА$	$U_r,$ B	$U_L,$ B	$U_C,$ B	$\cos \varphi$	
1										

5. Структура звіту

5.1 Назва теми експериментального дослідження.

5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.

5.3 Розрахункова схема електричного кола.

5.4 Таблиця 3.28.

5.5 Таблиця 3.29.

5.6 Таблиця 3.30.

5.7 Векторна діаграма.

Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання

Умова

Електричне коло змінного синусоїдального електричного струму складається з паралельно включених через вимикачі **S1**, **S2**, **S3**, **S4**, **S5**, **S6** відповідно резистора **R1**, котушки **K1**, котушки **K2**, конденсатора **C1**, послідовно включених резистора **R2** і конденсатора **C2**, послідовно включених котушки **K3** та конденсатора **C3**.

У загальне коло включені амперметр, ватметр та вольтметр.

При включенні вимикача **S1** (решта вимикачі вимкнені) електровимірювальні прилади показали наступні значення: амперметр – I_1 , вольтметр – U_1 , ватметрів – P_1 .

При включенні вимикача **S2** (інші вимикачі вимкнені) електровимірювальні прилади показали наступні значення: амперметр – I_2 , вольтметр – U_2 , ватметрів – P_2 .

При включенні вимикача **S3** (інші вимикачі вимкнені) електровимірювальні прилади показали наступні значення: амперметр – I_3 , вольтметр – U_3 , ватметрів – P_3 .

При включенні вимикача **S4** (решта вимикачі вимкнені) електровимірювальні прилади показали наступні значення: амперметр – I_4 , вольтметр – U_4 , ватметрів – P_4 .

При включенні вимикача **S5** (решта вимикачі вимкнені) електровимірювальні прилади показали наступні значення: амперметр – I_5 , вольтметр – U_5 , ватметрів – P_5 .

При включенні вимикача **S6** (решта вимикачі вимкнені) електровимірювальні прилади показали наступні значення: амперметр – I_6 , вольтметр – U_6 , ватметрів – P_6 , при цьому ємнісний опір конденсатора дорівнює x_c .

Завдання

1. Скласти принципову електричну схему описаного електричного кола. Окремі елементи кола виділити жирними лініями, а їх з'єднуючі проводи – тонкими лініями.
1. Скласти розрахункову схему електричного кола при включеному вимикачі **S1** (решта вимикачі вимкнені), прийнявши наступні допущення:
 - опором проводів, що з'єднують елементи кола, знехтувати;
 - опором амперметра і струмової обмотки ватметра знехтувати;
 - опір вольтметра і обмотки напруги ватметра вважати рівними нескінченності.
3. Виконати розрахунок електричного кола:
 - записати діюче значення напруги на затисках електричного кола;
 - визначити амплітудне значення напруги на затисках електричного кола;
 - записати миттєву напругу на затисках кола, прийнявши початкову фазу її рівною **30°**;
 - записати діюче значення сили електричного струму в резисторі;
 - записати активну потужність, яку споживає резистор з електричної мережі;
 - визначити повну потужність, яку споживає резистор з електричної мережі;
 - визначити реактивну потужність, яку споживає резистор з електричної мережі;
 - визначити повний опір електричного кола з резистором;
 - визначити активний опір резистора;
 - визначити реактивний опір електричного кола з резистором;
 - визначити кут зсуву фаз в електричному колі з резистором;
 - визначити амплітудне значення синусоїдального електричного струму в резисторі;

- визначити початкову фазу синусоїдального електричного струму в резисторі;
- записати миттєвий синусоїдальний електричний струм в резисторі;
- визначити коефіцієнт потужності даного електричного кола;
- побудувати в масштабі векторну діаграму напруги та струму (для діючих значень).

4. Скласти розрахункову схему електричного кола при включеному вимикачі **S2** (решта вимикачі вимкнені), прийнявши наступні допущення:

- опором проводів, що з'єднують елементи кола, знехтувати;
- опором амперметра і струмової обмотки ватметра знехтувати;
- опір вольтметра і обмотки напруги ватметра вважати рівними нескінченності.

5. Виконати розрахунок електричного кола:

- записати діюче значення напруги на затисках електричного кола;
- визначити амплітудне значення напруги на затисках електричного кола;
- записати миттєву напругу на затисках кола, прийнявши початкову фазу її рівною **30°**;
- записати діюче значення сили електричного струму в котушці;
- записати активну потужність, яку котушка споживає з мережі;
- визначити повну потужність, яку котушка споживає з мережі;
- визначити реактивну потужність, яку котушка споживає з мережі;
- визначити повний опір котушки;
- визначити активний опір котушки;
- визначити реактивний опір котушки;
- визначити індуктивність котушки;
- визначити кут зсуву фаз в електричному колі;
- визначити амплітудне значення синусоїдального електричного струму в котушці;

- визначити початкову фазу синусоїдального електричного струму в котушці;
 - записати миттєвий синусоїдальний електричний струм в котушці;
 - визначити коефіцієнт потужності даного електричного кола;
побудувати в масштабі векторну діаграму напруги та струму (для діючих значень).
6. Скласти розрахункову схему електричного кола при включеному вимикачі **S3** (решта вимикачі вимкнені), прийнявши наступні допущення:
- опором проводів, що з'єднують елементи кола, знехтувати;
 - опором амперметра і струмової обмотки ватметра знехтувати;
 - опір вольтметра і обмотки напруги ватметра вважати рівними нескінченності.
7. Виконати розрахунок електричного кола:
- записати діюче значення напруги на затисках електричного кола;
 - визначити амплітудне значення напруги на затисках електричного кола;
 - записати миттєву напругу на затисках кола, прийнявши початкову фазу її рівною **30°**;
 - записати діюче значення сили електричного струму в котушці;
 - записати активну потужність, яку котушка споживає з мережі;
 - визначити повну потужність, яку котушка споживає з мережі;
 - визначити реактивну потужність, яку котушка споживає з мережі;
 - визначити повний опір котушки;
 - визначити активний опір котушки;
 - визначити реактивний опір котушки;
 - визначити індуктивність котушки;
 - визначити кут зсуву фаз в електричному колі;
 - визначити амплітудне значення синусоїдального електричного струму в котушці;

- визначити початкову фазу синусоїдального електричного струму в котушці;
- записати миттєвий синусоїдальний електричний струм в котушці;
- визначити діюче значення напруги на активному опорі;
- визначити амплітудне значення напруги на активному опорі;
- визначити початкову фазу напруги на активному опорі;
- записати миттєву напругу на активному опорі;
- визначити діюче значення напруги на реактивному опорі;
- визначити амплітудне значення напруги на реактивному опорі;
- визначити початкову фазу напруги на реактивному опорі;
- записати миттєву напругу на реактивному опорі;
- визначити коефіцієнт потужності даного електричного кола;
- побудувати в масштабі векторну діаграму напруги та струму (для діючих значень).

8. Скласти розрахункову схему електричного кола при включеному вимикачі **S4** (решта вимикачі вимкнені), прийнявши наступні допущення:

- опором проводів, що з'єднують елементи кола, знехтувати;
- опором амперметра і струмової обмотки ватметра знехтувати;
- опір вольтметра і обмотки напруги ватметра вважати рівними нескінченності.

9. Виконати розрахунок електричного кола:

- записати діюче значення напруги на затисках електричного кола;
- визначити амплітудне значення напруги на затисках електричного кола;
- записати миттєву напругу на затисках кола, прийнявши початкову фазу її рівною **30°**;
- записати діюче значення сили електричного струму конденсаторі;
- записати активну потужність, яку конденсатор споживає з мережі;
- визначити повну потужність, яку конденсатор споживає з мережі;
- визначити реактивну потужність, яку конденсатор споживає з мережі;

- визначити повний опір конденсатора;
- визначити активний опір конденсатора;
- визначити реактивний опір конденсатора;
- визначити ємність конденсатора;
- визначити кут зсуву фаз в електричному колі;
- визначити амплітудне значення синусоїдального електричного струму в конденсаторі;
- визначити початкову фазу синусоїдального електричного струму в конденсаторі;
- записати миттєвий синусоїдальний електричний струм в конденсаторі;
- визначити коефіцієнт потужності даного електричного кола;
- побудувати в масштабі векторну діаграму напруги та струму (для діючих значень).

10. Скласти розрахункову схему електричного кола при включеному вимикачі **S5** (решта вимикачі вимкнені), прийнявши наступні допущення:

- опором проводів, що з'єднують елементи кола, знехтувати;
- опором амперметра і струмової обмотки ватметра знехтувати;
- опір вольтметра і обмотки напруги ватметра вважати рівними нескінченності.

11. Виконати розрахунок електричного кола:

- записати діюче значення напруги на затисках електричного кола;
- визначити амплітудне значення напруги на затисках електричного кола;
- записати миттєву напругу на затисках кола, прийнявши початкову фазу її рівною **30°**;
- записати діюче значення сили електричного струму в електричному колі;
- записати активну потужність електричного кола;
- визначити повну потужність електричного кола;
- визначити реактивну потужність електричного кола;

- визначити повний опір електричного кола;
- визначити активний опір резистора;
- визначити реактивний опір конденсатора;
- визначити ємність конденсатора;
- визначити кут зсуву фаз в електричному колі;
- визначити амплітудне значення синусоїдального електричного струму в електричному колі;
- визначити початкову фазу синусоїдального електричного струму в електричному колі;
- записати миттєвий синусоїдальний електричний струм в електричному колі;
- визначити діюче значення напруги на активному опорі;
- визначити амплітудне значення напруги на активному опорі;
- визначити початкову фазу напруги на активному опорі;
- записати миттєву напругу на активному опорі;
- визначити діюче значення напруги на реактивному опорі;
- визначити амплітудне значення напруги на реактивному опорі;
- визначити початкову фазу напруги на реактивному опорі;
- записати миттєву напругу на реактивному опорі;
- визначити коефіцієнт потужності даного електричного кола;
- побудувати в масштабі векторну діаграму напруг і струму (для діючих значень).

12. Скласти розрахункову схему електричного кола при включеному вимикачі **S6** (решта вимикачі вимкнені), прийнявши наступні допущення:

- опором проводів, що з'єднують елементи кола, знехтувати;
- опором амперметра і струмової обмотки ватметра знехтувати;
- опір вольтметра і обмотки напруги ватметра вважати рівними нескінченності.

13. Виконати розрахунок електричного кола:

- записати діюче значення напруги на затискаях електричного кола;

- визначити амплітудне значення напруги на затисках електричного кола;
- записати миттєву напругу на затисках кола, прийнявши початкову фазу її рівною 30° ;
- записати діюче значення сили електричного струму в електричному колі;
- записати активну потужність електричного кола;
- визначити повну потужність електричного кола;
- визначити реактивну потужність електричного кола;
- визначити ємнісну потужність, яку споживає конденсатор з електричної мережі;
- визначити індуктивну потужність, яку споживає котушка з електричної мережі;
- визначити повний опір електричного кола;
- визначити активний опір електричного кола;
- визначити реактивний опір електричного кола;
- визначити індуктивний опір котушки;
- визначити індуктивність котушки;
- визначити ємність конденсатора;
- визначити кут зсуву фаз в електричному колі;
- визначити амплітудне значення синусоїдального електричного струму в електричному колі;
- визначити початкову фазу синусоїдального електричного струму в електричному колі;
- записати миттєвий синусоїдальний електричний струм в електричному колі;
- визначити діюче значення напруги на активному опорі;
- визначити амплітудне значення напруги на активному опорі;
- визначити початкову фазу напруги на активному опорі;
- записати миттєву напругу на активному опорі;

- визначити діюче значення напруги на індуктивному опорі;
- визначити амплітудне значення напруги на індуктивному опорі;
- визначити початкову фазу напруги на індуктивному опорі;
- записати миттєву напругу на індуктивному опорі;
- визначити діюче значення напруги на ємнісному опорі;
- визначити амплітудне значення напруги на ємнісному опорі;
- визначити початкову фазу напруги на ємнісному опорі;
- записати миттєву напругу на ємнісному опорі;
- визначити коефіцієнт потужності даного електричного кола;
- якою повинна бути величина ємності конденсатора, що б у даному колі виник резонанс напруги;
- побудувати в масштабі векторну діаграму напруг і струму (для діючих значень).

**Варіанти вихідних даних до тематичного комплексного
кваліфікаційного завдання**

Таблиця 3.22

Варіанти	Показання приладів при влюченном вимикачі S1	Показання приладів при влюченном вимикачі S2	Показання приладів при влюченном вимикачі S3	Показання приладів при влюченном вимикачі S4	Показання приладів при влюченном вимикачі S5	Показання приладів при влюченном вимикачі S5
1	$I = 20 A$	$I = 20 A$	$I = 20 A$	$I = 20 A$	$I = 20 A$	$I = 20 A$
	$U = 200B$	$U = 200B$	$U = 200B$	$U = 200B$	$U = 200B$	$U = 200B$
	$P = 4000Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 2400Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 3200Bm$	$P = 3200Bm$ $x_c = 4 Ом$
2	$I = 10 A$	$I = 10 A$	$I = 10 A$	$I = 10 A$	$I = 10 A$	$I = 10 A$
	$U = 400B$	$U = 400B$	$U = 400B$	$U = 400B$	$U = 400B$	$U = 400B$
	$P = 4000Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 3200Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 2400Bm$	$P = 2400Bm$ $x_c = 3 Ом$
3	$I = 5 A$	$I = 5 A$	$I = 5 A$	$I = 5 A$	$I = 5 A$	$I = 5 A$
	$U = 100B$	$U = 100B$	$U = 100B$	$U = 100B$	$U = 100B$	$U = 100B$
	$P = 500Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 300Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 400Bm$	$P = 300Bm$ $x_c = 8 Ом$
4	$I = 22 A$	$I = 22 A$	$I = 22 A$	$I = 22 A$	$I = 22 A$	$I = 22A$
	$U = 220B$	$U = 220B$	$U = 220B$	$U = 220B$	$U = 220B$	$U = 220B$
	$P = 4840Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 3872Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 2904Bm$	$P = 3872Bm$ $x_c = 4 Ом$
5	$I = 10 A$	$I = 10 A$	$I = 10 A$	$I = 10 A$	$I = 10 A$	$I = 10 A$
	$U = 370B$	$U = 370B$	$U = 370B$	$U = 370B$	$U = 370B$	$U = 370B$
	$P = 3700Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 3500Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 1200Bm$	$P = 3500Bm$ $x_c = 10 Ом$
6	$I = 6 A$	$I = 6 A$	$I = 6 A$	$I = 6 A$	$I = 6 A$	$I = 6 A$
	$U = 120B$	$U = 120B$	$U = 120B$	$U = 120B$	$U = 120B$	$U = 120B$
	$P = 720Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 432Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 576Bm$	$P = 576Bm$ $x_c = 5 Ом$
7	$I = 2 A$	$I = 2 A$	$I = 2 A$	$I = 2 A$	$I = 2 A$	$I = 2 A$
	$U = 100B$	$U = 100B$	$U = 100B$	$U = 100B$	$U = 100B$	$U = 100B$
	$P = 200Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 160 Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 160Bm$	$P = 160Bm$ $x_c = 5 Ом$
8	$I = 4 A$	$I = 4 A$	$I = 4 A$	$I = 4 A$	$I = 4 A$	$I = 4 A$
	$U = 148B$	$U = 148B$	$U = 148B$	$U = 148B$	$U = 148B$	$U = 148B$
	$P = 592Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 192 Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 192Bm$	$P = 192Bm$ $x_c = 7 Ом$

Варіанти	Показання приладів при влюченном вимикачі S1	Показання приладів при влюченном вимикачі S2	Показання приладів при влюченном вимикачі S3	Показання приладів при влюченном вимикачі S4	Показання приладів при влюченном вимикачі S5	Показання приладів при влюченном вимикачі S5
9	$I = 2 A$	$I = 2 A$	$I = 2 A$	$I = 2 A$	$I = 2 A$	$I = 2 A$
	$U = 200B$	$U = 200B$	$U = 200B$	$U = 200B$	$U = 200B$	$U = 200B$
	$P = 400Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 240 Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 320Bm$	$P = 240Bm$ $x_c = 10 Ом$
10	$I = 15 A$	$I = 15 A$	$I = 15 A$	$I = 15 A$	$I = 15 A$	$I = 15 A$
	$U = 150B$	$U = 150B$	$U = 150B$	$U = 150B$	$U = 150B$	$U = 150B$
	$P = 2250Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 1350Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 1800Bm$	$P = 1350Bm$ $x_c = 12 Ом$
11	$I = 25 A$	$I = 25 A$	$I = 25 A$	$I = 25 A$	$I = 25 A$	$I = 25 A$
	$U = 375B$	$U = 375B$	$U = 375B$	$U = 375B$	$U = 375B$	$U = 375B$
	$P = 9375Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 7500Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 5625Bm$	$P = 5625Bm$ $x_c = 5 Ом$
12	$I = 15 A$	$I = 15 A$	$I = 15 A$	$I = 15 A$	$I = 15 A$	$I = 15 A$
	$U = 225B$	$U = 225B$	$U = 225B$	$U = 225B$	$U = 225B$	$U = 225B$
	$P = 3375Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 2700Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 2700Bm$	$P = 2025Bm$ $x_c = 12 Ом$
13	$I = 19 A$	$I = 19 A$	$I = 19 A$	$I = 19 A$	$I = 19 A$	$I = 19 A$
	$U = 380B$	$U = 380B$	$U = 380B$	$U = 380B$	$U = 380B$	$U = 380B$
	$P = 7220Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 4332Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 4332Bm$	$P = 5776Bm$ $x_c = 2 Ом$
14	$I = 8 A$	$I = 8 A$	$I = 8 A$	$I = 8 A$	$I = 8 A$	$I = 8 A$
	$U = 160B$	$U = 160B$	$U = 160B$	$U = 160B$	$U = 160B$	$U = 160B$
	$P = 1280Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 768Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 1024Bm$	$P = 768Bm$ $x_c = 12 Ом$
15	$I = 17 A$	$I = 17 A$	$I = 17 A$	$I = 17 A$	$I = 17 A$	$I = 17 A$
	$U = 85B$	$U = 85B$	$U = 85B$	$U = 85B$	$U = 85B$	$U = 85B$
	$P = 1445Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 1156Bm$	$P = 0 Bm$	$P = 876Bm$	$P = 876Bm$ $x_c = 5 Ом$

Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь

Умова. Індуктивна котушка підключена до джерела змінного синусоїдальної струму напругою $u = 141 \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ В}$. Параметри котушки: активний опір дорівнює **8 Ом**, індуктивний опір дорівнює **6 Ом**.

Частина 1

- Завдання 1.** Визначити значення повного опору котушки в омах.
- Завдання 2.** Визначити діюче значення сили електричного струму в амперах.
- Завдання 3.** Визначити значення активної потужності в ватах.
- Завдання 4.** Визначити значення реактивної потужності в вольт-амперах реактивних.
- Завдання 5.** Визначити значення повної потужності в вольт-амперах.

Частина 2

- Завдання 6.** Визначити кут зсуву фаз в градусах з точністю до одиниць.
- Завдання 7.** Визначити початкову фазу сили електричного струму в градусах.
- Завдання 8.** Записати вираз миттєвого струму котушки.

Частина 3

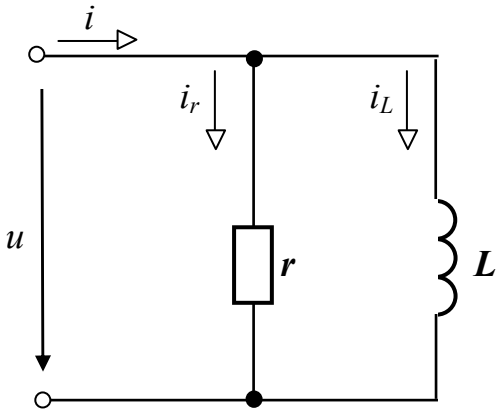
- Завдання 9.** Записати вираз миттєвої реактивної потужності, прийнявши початкову фазу струму рівною нулю.
- Завдання 10.** Записати вираз миттєвої активної потужності, прийнявши початкову фазу струму рівною нулю.

ТЕМА 4
РОЗГАЛУЖЕНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА
ЗМІННОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ

*Завдання інформаційно – репродуктивного і
практично - стереотипного характеру*

4.1. Електричне коло змінного синусоїдного струму з паралельно з'єднаними резистором та ідеальною котушкою.

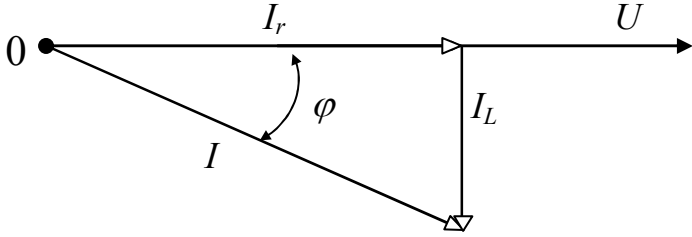
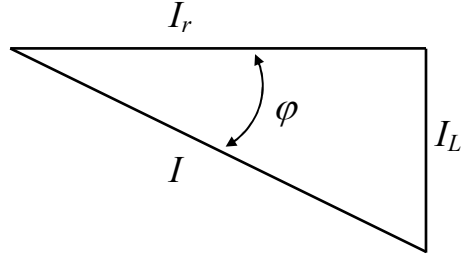
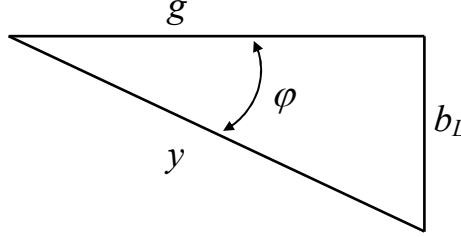
Таблиця 4.1

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
	<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: активний опір резистора r; індуктивність ідеальної котушки L; напруга на затисках ідеального генератора $u = U_m \cdot \sin \omega t$; сила електричного струму джерела i; сила електричного струму у розгалуженні з активним опором i_r; сила електричного струму у розгалуженні з індуктивністю i_L.</p> 	
1.	Що таке активна провідність?	
2.	Запишіть математичний вираз для визначення активної провідності кола з паралельним з'єднанням активного опору та ідеальної котушки.	
3.	Що таке індуктивна провідність?	
4.	Запишіть математичний вираз для визначення індуктивної провідності кола з паралельним з'єднанням активного опору та ідеальної котушки.	
5.	Що таке повна провідність?	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
6.	Запишіть математичний вираз для визначення повної провідності кола з паралельним з'єднанням активного опору та ідеальної котушки.	
7.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму у розгалуженні з активним опором.	
8.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму у розгалуженні з індуктивністю.	
9.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в загальному розгалуженні.	
10.	Побудуйте векторну діаграму напруги і струмів у колі (для діючих значень).	
11.	Побудуйте трикутник діючих значень струмів для даного кола.	
12.	Перетворіть трикутник струмів у трикутник провідностей, поділивши діючі значення сил струмів на діюче значення напруги.	
13.	Установіть зв'язок між активною, індуктивною та повною провідностями, використовуючи трикутник провідностей.	
14.	Запишіть математичний вираз для визначення кута зсуву фаз за допомогою провідностей даного кола.	

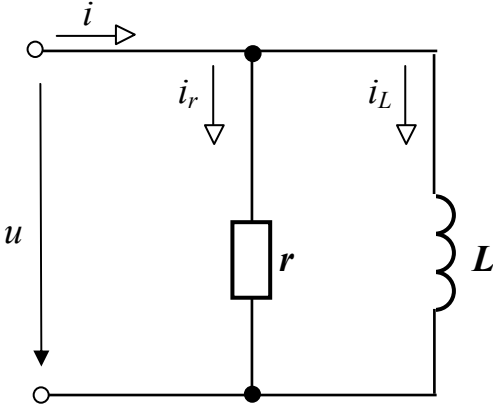
У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 21$.

Таблиця 4.1а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$b_L \cdot U_m \sin(\omega \cdot t - 90^\circ)$.
2.	$\frac{1}{z}$.
3.	$\sqrt{g^2 + b_L^2}$.
4.	
5.	$\arctg \frac{b_L}{g}$.
6.	$\frac{1}{r}$.
7.	
8.	Фізична величина, яка зворотна активному опору.
9.	$y \cdot U_m \sin(\omega \cdot t - \varphi)$.
10.	$\frac{1}{x_L}$.
11.	$g \cdot U_m \sin \omega \cdot t$.
12.	Фізична величина, яка зворотна повному опору кола.
13.	Фізична величина, яка зворотна індуктивному опору.
14.	 $I_r = g \cdot U ;$ $I_L = b_L \cdot U ;$ $I = y \cdot U .$

4.1. Електричне коло змінного синусоїдного струму з паралельно з'єднаними резистором та ідеальною котушкою.

Таблиця 4.2

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: активний опір резистора $r = 5 \text{ Ом}$, індуктивність ідеальної котушки $L = 12,74 \text{ мГн}$, напруга на затисках джерела $u = 282 \cdot \sin \omega \cdot t \text{ В}$. Частота струму у колі $f = 50 \text{ Гц}$.</p> 		
1.	Визначте активну провідність кола в сіменсах.	
2.	Визначте індуктивний опір котушки в омах.	
3.	Визначте індуктивну провідність кола в сіменсах.	
4.	Визначте повну провідність кола в сіменсах.	
5.	Визначте кут зсуву фаз.	
6.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в резисторі в амперах.	
7.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в резисторі.	
8.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в ідеальній котушці в амперах.	
9.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в ідеальній котушці.	
10.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в загальному розгалуженні в амперах.	
11.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в загальному розгалуженні.	

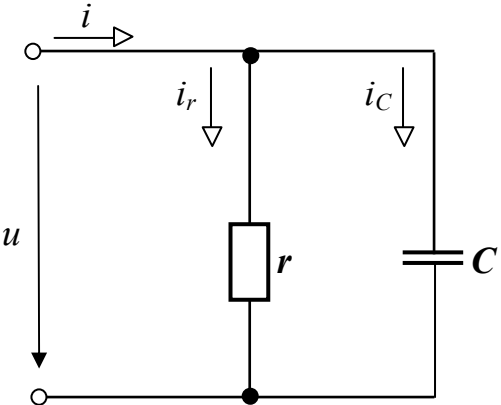
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = -16$.

Таблиця 4.2а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$70,5 \sin(\omega \cdot t - 90^\circ)$.
2.	51° .
3.	$90,24 \cdot \sin(\omega \cdot t - 51^\circ)$.
4.	0,25.
5.	90,24.
6.	70,5.
7.	$56,4 \cdot \sin \omega \cdot t$.
8.	0,2.
9.	56,4.
10.	0,32.
11.	4.

4.2. Електричне коло змінного синусоїдного струму з паралельно з'єднаними резистором та ідеальним конденсатором.

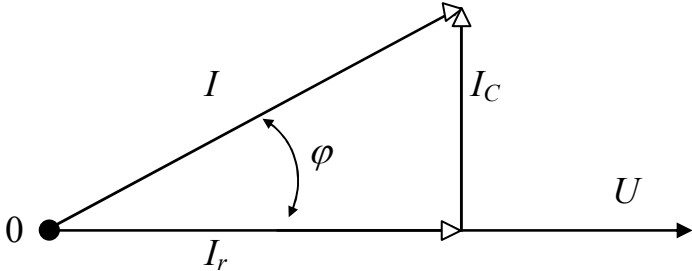
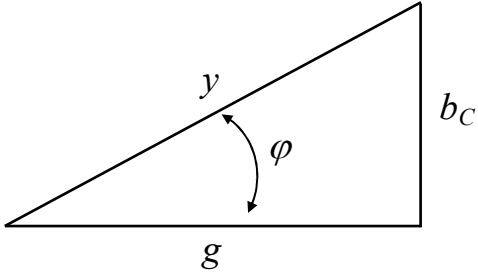
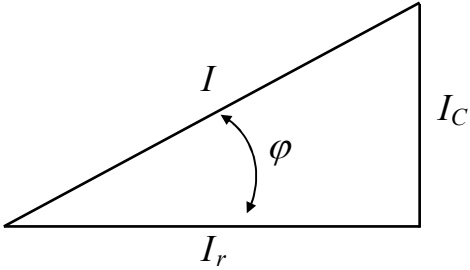
Таблиця 4.3

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: активний опір резистора r, ємність ідеального конденсатора C, напруга на затисках ідеального генератора $u = U_m \cdot \sin \omega t$, сила електричного струму джерела i, сила електричного струму у розгалуженні з активним опором i_r, сила електричного струму у розгалуженні з ємністю i_C.</p> 		
1.	Запишіть математичний вираз для визначення активної провідності кола з паралельним з'єднанням активного опору та ідеального конденсатора.	
2.	Що таке ємнісна провідність?	
3.	Запишіть математичний вираз для визначення ємнісної провідності кола з паралельним з'єднанням активного опору та ідеального конденсатора.	
4.	Запишіть математичний вираз для визначення повної провідності кола з паралельним з'єднанням активного опору та ідеального конденсатора.	
5.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в розгалуженні з активним опором.	
6.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в розгалуженні з ємністю.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
7.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в загальному розгалуженні.	
8.	Побудуйте векторну діаграму напруги і струмів у колі (для діючих значень).	
9.	Побудуйте трикутник діючих значень струмів для даного кола.	
10.	Перетворіть трикутник струмів у трикутник провідностей, поділивши діючі значення сил струмів на діюче значення напруги.	
11.	Установіть зв'язок між активною, ємнісною та повною провідностями, використовуючи трикутник провідностей.	
12.	Запишіть математичний вираз для визначення кута зсуву фаз за допомогою провідностей даного кола.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 34$.

Таблиця 4.3а

Номер відповіді	Відповіді
1.	
2.	$\frac{1}{z}$.
3.	$\arctg \frac{b_c}{g}$.
4.	Фізична величина, яка зворотна ємнісному опору.
5.	 <div style="float: right; margin-top: 10px;"> $I_r = g \cdot U;$ $I_c = b_c \cdot U;$ $I = y \cdot U.$ </div>
6.	$y \cdot U_m \sin(\omega \cdot t + \varphi).$
7.	$b_c \cdot U_m \sin(\omega \cdot t + 90^\circ).$
8.	$\frac{1}{r}$.
9.	
10.	$g \cdot U_m \sin \omega \cdot t.$
11.	$\sqrt{g^2 + b_c^2}.$
12.	$\frac{1}{x_c}$.

4.2. Електричне коло змінного синусоїдного струму з паралельно з'єднаними резистором та ідеальним конденсатором.

Таблиця 4.4

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: активний опір резистора $r = 4 \text{ Ом}$, ємність ідеального конденсатора $C = 636,94 \text{ мкФ}$, напруга на затисках джерела $u = 282 \cdot \sin(\omega \cdot t - 20^\circ) \text{ В}$. Частота струму у колі $f = 50 \text{ Гц}$.</p> 		
1.	Визначте активну провідність кола в сіменсах.	
2.	Визначте ємнісний опір конденсатора в омах.	
3.	Визначте ємнісну провідність кола в сіменсах.	
4.	Визначте повну провідність кола в сіменсах.	
5.	Визначте кут зсуву фаз.	
6.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в резисторі в амперах.	
7.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в резисторі.	
8.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в ідеальному конденсаторі в амперах.	
9.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в ідеальному конденсаторі.	
10.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в загальному розгалуженні в амперах.	
11.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в загальному розгалуженні.	

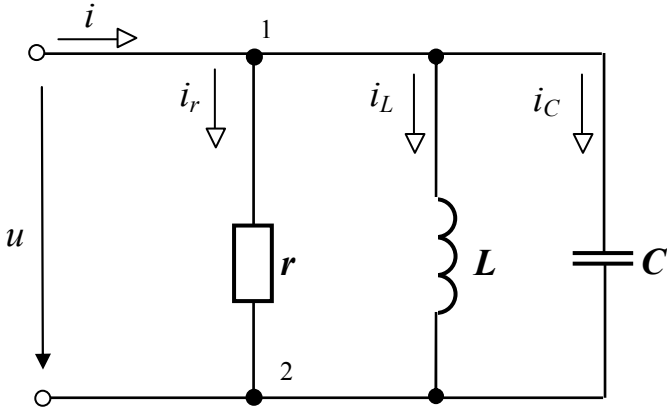
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = -6$.

Таблиця 4.4а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$70,5 \cdot \sin(\omega \cdot t - 20^\circ)$.
2.	0,32.
3.	0,2.
4.	56,4.
5.	$90,24 \cdot \sin(\omega \cdot t + 19^\circ)$.
6.	0,25.
7.	39° .
8.	$56,4 \sin(\omega \cdot t + 70^\circ)$.
9.	90,24.
10.	70,5.
11.	5.

4.3. Електричне коло змінного синусоїдного струму з паралельно з'єднаними резистором, ідеальною котушкою та ідеальним конденсатором.

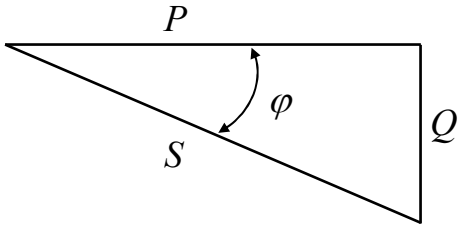
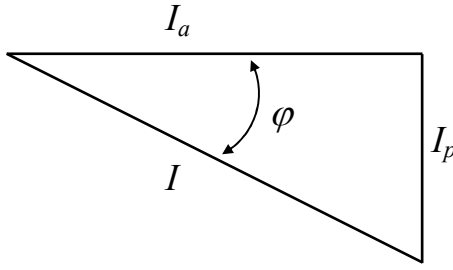
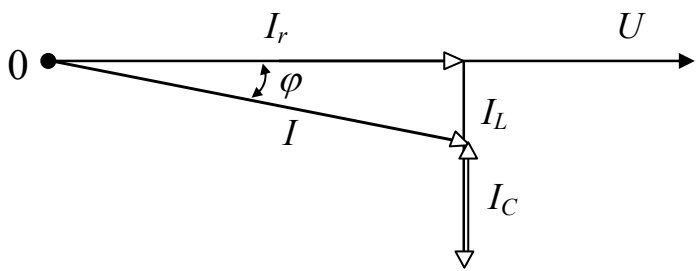
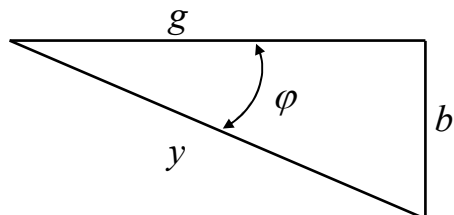
Таблиця 4.5

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: активний опір резистора r, індуктивність ідеальної котушки L, ємність ідеального конденсатора C, напруга на затисках генератора $u = U_m \cdot \sin \omega t$, сила електричного струму джерела i, сила електричного струму у розгалуженні з активним опором i_r, сила електричного струму у розгалуженні з індуктивністю i_L, сила електричного струму у розгалуженні з ємністю i_C.</p> 		
1.	Запишіть рівняння за 1-м законом Кірхгофа для вузла 1 наведеної розрахункової схеми (для миттєвих значень).	
2.	Запишіть вираз миттєвого струму в загальному електричному колі, підставивши в рівняння Кірхгофа миттєві сили струмів у розгалуженнях даного кола.	
3.	Побудуйте векторну діаграму напруги і струмів у колі (для діючих значень).	
4.	Запишіть вираз миттєвої сили струму в загальному електричному колі, використовуючи векторну діаграму, з урахуванням кута зсуву фаз.	
5.	Побудуйте трикутник діючих значень струмів для даного кола.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
6.	Запишіть розрахункову формулу реактивної складової сили струму даного кола, використовуючи трикутник струмів.	
7.	Перетворіть трикутник струмів у трикутник провідностей, поділивши діючі значення сил струмів на діюче значення напруги.	
8.	Запишіть розрахункову формулу реактивної провідності даного кола.	
9.	Установіть зв'язок між активною, індуктивною, ємнісною та повною провідностями, використовуючи трикутник провідностей.	
10.	Запишіть математичний вираз для визначення кута зсуву фаз за допомогою провідностей даного кола.	
11.	Отримайте з трикутника провідності трикутник потужностей і побудуйте його.	
12.	Запишіть розрахункову формулу реактивної потужності даного кола.	
13.	Установіть зв'язок між активною, індуктивною, ємнісною та повною потужностями, використовуючи трикутник потужностей.	

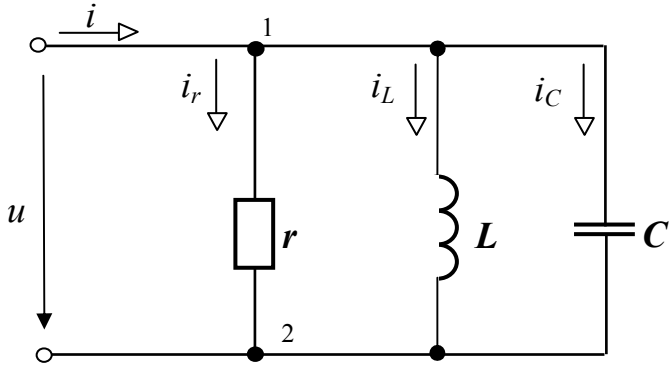
У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 33$.

Таблиця 4.5а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$Q_L - Q_C$.
2.	$I_m \sin(\omega \cdot t - \varphi)$.
3.	 $P = g \cdot U^2;$ $Q = b \cdot U^2;$ $S = y \cdot U^2.$
4.	$g \cdot U_m \sin \omega \cdot t + b_L \cdot U_m \sin(\omega \cdot t - 90^\circ) + b_C \cdot U_m \sin(\omega \cdot t + 90^\circ)$.
5.	
6.	$b_L - b_C$.
7.	$I_L - I_C$.
8.	$\sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$.
9.	$\arctg \frac{b}{g}$.
10.	
11.	$i_r + i_L + i_C$.
12.	$\sqrt{g^2 + b^2} = \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2}$.
13.	 $I_a = g \cdot U;$ $I_p = b \cdot U;$ $I = y \cdot U.$

4.3. Електричне коло змінного синусоїдного струму з паралельно з'єднаними резистором, ідеальною котушкою та ідеальним конденсатором.

Таблиця 4.6

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: напруга на затисках генератора $u = 141,4 \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ В}$, активний опір резистора $r = 10 \text{ Ом}$, індуктивність ідеальної котушки $L = 38,2 \text{ мГн}$, ємність ідеального конденсатора $C = 127,39 \text{ мкФ}$. Частота струму в колі $f = 50 \text{ Гц}$.</p> 		
1.	Визначте індуктивний опір котушки в омах.	
2.	Визначте ємнісний опір конденсатора в омах.	
3.	Визначте активну провідність резистора в сіменсах.	
4.	Визначте індуктивну провідність ідеальної котушки в сіменсах.	
5.	Визначте ємнісну провідність ідеального конденсатора в сіменсах.	
6.	Визначте реактивну провідність даного електричного кола в сіменсах.	
7.	Визначте повну провідність даного електричного кола в сіменсах.	
8.	Визначте кут зсуву фаз даного електричного кола.	
9.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в резисторі в амперах.	
10.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в резисторі.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
11.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в ідеальній котушці в амперах.	
12.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в ідеальній котушці.	
13.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в ідеальному конденсаторі в амперах.	
14.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в ідеальному конденсаторі.	
15.	Розрахуйте амплітудне значення синусоїдального електричного струму в електричному колі в амперах.	
16.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в електричному колі.	
17.	Розрахуйте активну потужність, яку споживає електричне коло в ватах.	
18.	Розрахуйте реактивну потужність індуктивності в вольт-амперах реактивних.	
19.	Розрахуйте реактивну потужність ємності в вольт-амперах реактивних.	
20.	Розрахуйте реактивну потужність даного електричного кола в вольт-амперах реактивних.	
21.	Розрахуйте повну потужність, яку споживає електричне коло в вольт-амперах.	
22.	Визначте коефіцієнт потужності електричного кола.	

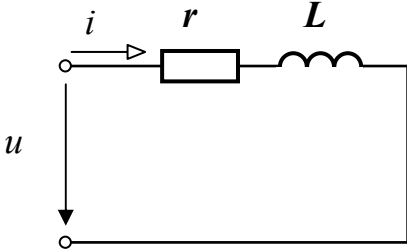
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 29$.

Таблиця 4.6а

Номер відповіді	Відповіді
1.	5,65.
2.	0,1.
3.	25.
4.	0,043.
5.	$11,74 \cdot \sin(\omega \cdot t - 60^\circ)$.
6.	0,083.
7.	$14,14 \cdot \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$.
8.	14,14.
9.	23°.
10.	0,109.
11.	$5,65 \cdot \sin(\omega \cdot t + 120^\circ)$.
12.	0,04.
13.	12.
14.	11,74.
15.	830.
16.	$15,41 \cdot \sin(\omega \cdot t + 7^\circ)$.
17.	0,917.
18.	15,41.
19.	430.
20.	400.
21.	1000.
22.	1090.

4.4. Еквівалентні розрахункові схеми.

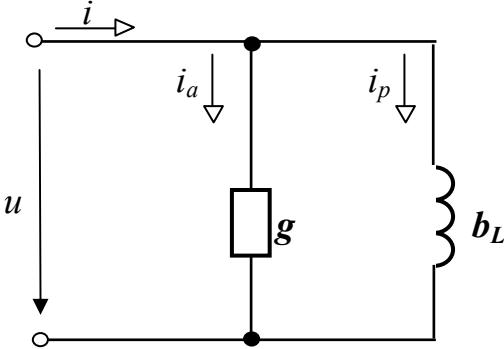
Таблиця 4.7

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: напруга на за- тисках ідеального генератора $u = 141,4 \sin \omega t \text{ В}$, активний опір резис- тора $r = 3 \text{ Ом}$, індуктивний опір ідеальної котушки $x_L = 4 \text{ Ом}$.</p> 		
1.	Переліchte умови еквівалентного перетворення електричного кола.	
2.	Перетворіть розрахункову схему електричного кола з послідовним з'єднанням активного опору й ідеальної котушки в еквівалентну розрахункову схему з паралельним з'єднанням цих елементів.	
3.	Запишіть математичний вираз для визначення активної провідності еквівалентної розрахункової схеми з паралельним з'єднанням елементів кола.	
4.	Визначте активну провідність еквівалентної розрахункової схеми в сіменсах.	
5.	Запишіть математичний вираз для визначення індуктивної провідності еквівалентної розрахункової схеми з паралельним з'єднанням елементів кола.	
6.	Визначте індуктивну провідність еквівалентної розрахункової схеми в сіменсах.	
7.	Запишіть математичний вираз для визначення повної провідності еквівалентної розрахункової схеми з паралельним з'єднанням елементів кола.	
8.	Визначте повну провідність еквівалентної розрахункової схеми в сіменсах.	
9.	Визначте кут зсуву фаз у колі.	
10.	Розрахуйте діюче значення сили електричного струму в загальному розгалуженні в амперах.	
11.	Розрахуйте діюче значення активної складової сили електричного струму в колі в амперах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
12.	Розрахуйте діюче значення реактивної складової сили електричного струму в колі в амперах.	

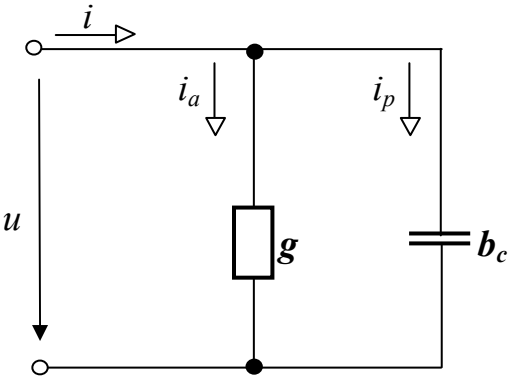
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 14$.

Таблиця 4.7а

Номер відповіді	Відповіді
1.	20.
2.	
3.	12.
4.	$\frac{x_L}{z^2} = \frac{x_L}{r^2 + x_L^2}$
5.	0,12.
6.	16.
7.	53°.
8.	0,2.
9.	- напруга на затисках електричного кола не змінюється; - сила електричного струму у загальному розгалуженні не змінюється.
10.	0,16.
11.	$\frac{r}{z^2} = \frac{r}{r^2 + x_L^2}$
12.	$\frac{1}{z} = \frac{1}{\sqrt{r^2 + x_L^2}}$

4.4. Еквівалентні розрахункові схеми.

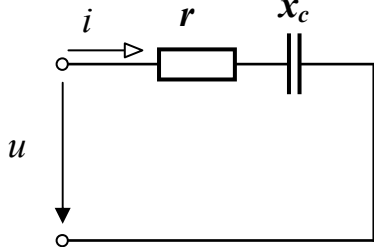
Таблиця 4.8

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: напруга на затисках генератора $u = 141,4 \sin \omega t$ В, активна провідність резистора $g = 0,03$ См, ємнісна провідність ідеального конденсатора $b_c = 0,04$ См.</p>  <p>The diagram shows an AC circuit with three parallel branches connected to a common voltage source u. The first branch contains a conductance g, with current i_a flowing downwards. The second branch contains a capacitive susceptance b_c, with current i_p flowing downwards. The total current i is shown entering the top terminal from the left.</p>		
1.	Розрахуйте діюче значення активної складової сили електричного струму в колі в амперах.	
2.	Розрахуйте діюче значення реактивної складової сили електричного струму в колі в амперах	
3.	Розрахуйте діюче значення сили електричного струму в загальному розгалуженні в амперах.	
4.	Перетворіть розрахункову схему електричного кола з паралельним з'єднанням активного опору й ідеального конденсатора в еквівалентну розрахункову схему з послідовним з'єднанням цих елементів.	
5.	Запишіть математичний вираз для визначення активного опору еквівалентної розрахункової схеми з послідовним з'єднанням елементів кола.	
6.	Визначте активний опір еквівалентної розрахункової схеми в омах.	
7.	Запишіть математичний вираз для визначення ємнісного опору еквівалентної розрахункової схеми з послідовним з'єднанням елементів кола.	
8.	Визначте ємнісний опір еквівалентної розрахункової схеми в омах.	
9.	Запишіть математичний вираз для визначення повного опору еквівалентної розрахункової схеми з послідовним з'єднанням елементів кола.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
10.	Визначте повний опір еквівалентної розрахункової схеми в омах.	
11.	Визначте кут зсуву фаз у колі.	
12.	Розрахуйте діюче значення сили електричного струму в загальному розгалуженні в амперах, використовуючи закон Ома. Порівняйте отримане значення з п.3.	

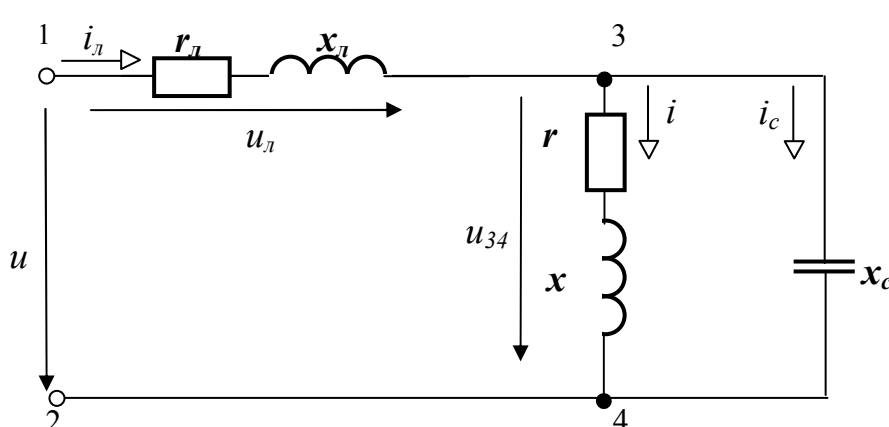
У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 4$.

Таблиця 4.8а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$\frac{1}{y} = \frac{1}{\sqrt{g^2 + b_c^2}}$.
2.	16.
3.	5 = 5.
4.	$\frac{g}{y^2} = \frac{g}{g^2 + b_c^2}$.
5.	
6.	5.
7.	53°.
8.	4.
9.	12.
10.	20.
11.	$\frac{b_c}{y^2} = \frac{b_c}{g^2 + b_c^2}$.
12.	3.

4.5. Розрахунок розгалужених кіл методом провідностей.

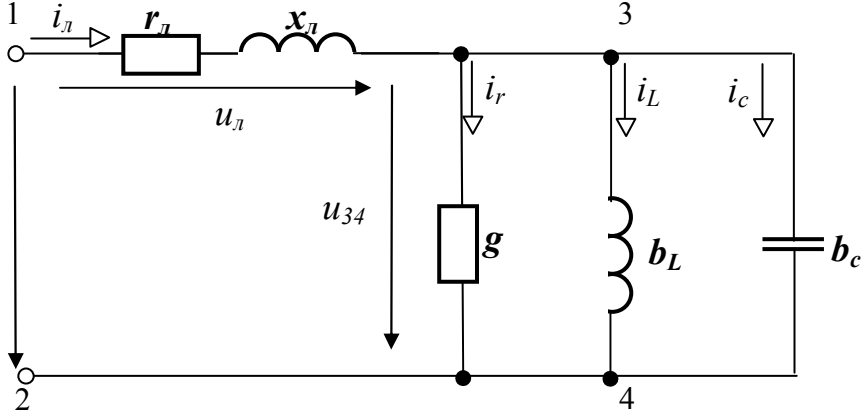
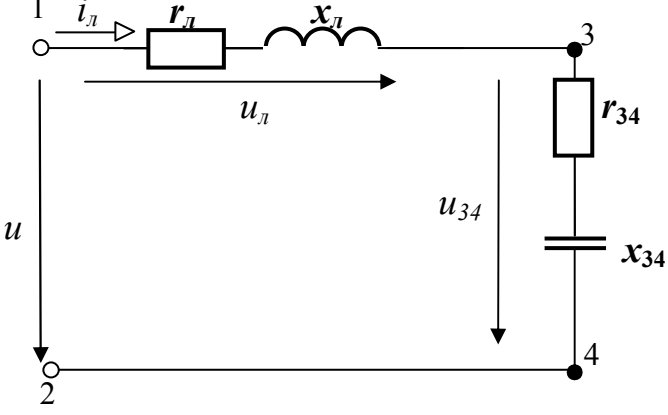
Таблиця 4.9

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: напруга на затисках генератора $u = 282 \cdot \sin(\omega \cdot t + 30^\circ) \text{ В}$; параметри лінії електропередачі $r_l = 1,5 \text{ Ом}$, $x_l = 2 \text{ Ом}$; параметри котушки $r = 12 \text{ Ом}$, $x = 16 \text{ Ом}$; параметр ідеального конденсатора $x_c = 5 \text{ Ом}$.</p> 		
1.	Розрахуйте ємнісну провідність конденсатора в сіменсах.	
2.	Розрахуйте активну провідність катушки в сіменсах.	
3.	Розрахуйте індуктивну провідність катушки в сіменсах.	
4.	Складіть розрахункову схему ділянки кола між вузлами 3 і 4, показавши провідності та струми.	
5.	Розрахуйте еквівалентну реактивну провідність між вузлами 3 і 4 в сіменсах.	
6.	Складіть розрахункову схему кола між вузлами 3 і 4, показавши провідності g , b та струми.	
7.	Розрахуйте еквівалентну повну провідність між вузлами 3 і 4 в сіменсах.	
8.	Розрахуйте активний опір еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 (r_{34}) в омах.	
9.	Розрахуйте реактивний опір еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 (x_{34}) в омах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
10.	Розрахуйте повний опір еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 (z_{34}) в омах.	
11.	Визначте еквівалентний кут зсуву фаз на ділянці кола між вузлами 3 і 4 (φ_{34}).	
12.	Замініть паралельну ділянку кола між вузлами 3 і 4 на еквівалентну послідовну з опорами r_{34} і x_{34} та складіть розрахункову схему.	
13.	Визначте еквівалентний активний опір всього кола (r_e) в омах.	
14.	Визначте еквівалентний реактивний опір всього кола (x_e) в омах.	
15.	Визначте еквівалентний повний опір всього кола (z_e) в омах.	
16.	Визначте еквівалентний кут зсуву фаз всього кола (φ_e).	
17.	Розрахуйте діюче значення сили електричного струму в лінії електропередачі (I_L) в амперах.	
18.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в лінії електропередачі.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 11$.

Таблиця 4.9а

Номер відповіді	Відповіді
1.	-6,02.
2.	
3.	6,13.
4.	0,03.
5.	0,163.
6.	1,13.
7.	
8.	0,2.
9.	2,63.
10.	0,04.
11.	-4,02.
12.	-0,16.
13.	57°.
14.	4,82.
15.	79°.

Номер відповіді	Відповіді
16.	
17.	41,5.
18.	$58,7 \sin(\omega \cdot t + 87^\circ)$.

Продовження завдання
(умову дивись в табл. 4.9)

Таблиця 4.10

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Розрахуйте діюче значення напруги на затисках 3 і 4 (U_{34}) в вольтах.	
2.	Запишіть вираз миттєвої напруги на затисках 3 і 4.	
3.	Розрахуйте діюче значення сили електричного струму в конденсаторі (I_C) в амперах.	
4.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в конденсаторі.	
5.	Розрахуйте повний опір котушки в омах.	
6.	Визначте кут зсуву фаз котушки.	
7.	Розрахуйте діюче значення сили електричного струму в котушці (I) в амперах.	
8.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в котушці.	
9.	Розрахуйте діюче значення активної складової сили електричного струму в котушці (I_r) в амперах.	
10.	Запишіть вираз миттєвої активної складової сили електричного струму в котушці.	
11.	Розрахуйте діюче значення реактивної складової сили електричного струму в котушці (I_L) в амперах.	
12.	Запишіть вираз миттєвої реактивної складової сили електричного струму в котушці.	
13.	Розрахуйте діюче значення напруги на активному опорі котушки (U_r) в вольтах.	
14.	Запишіть вираз миттєвої напруги на активному опорі котушки.	
15.	Розрахуйте діюче значення напруги на реактивному опорі котушки (U_L) в вольтах.	
16.	Запишіть вираз миттєвої напруги на реактивному опорі котушки.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 34$.

Таблиця 4.10а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$18\sin(\omega \cdot t - 45^\circ)$.
2.	$215,8\sin(\omega \cdot t - 45^\circ)$.
3.	53° .
4.	20.
5.	$71,74\sin(\omega \cdot t + 98^\circ)$.
6.	50,88.
7.	$287,8\sin(\omega \cdot t + 45^\circ)$.
8.	254,4.
9.	$14,38\sin(\omega \cdot t - 82^\circ)$.
10.	$10,8\sin(\omega \cdot t + 8^\circ)$.
11.	203,52.
12.	7,63.
13.	152,64.
14.	$358,7 \cdot \sin(\omega \cdot t + 8^\circ)$.
15.	10,17.
16.	12,72.

Продовження завдання
(умову дивись в табл. 4.9)

Таблиця 4.11

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Визначте повний опір лінії електропередачі (z_n) в омах.	
2.	Визначте кут зсуву фаз в лінії електропередачі.	
3.	Розрахуйте діюче значення напруги на активному опорі лінії електропередачі ($U_{rл}$) в вольтах.	
4.	Запишіть вираз миттєвої напруги на активному опорі лінії електропередачі.	
5.	Розрахуйте діюче значення напруги на індуктивному опорі лінії електропередачі ($U_{Lл}$) в вольтах.	
6.	Запишіть вираз миттєвої напруги на індуктивному опорі лінії електропередачі.	
7.	Розрахуйте діюче значення спадання напруги в лінії електропередачі (U_n) в вольтах.	
8.	Запишіть вираз миттєвого спадання напруги в лінії електропередачі.	
9.	Визначте втрати активної потужності в лінії електропередачі в ватах.	
10.	Визначте реактивну потужність, яку споживає лінія електропередачі в вольт-амперах реактивних.	
11.	Визначте повну потужність, яку споживає лінія електропередачі в вольт-амперах.	
12.	Визначте коефіцієнт потужності лінії електропередачі.	
13.	Визначте активну потужність, яку споживає все коло, в ваттах.	
14.	Визначте реактивну потужність, яку споживає все коло, в вольт-амперах реактивних.	
15.	Визначте повну потужність, яку споживає все коло, в вольт-амперах.	
16.	Визначте коефіцієнт потужності всього кола.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 28$.

Таблица 4.11а

Номер відповіді	Відповіді
1.	0,6.
2.	4529,5.
3.	3444,5.
4.	0,54.
5.	2,5.
6.	53°.
7.	$146,72 \sin(\omega \cdot t + 140^\circ)$.
8.	$117 \sin(\omega \cdot t + 177^\circ)$.
9.	2583,4.
10.	$88 \sin(\omega \cdot t + 87^\circ)$.
11.	103,75.
12.	62,25.
13.	83.
14.	8301,25.
15.	6923,45.
16.	4305,6.

Завдання експериментального характеру

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка містить лабораторний автотрансформатор TV , вольтметр pV , підключений до вторинних затисків лабораторного автотрансформатора TV , амперметр pA , включений послідовно з котушкою індуктивності K і ватметр pW . Для комутації кола передбачений вимикач SA .

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 4.1.

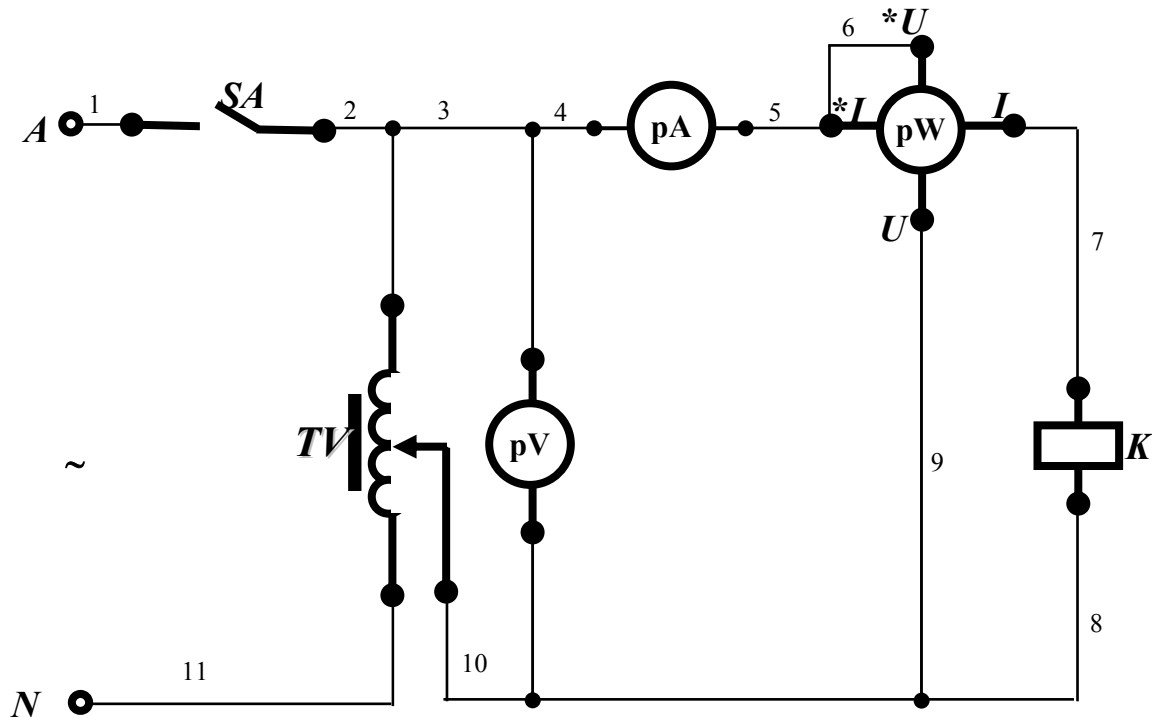


Рисунок 4.1 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 11 провідників (на схемі позначені номерами 1-11).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- опори з'єднувальних проводів, обмотки амперметра, струмової обмотки ватметра і контактів вимикача прийняті дорівнюють нулю;

- опори обмотки вольтметра і обмотки напруги ватметра дорівнюють нескінченності.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 4.2.

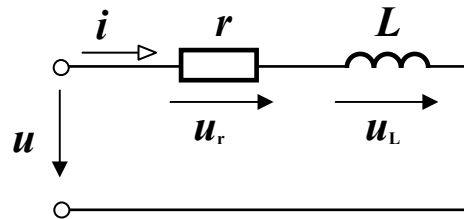


Рисунок 4.2 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

u – миттєва напруга на затисках кола, B .

i – миттєвий струм в електричному колі, A ;

r – активний опір котушки, Om ;

L – індуктивність котушки, $Гн$;

u_r – миттєва напруга на активному опорі котушки, B ;

u_L – миттєва напруга на індуктивності котушки, B .

Складаємо еквівалентну розрахункову схему кола з паралельним з'єднанням елементів, прийнявши ті ж допущення, що і зазначено вище.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 4.3.

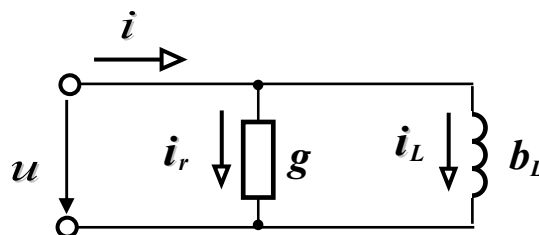


Рисунок 4.3 - Еквівалентна розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

i – миттєвий струм в електричному колі, A ;

u – миттєва напруга на затисках котушки, B ;

g – активна провідність котушки, Cm ;

b_L – індуктивна провідність котушки, Cm ;

i_r – активна складова миттєвого струму в котушці, A ;

i_L – реактивна складова миттєвого струму в котушці, A .

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола й зібрати її.

3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола та пояснити її.

3.3 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушці.

3.4 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушки.

3.5 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану котушкою.

3.6 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активний опір котушки.

3.7 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних повний опір котушки.

3.8 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних індуктивний опір котушки.

3.9 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних повну провідність котушки.

3.10 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних активну провідність котушки.

3.11 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних індуктивну провідність котушки.

3.12 Уміти побудувати за допомогою розрахункових даних трикутник провідностей котушки.

3.13 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних коефіцієнт потужності котушки.

3.14 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних діюче значення активної складової струму в котушці.

3.15 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних діюче значення реактивної складової струму в котушці.

3.16 Уміти побудувати за допомогою розрахункових даних трикутник діючих значень струмів котушки.

3.17 Уміти побудувати векторну діаграму діючих значень сил струмів і напруги котушки.

4. Завдання з виконання експериментального дослідження

4.1 Зібрати принципову електричну схему кола.

4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.

4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 4.12.

Таблиця 4.12

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів		
		U, V	I, A	P, W
1	Вимикач SA замкнений			

4.4 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушки.

4.5 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушці.

4.6 Визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану котушкою.

4.7 Визначити за допомогою експериментальних даних активний опір котушки, використовуючи рівняння:

$$P = r \cdot I^2.$$

4.8 Визначити за допомогою експериментальних даних повний опір котушки, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U}{z}.$$

4.9 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних реактивний опір котушки, використовуючи рівняння:

$$z = \sqrt{r^2 + x_L^2}.$$

4.10 Визначити за допомогою розрахункових даних повну провідність котушки, використовуючи рівняння:

$$y = \frac{1}{z}.$$

4.11 Визначити за допомогою розрахункових даних активну провідність котушки, використовуючи рівняння:

$$g = \frac{r}{z^2}.$$

4.11 Визначити за допомогою розрахункових даних індуктивну провідність котушки, використовуючи рівняння:

$$b_L = \frac{x_L}{z^2}.$$

4.12 Побудувати в обраному масштабі трикутник провідностей котушки в колі змінного синусоїдного струму.

4.13 Визначити за допомогою розрахункових даних кут зсуву фаз між напругою та струмом котушки, використовуючи рівняння:

$$\varphi = \arccos \frac{g}{z}.$$

4.14 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення активної складової струму в котушці, використовуючи рівняння:

$$I_r = g \cdot U.$$

4.15 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних діюче значення реактивної складової струму в котушці, використовуючи рівняння:

$$I_L = b_L \cdot U.$$

4.16 Побудувати в обраному масштабі трикутник діючих значень струмів котушки в колі змінного синусоїдного струму.

4.17 Побудувати в обраному масштабі векторну діаграму діючих значень напруги і струмів котушки в колі змінного синусоїдного струму.

4.18 Результати розрахунків занести в таблицю 4.13.

Таблиця 4.13

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло											
	$U,$ B	$I,$ A	$P,$ Bm	$r,$ Om	$z,$ Om	$x_L,$ Om	$y,$ Cm	$g,$ Cm	$b_L,$ Cm	$\varphi,$ <i>град</i>	$I_r,$ A	$I_L,$ A
1												

5. Структура звіту

5.1 Назва теми експериментального дослідження.

5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.

5.3 Розрахункова схема електричного кола.

5.4 Еквівалентна розрахункова схема електричного кола

5.5 Таблиця 4.12.

5.6 Таблиця 4.13.

5.7 Трикутник провідностей.

5.8 Трикутник струмів.

5.9 Векторна діаграма.

Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання

Умова

Розгалужене електричне коло змінного синусоїдного електричного струму складається з ідеального генератора синусоїдного електричного струму, лінії електропередачі і паралельно з'єднаних через вимикачі **S1**, **S2** відповідно котушки **K** і конденсатора **C**.

Ідеальний генератора розвиває електрорушійну силу e . Параметри лінії електропередачі: активний опір r_l , індуктивний опір x_l .

Параметри навантаження: активний опір котушки r , індуктивний опір котушки x , ємнісний опір конденсатора x_c .

Для вимірювання сил електричних струмів в лінії електропередачі, в котушці і конденсаторі передбачені амперметри. На початку і в кінці лінії електропередачі встановлені вольтметри.

Завдання

1. Скласти принципову електричну схему описаного електричного кола. Окремі елементи кола виділити жирними лініями, а їх з'єднуючі проводи – тонкими лініями.
2. Скласти розрахункову схему електричного кола, прийнявши наступні допущення:
 - опори прямого і зворотнього проводів лінії електропередачі зосередити в одному місці;
 - опорами проводів, які з'єднують елементи кола, зневажити;
 - опором амперметра зневажити;
 - опір вольтметра прийняти рівним нескінченності.

Виконати наступні позначення:

- позначити затискачі на початку лінії електропередачі цифрами **1** і **2**, а затискачі в кінці лінії електропередачі цифрами **3** і **4**;

- позначити силу електричного струму в лінії електропередачі i_l , силу електричного струму в котушці i , силу електричного струму в конденсаторі i_c , спадання напруги в лінії електропередачі u_l , напругу на затисках навантаження u_{34} .

3. Виконати розрахунок електричного кола:

- визначити ємнісну провідність конденсатора;
- визначити активну провідність котушки;
- визначити індуктивну провідність котушки;
- скласти розрахункову схему ділянки кола між вузлами 3 і 4, показавши всі привідності та сили струмів;
- визначити еквівалентну реактивну провідність між вузлами 3 і 4;
- визначити еквівалентну повну провідність між вузлами 3 і 4;
- скласти розрахункову схему кола між вузлами 3 і 4, показавши привідності g , b та сили струмів;
- визначити активний опір еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 (r_{34});
- визначити реактивний опір еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 (x_{34});
- визначити повний опір еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 (z_{34});
- визначити еквівалентний кут зсуву фаз на ділянці кола між вузлами 3 і 4 (φ_{34});
- замінити паралельну ділянку кола між вузлами 3 і 4 на еквівалентну послідовну з опорами r_{34} і x_{34} ;
- визначити еквівалентний активний опір всього кола (r_e);
- визначити еквівалентний реактивний опір всього кола (x_e);
- визначити еквівалентний повний опір всього кола (z_e);
- визначити еквівалентний кут зсуву фаз всього кола (φ_e);
- визначити діюче значення сили електричного струму в лінії електропередачі (I_l);

- записати вираз миттєвої сили електричного струму в лінії електропередачі;
- визначити діюче значення напруги на затисках 3 і 4 (U_{34});
- записати вираз миттєвої напруги на затисках 3 і 4;
- визначити діюче значення сили електричного струму в конденсаторі (I_c);
- записати вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в конденсаторі;
- визначити повний опір котушки;
- визначити кут зсуву фаз котушки;
- визначити діюче значення сили електричного струму в котушці (I);
- записати вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в котушці;
- визначити діюче значення активної складової сили електричного струму в котушці (I_r);
- записати вираз миттєвої активної складової сили електричного струму в котушці;
- визначити діюче значення реактивної складової сили електричного струму в котушці (I_L);
- записати вираз миттєвої реактивної складової сили електричного струму в котушці;
- визначити діюче значення напруги на активному опорі котушки (U_r);
- записати вираз миттєвої напруги на активному опорі котушки;
- визначити діюче значення напруги на реактивному опорі котушки (U_L);
- записати вираз миттєвої напруги на реактивному опорі котушки;
- визначити повний опір лінії електропередачі (z_l);
- визначити кут зсуву фаз в лінії електропередачі;

- визначити діюче значення напруги на активному опорі лінії електропередачі (U_{ra});
- записати вираз миттєвої напруги на активному опорі лінії електропередачі;
- визначити діюче значення напруги на індуктивному опорі лінії електропередачі (U_{La});
- записати вираз миттєвої напруги на індуктивному опорі лінії електропередачі;
- визначити діюче значення спадання напруги в лінії електропередачі (U_a);
- записати вираз миттєвого спадання напруги в лінії електропередачі;
- визначити втрати активної потужності в лінії електропередачі;
- визначити реактивну потужність, яку споживає лінія електропередачі;
- визначити повну потужність, яку споживає лінія електропередачі;
- визначити коефіцієнт потужності лінії електропередачі;
- визначити активну потужність, яку споживає все коло;
- визначити реактивну потужність, яку споживає все коло;
- визначити повну потужність, яку споживає все коло;
- визначити коефіцієнт потужності всього кола;
- побудувати в масштабі векторну діаграму діючих значень напруг та струмів ділянки кола між вузлами 3 і 4;
- побудувати в масштабі векторну діаграму діючих значень напруг та струмів всього кола.

**Варіанти вихідних даних до тематичного комплексного
кваліфікаційного завдання**

Таблиця 4.14

Варіанти	e, B	$r_l, Ом$	$x_l, Ом$	$r, Ом$	$x, Ом$	$x_c, Ом$
1	$e = 282 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	2	2	3	4	2
2	$e = 141 \sin(\omega \cdot t + 45^\circ)$	2	2	12	16	5
3	$e = 282 \sin(\omega \cdot t + 20^\circ)$	1	2	8	6	30
4	$e = 282 \sin(\omega \cdot t + 20^\circ)$	1,5	3	8	6	25
5	$e = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 20^\circ)$	2	1	12	16	10
6	$e = 535,8 \sin(\omega \cdot t + 60^\circ)$	2	1	6	8	10
7	$e = 423 \sin(\omega \cdot t + 20^\circ)$	1	2	8	6	30
8	$e = 141 \sin(\omega \cdot t + 45^\circ)$	1,5	3	8	6	25
9	$e = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 15^\circ)$	2,5	2	12	16	5
10	$e = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 10^\circ)$	2,5	1,5	8	6	20
11	$e = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 60^\circ)$	2,5	1,5	8	6	40
12	$e = 310,2 \sin(\omega \cdot t + 20^\circ)$	1	2	15	35	10
13	$e = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 15^\circ)$	2,5	1	6	4	2
14	$e = 169,2 \sin(\omega \cdot t + 60^\circ)$	3	1,5	8	6	50
15	$e = 423 \sin(\omega \cdot t + 60^\circ)$	3	1,5	8	6	50

Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь

Умова. Індуктивна котушка підключена до джерела змінного синусоїдного струму напругою $u = 282 \sin(\omega t + 73^\circ) \text{ В}$. Параметри котушки: активний опір дорівнює **3 Ом**, індуктивний опір дорівнює **4 Ом**.

Частина 1.

Завдання 1. Визначити активну провідність котушки в сіменсах.

Завдання 2. Визначити реактивну провідність котушки в сіменсах.

Завдання 3. Визначити повну провідність котушки в сіменсах.

Завдання 4. Визначити через активну провідність і діюче значення напруги на затисках котушки активну потужність, яку споживає котушка, у ватах.

Завдання 5. Визначити через реактивну провідність і діюче значення напруги на затисках котушки реактивну потужність, яку споживає котушка, в вольт-ампер реактивних.

Частина 2.

Завдання 6. Визначити коефіцієнт потужності котушки.

Завдання 7. Визначити кут зсуву фаз котушки в градусах з точністю до одиниць.

Завдання 8. Визначити амплітуду струму котушки в амперах з точністю до десятих.

Частина 3.

Завдання 9. Записати вираз миттєвого струму в котушці.

Завдання 10. Визначити початкову фазу реактивної складової струму в котушці.

ТЕМА 5

СИМВОЛІЧНИЙ (КОМПЛЕКСНИЙ) МЕТОД РОЗРАХУНКУ КІЛ ЗМІННОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ

Завдання інформаційно – репродуктивного і практично - стереотипного характеру

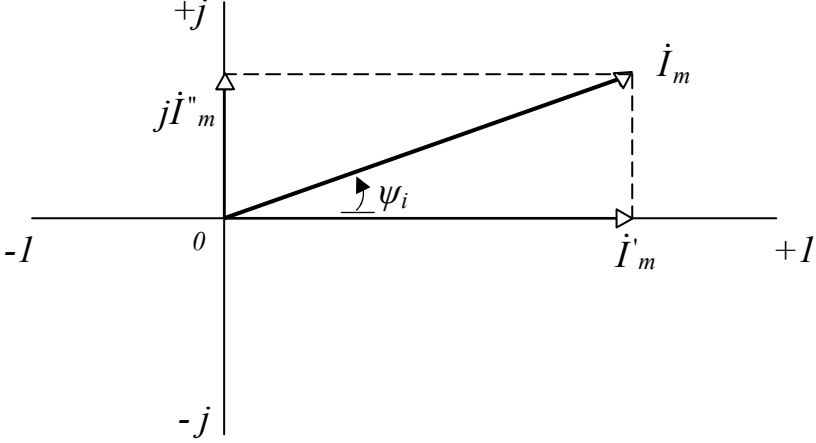
5.1. Символічне зображення синусоїдних функцій.

Таблиця 5.1

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Запишіть формулу Ейлера.	
2.	Що розуміється під уявним числом j ?	
3.	Як зображується комплексне число e^{ja} на комплексній площині?	
4.	Чому дорівнює модуль функції e^{ja} ?	
5.	Запишіть комплекс амплітудного значення сили електричного струму в показовій формі?	
6.	Зобразіть комплекс амплітудного значення сили електричного струму на комплексній площині і покажіть проєкції струму на дійсну та уявну осі.	
7.	Запишіть комплекс амплітудного значення сили електричного струму в тригонометричній формі.	
8.	Запишіть комплекс амплітудного значення сили електричного струму в алгебраїчній формі.	
9.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в показовій формі.	
10.	Запишіть комплекс діючого значення електрорушійної сили в показовій формі.	
11.	Запишіть комплекс діючого значення напруги в показовій формі.	
	Задано вираз миттєвого синусоїдального електричного струму: $i = 14,1 \sin (\omega t + 50^\circ) A$.	
12.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в показовій формі.	
13.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в тригонометричній формі.	
14.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в алгебраїчній формі.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 19$.

Таблиця 5.1а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$U \cdot e^{j\psi_u}$.
2.	Одиниці.
3.	$6,43 + j7,66$.
4.	Уявна одиниця . $j = \sqrt{-1}$.
5.	
6.	$I_m \cdot e^{j\psi_i}$.
7.	$10 \cdot \cos \cdot 50^\circ + j10 \cdot \sin \cdot 50^\circ$.
8.	$10 \cdot e^{j50^\circ}$.
9.	$E \cdot e^{j\psi_e}$.
10.	$I \cdot e^{j\psi_i}$.
11.	$e^{j\alpha} = \cos \alpha + j \sin \alpha$.
12.	$I'_m + jI''_m$.
13.	$I_m \cdot \cos \psi_i + jI_m \cdot \sin \cdot \psi_i$.
14.	Відкладається вектор, який дорівнює одиниці та утворює кут α з віссю дійсних значень (віссю +1), позитивний кут відраховується проти годинникової стрілки від цієї осі.

5.2. Складання та віднімання комплексних величин.

Таблиця 5.2

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
Відомі вирази двох миттєвих сил електричних струмів: $i_1 = 14,14 \sin(\omega \cdot t + 60^\circ) \text{ A},$ $i_2 = 7,07 \sin(\omega \cdot t - 50^\circ) \text{ A}.$		
1.	Запишіть комплекс амплітудного значення першої сили електричного струму в показовій формі в амперах.	
2.	Запишіть комплекс амплітудного значення першої сили електричного струму в тригонометричній формі в амперах.	
3.	Запишіть комплекс амплітудного значення першої сили електричного струму в алгебраїчній формі в амперах.	
4.	Запишіть комплекс амплітудного значення другої сили електричного струму в показовій формі в амперах.	
5.	Запишіть комплекс амплітудного значення другої сили електричного струму в тригонометричній формі в амперах.	
6.	Запишіть комплекс амплітудного значення другої сили електричного струму в алгебраїчній формі в амперах.	
7.	Визначте комплекс амплітудного значення сили струму \dot{I}_{m3} в алгебраїчній формі в амперах як суму заданих сил струмів.	
8.	Запишіть комплекс амплітудного значення сили електричного струму \dot{I}_{m3} в показовій формі в амперах.	
9.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму i_3 .	
10.	Визначте комплекс амплітудного значення сили струму \dot{I}_{m4} в алгебраїчній формі в амперах як різницю заданих сил струмів $(i_1 - i_2)$.	
11.	Запишіть комплекс амплітудного значення сили електричного струму \dot{I}_{m4} в показовій формі в амперах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
12.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму i_4 .	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 4$.

Таблиця 5.2а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$7,07 + j12,25$.
2.	$4,54 - j5,42$.
3.	$7,07 \cdot \cos 50^\circ - j7,07 \cdot \sin \cdot 50^\circ$.
4.	$7,07 \cdot e^{-j50^\circ}$.
5.	$14,14 \cdot e^{j60^\circ}$.
6.	$14,14 \cdot \cos 60^\circ + j14,14 \cdot \sin \cdot 60^\circ$.
7.	$17,85 \sin(\omega \cdot t + 82^\circ)$.
8.	$2,53 + j17,67$.
9.	$17,85 \cdot e^{j82^\circ}$.
10.	$13,47 \cdot e^{j30,5^\circ}$.
11.	$13,47 \sin(\omega \cdot t + 30,5^\circ)$.
12.	$11,61 + j6,83$.

5.3. Множення та ділення комплексних величин.

5.4. Множення вектора на j та на $-j$.

5.5. Зображення похідних та інтегралів синусоїдних струмів.

Таблиця 5.3

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Чому дорівнює модуль комплексу, який отримується при множенні двох комплексних чисел?	
2.	Чому дорівнює аргумент комплексу, який отримується в результаті множення двох комплексних чисел?	
3.	Чому дорівнює модуль комплексу, який отримується в результаті ділення двох комплексних чисел?	
4.	Чому дорівнює аргумент комплексу, який отримується в результаті ділення двох комплексних чисел?	
5.	Що дає множення будь-якого вектора на комплексній площині на j ?	
6.	Що дає множення будь-якого вектора на комплексній площині на $-j$?	
	Задано два комплексних числа: $\dot{A} = 200 \cdot e^{j33^\circ}$, $\dot{B} = 40 \cdot e^{j73^\circ}$.	
7.	Розрахуйте комплекс числа \dot{C} як добуток заданих комплексних чисел.	
8.	Запишіть комплекс $j \cdot \dot{C}$ в показовій формі.	
9.	Запишіть комплекс $-j \cdot \dot{C}$ в показовій формі.	
10.	Розрахуйте комплекс числа D як частку від ділення \dot{A} на \dot{B} .	
11.	Як зобразити похідну сили струму комплексом?	
12.	Як зобразити інтеграл сили струму комплексом?	
	Задано вираз миттєвого синусоїдального електричного струму $i = 17,85 \sin(\omega \cdot t + 82^\circ)$ А.	
13.	Запишіть комплекс похідної сили струму.	
14.	Запишіть комплекс інтеграла сили струму.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 47$.

Таблиця 5.3а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$5e^{-j40^\circ}$.
2.	Вектор, що дорівнює за величиною попередньому, але повернений за годинниковою стрілкою щодо положення попереднього вектора на кут 90° .
3.	Комплекс амплітудного значення сили струму поділений на $j\omega$. $\frac{\dot{I}_m}{j \cdot \omega}$
4.	$8000 \cdot e^{j196^\circ}$.
5.	$\frac{17,85 \cdot e^{j82^\circ}}{j \cdot \omega}$.
6.	Алгебраїчній сумі аргументів двох перемножених комплексів.
7.	Комплекс амплітудного значення сили струму помножений на $j\omega$. $j \cdot \omega \cdot \dot{I}_m$
8.	Алгебраїчній різниці аргументів комплексних чисел діленого і дільника.
9.	$8000 \cdot e^{j16^\circ}$.
10.	Добутку модулів двох комплексних чисел.
11.	$8000 \cdot e^{j106^\circ}$.
12.	Частці від ділення модулю одного комплексу на модуль другого.
13.	$j \cdot \omega \cdot 17,85 \cdot e^{j82^\circ}$.
14.	Вектор, що дорівнює за величиною попередньому, але повернений проти годинникової стрілки щодо положення попереднього вектора на кут 90° .

5.6. Закон Ома в комплексній формі.

Таблиця 5.4

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
	Для розрахункової схеми електричного кола відомі вирази миттєвих значень: сили електричного струму $i = I_m \sin(\omega \cdot t + \psi_i)$ та напруги $u = U_m \sin(\omega \cdot t + \psi_u)$.	
1.	Запишіть комплекс діючого значення напруги в показовій формі.	
2.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в показовій формі.	
3.	Запишіть формулу для визначення комплексу повного опору даного кола.	
4.	Запишіть комплекс повного опору кола в показовій формі.	
5.	Запишіть комплекс повного опору кола в тригонометричній формі.	
6.	Запишіть комплекс повного опору кола в алгебраїчній формі.	
7.	Зобразіть комплекси повного, активного та реактивного опорів на комплексній площині (якщо x - індуктивний опір).	
8.	Зобразіть комплекси повного, активного та реактивного опорів на комплексній площині (якщо x - ємнісний опір).	
Для розрахункової схеми відомі вирази миттєвих значень: сили електричного струму $i = 7,07 \sin(\omega \cdot t - 10^\circ)$ А та напруги на затискачах кола $u = 141,4 \sin(\omega \cdot t + 60^\circ)$ В.		
9.	Запишіть комплекс діючого значення напруги в показовій формі в вольтах.	
10.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в показовій формі в амперах.	
11.	Визначте комплекс повного опору кола в показовій формі в омах.	
12.	Визначте комплекс повного опору кола тригонометричній формі в омах.	
13.	Запишіть комплекс повного опору кола в алгебраїчній формі в омах.	
14.	Який характер має реактивний опір даного кола?	

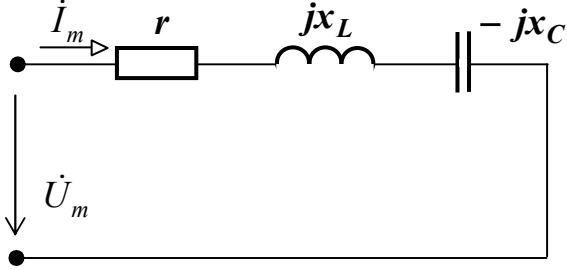
У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 41$.

Таблиця 5.4а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$r \pm jx$.
2.	$5 \cdot e^{-j10^\circ}$.
3.	Індуктивний.
4.	$z \cdot e^{j\varphi}$.
5.	$20 \cdot \cos 70^\circ + j20 \cdot \sin 70^\circ$.
6.	$U \cdot e^{j\psi_u}$.
7.	
8.	
9.	$20 \cdot e^{j70^\circ}$.
10.	$I \cdot e^{j\psi_i}$.
11.	$100 \cdot e^{j60^\circ}$.
12.	$z \cdot \cos \varphi \pm j \cdot z \cdot \sin \varphi$.
13.	$6,84 + j18,8$.
14.	$\frac{\dot{U}}{\dot{I}}$.

5.7. Комплексна провідність.

Таблиця 5.5

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: активний опір резистора r, комплекс індуктивного опору jx_L, комплекс ємнісного опору $-jx_C$, комплекс амплітудного значення напруги \dot{U}_m, комплекс амплітудного значення сили електричного струму у колі \dot{I}_m.</p> 		
1.	Запишіть математичний вираз для визначення комплексу повного опору даного кола в алгебраїчній формі.	
2.	Запишіть комплекс повного опору кола в показовій формі.	
3.	Запишіть математичний вираз для визначення комплексу повної провідності даного кола в показовій формі.	
4.	Запишіть комплекс повної провідності кола в тригонометричній формі.	
5.	Запишіть комплекс повної провідності кола в алгебраїчній формі.	
6.	Зобразіть комплекси повної, активної та реактивної провідностей на комплексній площині (якщо b - індуктивна провідність).	
7.	Зобразіть комплекси повної, активної та реактивної провідностей на комплексній площині (якщо b - ємнісна провідність).	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми відомо: комплекс діючого значення напруги на затисках кола $\dot{U} = 100 \cdot e^{j30^\circ} \text{ В}$; активний опір $r = 10 \text{ Ом}$; комплекс індуктивного опору $x_L = j12 \text{ Ом}$; комплекс ємнісного опору $x_C = -j25 \text{ Ом}$.</p>		
8.	Визначте комплекс повного опору кола в алгебраїчній формі в омах.	
9.	Запишіть комплекс повного опору кола в показовій формі в омах.	
10.	Визначте комплекс повної провідності даного кола в показовій формі в сіменсах.	
11.	Запишіть комплекс повної провідності кола в тригонометричній формі в сіменсах.	
12.	Запишіть комплекс повної провідності кола в алгебраїчній формі в сіменсах.	
13.	Який характер має реактивна провідність даного кола?	
14.	Визначте комплекс діючого значення сили електричного струму в показовій формі в амперах.	
15.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в алгебраїчній формі в амперах.	

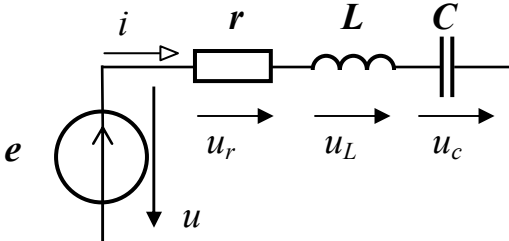
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 22$.

Таблиця 5.5а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$0,061 \cdot \cos 52^\circ + j0,062 \cdot \sin 52^\circ$.
2.	$g \pm j \cdot b$.
3.	$10 - j13$.
4.	
5.	$z \cdot e^{\pm j\varphi}$.
6.	$y \cdot \cos \varphi \pm j \cdot y \cdot \sin \varphi$.
7.	
8.	$\frac{1}{Z \cdot e^{\pm j\varphi}} = y \cdot e^{\pm j\varphi}$.
9.	$6,1 \cdot e^{j82^\circ}$.
10.	$0,038 + j0,049$.
11.	$r + j \cdot \omega \cdot L + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C} = r + jx_L - jx_C$.
12.	$0,061 \cdot e^{j52^\circ}$.
13.	$0,85 + j6,04$.
14.	$16,4 \cdot e^{-j52^\circ}$.
15.	Ємнісний.

- 5.8. Комплексні напруги.
 5.9. Комплексні струми.
 5.10. Комплексна потужність.

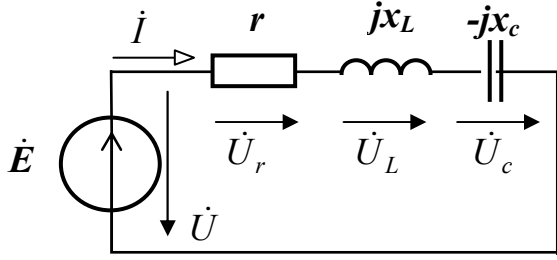
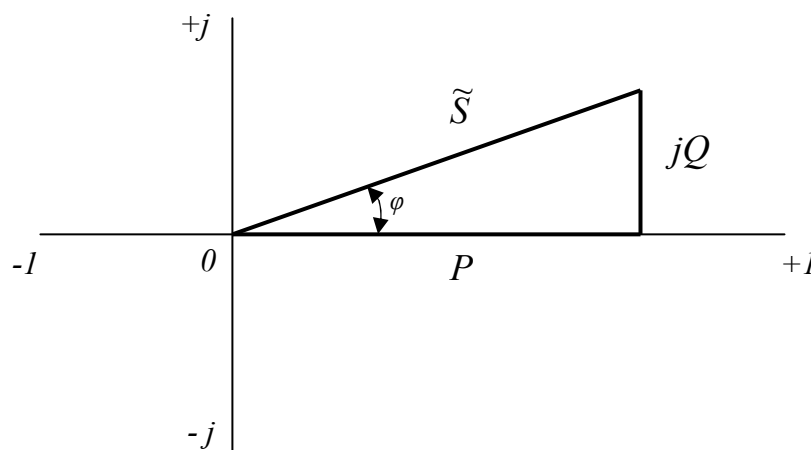
Таблиця 5.6

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: е.р.с. ідеального синусоїдного джерела e; активний опір r; індуктивність L; ємність C; сила електричного струму $i = I_m \sin(\omega \cdot t + \psi_i)$; напруга на затисках джерела $u = U_m \sin(\omega \cdot t + \psi_u)$; падіння напруги на відповідних елементах кола u_r, u_L, u_C.</p> 		
1.	Запишіть комплекс індуктивного опору в алгебраїчній формі.	
2.	Запишіть комплекс ємнісного опору в алгебраїчній формі.	
3.	Запишіть комплекс повного опору в алгебраїчній формі для даного кола.	
4.	Визначте комплекс діючого значення напруги на затисках кола в показовій формі.	
5.	Складіть розрахункову схему даного кола в комплексній формі.	
6.	Складіть рівняння електричної рівноваги даного кола в комплексній формі.	
7.	Запишіть закон Ома в комплексній формі для діючих значень напруги та струму даної розрахункової схеми.	
8.	Запишіть рівняння для визначення комплексу діючого значення напруги на активному опорі.	
9.	Запишіть рівняння для визначення комплексу діючого значення напруги на індуктивному опорі.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
10.	Запишіть рівняння для визначення комплексу діючого значення напруги на ємнісному опорі.	
11.	Запишіть спряжений комплекс діючого значення сили струму в колі.	
12.	Запишіть розрахункове рівняння для визначення комплексу повної потужності даного кола через силу струму і напругу.	
13.	Зобразіть комплекси повної, активної та реактивної потужностей на комплексній площині (якщо $Q_L > Q_C$).	
14.	Запишіть комплекс повної потужності в алгебраїчній формі.	
15.	Запишіть комплекс повної потужності в тригонометричній формі.	
16.	Запишіть комплекс повної потужності в показовій формі.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = -10$.

Таблиця 5.6а

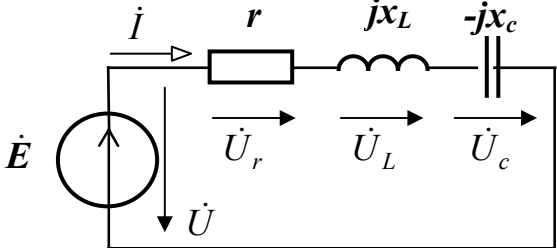
Номер відповіді	Відповіді
1.	$jx_L \cdot \dot{I}$.
2.	
3.	$U \cdot e^{j\psi_u}$.
4.	$\frac{1}{j\omega \cdot C}$.
5.	
6.	$r \cdot \dot{I}$.
7.	$\frac{\dot{U}}{r + jx_L - jx_C}$.
8.	$j\omega \cdot L$.
9.	$S \cdot e^{j\varphi}$.
10.	$r + jx_L - jx_C$.
11.	$\dot{U} \cdot \dot{I}^*$.
12.	$r \cdot \dot{I}_m + j \cdot \omega \cdot L \cdot \dot{I}_m + \frac{\dot{I}_m}{j \cdot \omega \cdot C}$.
13.	$P + jQ_L - jQ_C = P \pm jQ$.
14.	$S \cdot \cos \varphi \pm j \cdot S \cdot \sin \varphi$.
15.	$-jx_C \cdot \dot{I}$.
16.	$I \cdot e^{-j\psi_i}$.

5.8. Комплексні напруги.

5.9. Комплексні струми.

5.10. Комплексна потужність.

Таблиця 5.7

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми кола відомо: напруга на затисках джерела $u=141,4\sin(\omega \cdot t+30^\circ)$ В; активний опір котушки $r = 12$ Ом; індуктивність котушки $L = 79,6$ мГн; ємність конденсатора $C = 353,86$ мкФ. Частота струму у колі $f = 50$ Гц.</p> 		
1.	Визначте комплекс індуктивного опору котушки в алгебраїчній формі в омах.	
2.	Визначте комплекс ємнісного опору конденсатора в алгебраїчній формі в омах.	
3.	Визначте комплекс реактивного опору електричного кола в алгебраїчній формі в омах.	
4.	Визначте комплекс повного опору електричного кола в алгебраїчній формі в омах, запишіть його в показовій формі.	
5.	Запишіть комплекс діючого значення напруги на затисках кола в показовій формі в вольтах.	
6.	Визначте комплекс діючого значення сили струму у даному колі в показовій формі, запишіть його в алгебраїчній формі в амперах.	
7.	Запишіть вираз миттєвого електричного струму у колі.	
8.	Визначте комплекс діючого значення напруги на активному опорі в показовій формі, запишіть його в алгебраїчній формі в вольтах.	
9.	Запишіть вираз миттєвої напруги на активному опорі.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
10.	Визначте комплекс діючого значення напруги на індуктивному опорі в показовій формі, запишіть його в алгебраїчній формі в вольтах.	
11.	Запишіть вираз миттєвої напруги на індуктивному опорі.	
12.	Визначте комплекс діючого значення напруги на ємнісному опорі в показовій формі, запишіть його в алгебраїчній формі в вольтах.	
13.	Запишіть вираз миттєвої напруги на ємнісному опорі.	
14.	Визначте комплекс повної потужності в даному колі в показовій формі в вольт-амперах.	
15.	Запишіть комплекс повної потужності в тригонометричній формі в вольт-амперах.	
16.	Запишіть комплекс повної потужності в алгебраїчній формі в вольт-амперах.	
17.	Запишіть значення активної потужності кола в ватах.	
18.	Запишіть значення реактивної потужності кола в вольт-амперах реактивних.	
19.	Визначте коефіцієнт потужності кола.	

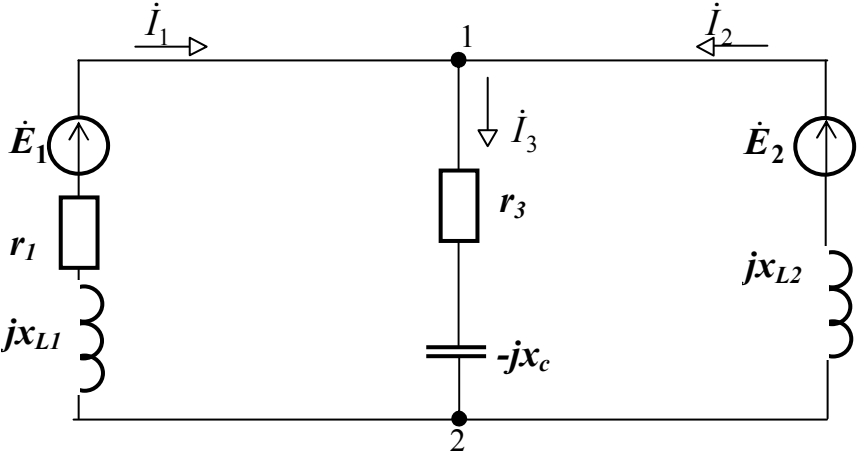
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 76$.

Таблиця 5.7а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$45 \cdot e^{-j113^\circ} = -17,58 - j41,42$.
2.	$84,6 \sin(\omega \cdot t - 23^\circ)$.
3.	400.
4.	$60 \cdot e^{-j23^\circ} = 55,2 - j23,4$.
5.	$300 + j400$.
6.	$500 \cdot e^{j53^\circ}$.
7.	$125 \cdot e^{j67^\circ} = 48,8 + j115,1$.
8.	$12 + j16 = 20 \cdot e^{j53^\circ}$.
9.	$-j9$.
10.	$7,07 \sin(\omega \cdot t - 23^\circ)$.
11.	0,6.
12.	$j25$.
13.	$63,4 \sin(\omega \cdot t - 113^\circ)$.
14.	$5 \cdot e^{-j23^\circ} = 4,6 - j1,95$.
15.	$500 \cdot \cos 53^\circ + j500 \cdot \sin 53^\circ$.
16.	$100 \cdot e^{j30^\circ}$.
17.	300.
18.	$j16$.
19.	$176,3 \sin(\omega \cdot t + 67^\circ)$.

5.11. Закони Кірхгофа в комплексній формі.

Таблиця 5.8

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>На розрахунковій схемі електричного кола наведено: комплекс діючого значення електрорушійної сили першого джерела \dot{E}_1; комплекс діючого значення електрорушійної сили другого джерела \dot{E}_2; комплекс сили струму в першому розгалуженні \dot{I}_1; комплекс сили струму в другому розгалуженні \dot{I}_2; комплекс сили струму в третьому розгалуженні \dot{I}_3; комплекси опорів в першому розгалуженні r_1, jx_{L1}; комплекс опору в другому розгалуженні jx_{L2}; комплекси опорів в третьому розгалуженні r_3, $-jx_C$.</p> 		
1.	Сформулюйте 1-й закон Кірхгофа в комплексній формі.	
2.	Запишіть математично 1-й закон Кірхгофа в комплексній формі.	
3.	Сформулюйте 2-й закон Кірхгофа в комплексній формі.	
4.	Запишіть математично 2-й закон Кірхгофа в комплексній формі.	
5.	Запишіть рівняння за 1-м законом Кірхгофа для миттєвих значень сил струмів для вузла I даної схеми.	
6.	Запишіть рівняння за 1-м законом Кірхгофа в комплексній формі для діючих значень сил струмів для вузла I даної схеми.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
7.	Запишіть рівняння за 2-м законом Кірхгофа для миттєвих значень електрорушійних сил і сил струмів для першого незалежного контура наведеної схеми.	
8.	Запишіть рівняння за 2-м законом Кірхгофа в комплексній формі для діючих значень електрорушійних сил і сил струмів для першого незалежного контура наведеної схеми.	
9.	Запишіть рівняння за 2-м законом Кірхгофа для миттєвих значень електрорушійних сил і сил струмів для другого незалежного контура наведеної схеми.	
10.	Запишіть рівняння за 2-м законом Кірхгофа в комплексній формі для діючих значень електрорушійних і сил струмів для другого незалежного контура наведеної схеми.	

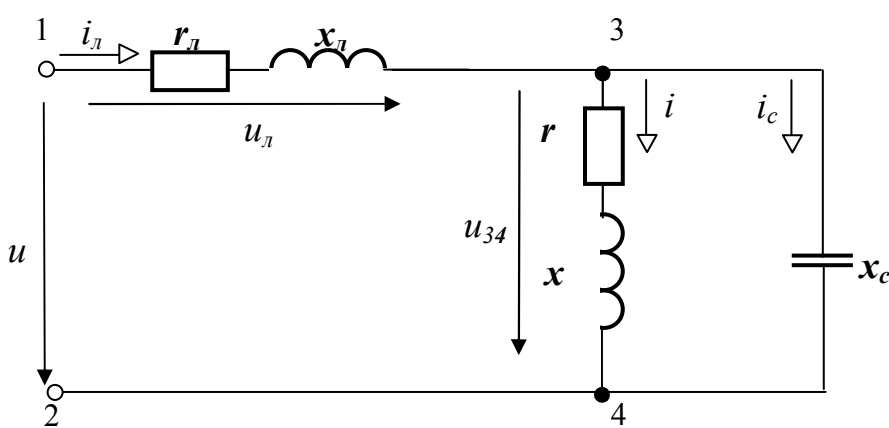
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 9$.

Таблиця 5.8а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$\sum_1^n Z_i \dot{I}_i = \sum_1^n \dot{E}_i.$
2.	$\dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0.$
3.	$r_1 \cdot i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + r_3 \cdot i_3 + \frac{1}{C} \int i_3 dt = e_1.$
4.	У замкнутому контурі алгебраїчна сума комплексів спадань напруг на опорах контуру дорівнює алгебраїчній сумі комплексів електрорушійних сил, що діють у даному контурі.
5.	$\sum_1^n \dot{I}_i = 0.$
6.	$jx_{L2} \cdot \dot{I}_2 + (r_3 - jx_C) \cdot \dot{I}_3 = \dot{E}_2.$
7.	Алгебраїчна сума комплексів сил струмів у вузлі дорівнює нулю.
8.	$L_2 \frac{di_2}{dt} + r_3 \cdot i_3 + \frac{1}{C} \int i_3 dt = e_2.$
9.	$(r_1 + jx_{L1}) \cdot \dot{I}_1 + (r_3 - jx_C) \cdot \dot{I}_3 = \dot{E}_1.$
10.	$i_1 + i_2 - i_3 = 0.$

5.12. Методи розрахунку кіл змінного синусоїдного струму в комплексній формі.

Таблиця 5.9

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Для розрахункової схеми електричного кола відомо: напруга на затисках ідеального генератора $u = 282 \cdot \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ В}$; параметри лінії електропередачі: $r_l = 1,5 \text{ Ом}$, $x_l = 2 \text{ Ом}$; параметри котушки: $r = 12 \text{ Ом}$, $x = 16 \text{ Ом}$; параметр ідеального конденсатора: $x_c = 5 \text{ Ом}$.</p> 		
1.	Складіть розрахункову схему даного кола в комплексній формі.	
2.	Запишіть комплекс повного опору лінії електропередачі в алгебраїчній формі в омах.	
3.	Визначте комплекс повного опору лінії електропередачі в показовій формі в омах.	
4.	Запишіть комплекс повного опору котушки в алгебраїчній формі в омах.	
5.	Визначте комплекс повного опору котушки в показовій формі в омах.	
6.	Запишіть комплекс повного опору ідеального конденсатора в алгебраїчній та показовій формах в омах.	
7.	Розрахуйте комплекс повного опору еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 (Z_{34}) в показовій формі в омах.	
8.	Розрахуйте комплекс повного опору еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 (Z_{34}) в алгебраїчній формі в омах.	
9.	Запишіть комплекс повного опору всього кола (Z_e) в алгебраїчній формі в омах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
10.	Запишіть комплекс повного опору всього кола (Z_e) в показовій формі в омах.	
11.	Запишіть комплекс діючого значення напруги на затисках кола в показовій формі в вольтах.	
12.	Розрахуйте комплекс діючого значення сили електричного струму в лінії електропередачі (I_L) в показовій формі в амперах.	
13.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в лінії електропередачі (I_L) в алгебраїчній формі в амперах.	
14.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в лінії електропередачі в амперах.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 44$.

Таблиця 5.9а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$6,14 \cdot e^{-j79^\circ}$.
2.	$12 + j16$.
3.	$-j5 = 5 \cdot e^{-j90^\circ}$.
4.	$1,17 - j6,03$.
5.	$200 \cdot e^{j30^\circ}$.
6.	$1,5 + j2$.
7.	$2,67 - j4,03$.
8.	
9.	$41,4 \cdot e^{j87^\circ}$.
10.	$20 \cdot e^{j53^\circ}$.
11.	$58,4 \sin(\omega \cdot t + 87^\circ)$.
12.	$2,5 \cdot e^{j53^\circ}$.
13.	$4,83 \cdot e^{-j57^\circ}$.
14.	$2,17 + j41,34$.

Продовження завдання
(умову дивись в табл. 5.9)

Таблиця 5.10

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на затисках 3 і 4 (\dot{U}_{34}) в показовій формі в вольтах.	
2.	Запишіть вираз миттєвої напруги на затисках 3 і 4.	
3.	Розрахуйте комплекс діючого значення сили електричного струму в котушці (\dot{I}) в показовій формі в амперах.	
4.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в котушці (\dot{I}) в алгебраїчній формі в амперах.	
5.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в котушці в амперах.	
6.	Розрахуйте комплекс діючого значення сили електричного струму в конденсаторі (\dot{I}_C) в показовій формі в амперах.	
7.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в конденсаторі (\dot{I}_C) в алгебраїчній формі в амперах.	
8.	Запишіть вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в конденсаторі в амперах.	
9.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на активному опорі лінії електропередачі (\dot{U}_{rl}) в показовій формі в вольтах.	
10.	Запишіть вираз миттєвої напруги на активному опорі лінії електропередачі.	
11.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на індуктивному опорі лінії електропередачі (\dot{U}_{Ll}) в показовій формі в вольтах.	
12.	Запишіть вираз миттєвої напруги на індуктивному опорі лінії електропередачі в вольтах.	
13.	Розрахуйте комплекс діючого значення спадання напруги в лінії електропередачі (\dot{U}_l) в показовій формі в вольтах.	
14.	Запишіть вираз миттєвого спадання напруги в лінії електропередачі в вольтах.	
15.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на активному опорі котушки (\dot{U}_r) в показовій формі в вольтах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
16.	Запишіть вираз миттєвої напруги на активному опорі котушки в вольтах.	
17.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на реактивному опорі котушки (\dot{U}_L) в показовій формі в вольтах.	
18.	Запишіть вираз миттєвої напруги на реактивному опорі котушки.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 11$.

Таблиця 5.10а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$71,74 \sin(\omega \cdot t + 98^\circ)$.
2.	$103,5 \cdot e^{j140^\circ}$.
3.	$215,2 \sin(\omega \cdot t - 45^\circ)$.
4.	$152,64 \cdot e^{-j45^\circ}$.
5.	$88 \sin(\omega \cdot t + 87^\circ)$.
6.	$254,4 \cdot e^{j8^\circ}$.
7.	$117 \sin(\omega \cdot t + 177^\circ)$.
8.	$62,2 \cdot e^{j87^\circ}$.
9.	$9 - j9$.
10.	$82,8 \cdot e^{j177^\circ}$.
11.	$358,7 \cdot \sin(\omega \cdot t + 8^\circ)$.
12.	$i = 18 \sin(\omega \cdot t - 45^\circ)$.
13.	$146,72 \sin(\omega \cdot t + 140^\circ)$.
14.	$50,88 \cdot e^{j98^\circ}$.
15.	$-7,08 + j50,38$.
16.	$203,5 \cdot e^{j45^\circ}$.
17.	$287 \sin(\omega \cdot t + 45^\circ)$.
18.	$12,72 \cdot e^{-j45^\circ}$.

Продовження завдання
(умову дивись в табл. 5.9)

Таблиця 5.11

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Визначте комплекс повної потужності лінії електропередачі (\tilde{S}_n) в вольт-амперах.	
2.	Запишіть комплекс повної потужності лінії електропередачі в тригонометричній формі в вольт-амперах.	
3.	Запишіть комплекс повної потужності лінії електропередачі в алгебраїчній формі в вольт-амперах.	
4.	Запишіть втрати активної потужності в лінії електропередачі в ватах.	
5.	Запишіть реактивну потужність, яку споживає лінія електропередачі в вольт-амперах реактивних.	
6.	Визначте коефіцієнт потужності лінії електропередачі.	
7.	Визначте комплекс повної потужності, яку споживає все коло (\tilde{S}), в вольт-амперах.	
8.	Запишіть комплекс повної потужності, яку споживає все коло, в тригонометричній формі в вольт-амперах.	
9.	Запишіть в акомплекс повної потужності, яку споживає все коло, в алгебраїчній формі в вольт-амперах.	
10.	Запишіть активну потужність, яку споживає все коло, в ватах.	
11.	Запишіть реактивну потужність, яку споживає все коло, в вольт-амперах реактивних.	
12.	Визначте коефіцієнт потужності всього кола.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 18$.

Таблиця 5.11а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$2579 + j3422.$
2.	0,6.
3.	4501.
4.	$8280 \cdot \cos 57^\circ - j8280 \cdot \sin 57^\circ.$
5.	3422.
6.	2579.
7.	0,54.
8.	$4285 \cdot \cos 53^\circ + j4285 \cdot \sin 53^\circ.$
9.	$4501 + j6944.$
10.	$4285 \cdot e^{j53^\circ}.$
11.	6944.
12.	$8280 \cdot e^{-j57^\circ}.$

Завдання експериментального характеру

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка містить лабораторний автотрансформатор TV , вольтметр pV , підключений до вторинних затисків лабораторного автотрансформатора TV , амперметр pA , включений послідовно з котушкою індуктивності K і ватметр pW . Для комутації кола передбачений вимикач SA .

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 5.1.

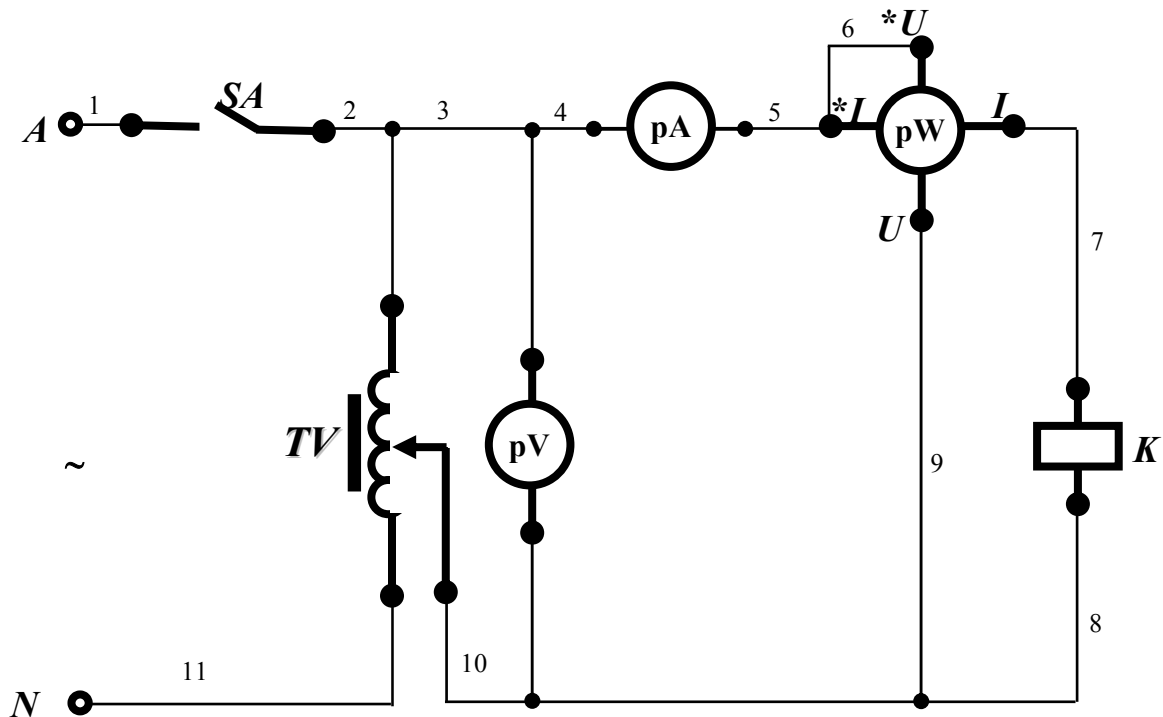


Рисунок 5.1 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 11 провідників (на схемі позначені номерами 1-11).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- опори з'єднувальних проводів, обмотки амперметра, струмової обмотки ватметра і контактів вимикача дорівнюють нулю;

- опори обмотки вольтметра і обмотки напруги ватметра дорівнюють нескінченності.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки в комплексній формі має вигляд, наведений на рисунку 5.2.

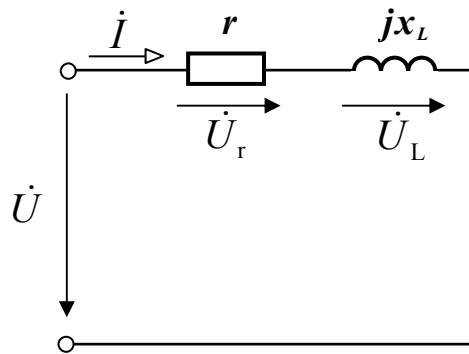


Рисунок 5.2 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

\dot{U} – комплекс діючого значення напруги на затисках кола, В;

\dot{I} – комплекс діючого значення струму в електричному колі, А;

r – активний опір котушки, Ом;

jx_L – комплекс індуктивного опору котушки, Ом;

\dot{U}_r – комплекс діючого значення напруги на активному опорі котушки, В;

\dot{U}_L – комплекс діючого значення напруги на індуктивності котушки, В.

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола і зібрати її.

3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола для комплексів та пояснити її.

3.3 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушці.

3.4 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушки.

3.5 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану котушкою.

3.6 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних аргумент комплексу діючого значення сили струму в котушці.

3.7 Уміти записати комплекс діючого значення сили струму в показовій формі.

3.8 Уміти записати комплекс діючого значення сили струму в алгебраїчній формі.

3.9 Уміти записати комплекс діючого значення сили струму в тригонометричній формі.

4. Завдання з виконання експериментального дослідження

4.1 Зібрати принципову електричну схему кола.

4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.

4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 5.12.

Таблиця 5.12

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів		
		U, V	I, A	P, W
1	Вимикач SA замкнений			

4.4 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушки.

4.5 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушці.

4.6 Визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану котушкою.

4.7 Визначити за допомогою експериментальних даних модуль комплексу діючого значення сили струму в котушці.

4.8 Визначити за допомогою експериментальних даних аргумент комплексу діючого значення сили струму в котушці, прийнявши, що початкова фаза прикладеної напруги дорівнює нулю, використовуючи рівняння:

$$\varphi = \psi_u - \psi_i .$$

$$\varphi = \arccos \frac{P}{U \cdot I} ;$$

4.9 Записати комплекс діючого значення сили струму в показовій формі, використовуючи рівняння:

$$\dot{I} = I \cdot e^{j\psi_i} .$$

4.10 Записати комплекс діючого значення сили струму в алгебраїчній формі, використовуючи рівняння

$$\dot{I} = I' + jI'' .$$

4.11 Записати комплекс діючого значення сили струму в тригонометричній формі, використовуючи рівняння

$$\dot{I} = I \cdot \cos\psi_i + j \cdot I \cdot \sin\psi_i .$$

4.12 Результати розрахунків занести в таблицю 5.13.

Таблиця 5.13

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло						
	$U,$ B	$I,$ A	$P,$ $Вт$	$\psi_i,$ $град$	i, A (показова форма)	i, A (алгебраїчна форма)	i, A (тригонометрична форма)
1							

5. Структура звіту

- 5.1 Назва теми експериментального дослідження.
- 5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.
- 5.3 Розрахункова схема електричного кола.
- 5.4 Таблиця 5.12.
- 5.5 Таблиця 5.13.

Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання

Умова

Розгалужене електричне коло змінного синусоїдного електричного струму складається з ідеального генератора синусоїдного електричного струму, лінії електропередачі і паралельно з'єднаних через вимикачі **S1**, **S2** відповідно котушки **K** і конденсатора **C**.

Ідеальний генератора розвиває електрорушійну силу e . Параметри лінії електропередачі: активний опір r_l , індуктивний опір x_l .

Параметри навантаження: активний опір котушки r , індуктивний опір котушки x , ємнісний опір конденсатора x_c .

Для вимірювання сил електричних струмів в лінії електропередачі, в котушці і конденсаторі передбачені амперметри. На початку і в кінці лінії електропередачі встановлені вольтметри.

Завдання

1. Скласти принципову електричну схему описаного електричного кола. Окремі елементи кола виділити жирними лініями, а їх з'єднуючі проводи – тонкими лініями.
2. Скласти розрахункову схему електричного кола в комплексній формі, прийнявши наступні допущення:
 - опори прямого і зворотнього проводів лінії електропередачі зосередити в одному місці;
 - опорами проводів, які з'єднують елементи кола, зневажити;
 - опором амперметра зневажити;
 - опір вольтметра прийняти рівним нескінченності.
3. Виконати наступні позначення:
 - позначити затискачі на початку лінії електропередачі цифрами **1** і **2**, а затискачі в кінці лінії електропередачі цифрами **3** і **4**;

- позначити комплекс сили електричного струму в лінії електропередачі \dot{I}_l , комплекс сили електричного струму в котушці \dot{I} , комплекс сили електричного струму в конденсаторі \dot{I}_c , комплекс спадання напруги в лінії електропередачі \dot{U}_l , комплекс напруги на затисках навантаження \dot{U}_{34} .

4. Виконати розрахунок електричного кола:

- записати комплекс повного опору лінії електропередачі в алгебраїчній формі;
- визначити комплекс повного опору лінії електропередачі в показовій формі;
- визначити комплекс повного опору котушки в алгебраїчній формі;
- визначити комплекс повного опору котушки в показовій формі;
- записати комплекс повного опору ідеального конденсатора в алгебраїчній формі;
- записати комплекс повного опору ідеального конденсатора в показовій формі;
- визначити комплекс повного опору еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 (Z_{34}) в показовій формі;
- визначити комплекс повного опору еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 (Z_{34}) в алгебраїчній формі;
- визначити комплекс повного опору всього кола (Z_e) в алгебраїчній формі ;
- записати комплекс повного опору всього кола (Z_e) в показовій формі;
- записати комплекс діючого значення напруги на затисках кола в показовій формі;
- визначити комплекс діючого значення сили електричного струму в лінії електропередачі (\dot{I}_l) в показовій формі;
- визначити комплекс діючого значення сили електричного струму в лінії електропередачі (\dot{I}_l) в алгебраїчній формі ;

- записати вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в лінії електропередачі (i_L);
- визначити комплекс діючого значення напруги на затисках 3 і 4 (\dot{U}_{34}) в показовій формі;
- записати вираз миттєвої напруги на затисках 3 і 4;
- визначити комплекс діючого значення сили електричного струму в котушці (\dot{I}) в показовій формі;
- записати комплекс діючого значення сили електричного струму в котушці (\dot{I}) в алгебраїчній формі;
- записати вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в котушці (i);
- визначити комплекс діючого значення сили електричного струму в конденсаторі (\dot{I}_C) в показовій формі;
- записати комплекс діючого значення сили електричного струму в конденсаторі (\dot{I}_C) в алгебраїчній формі;
- записати вираз миттєвого синусоїдального електричного струму в конденсаторі (i_C);
- визначити комплекс діючого значення напруги на активному опорі лінії електропередачі (\dot{U}_{rl}) в показовій формі;
- записати вираз миттєвої напруги на активному опорі лінії електропередачі;
- визначити комплекс діючого значення напруги на індуктивному опорі лінії електропередачі (\dot{U}_{Ll}) в показовій формі;
- записати вираз миттєвої напруги на індуктивному опорі лінії електропередачі;
- визначити комплекс діючого значення спадання напруги в лінії електропередачі (\dot{U}_L) в показовій формі;
- записати вираз миттєвого спадання напруги в лінії електропередачі;

- визначити комплекс діючого значення напруги на активному опорі котушки (\dot{U}_r) в показовій формі;
- записати вираз миттєвої напруги на активному опорі котушки;
- визначити комплекс діючого значення напруги на реактивному опорі котушки (\dot{U}_L) в показовій формі;
- записати вираз миттєвої напруги на реактивному опорі котушки;
- визначити комплекс повної потужності лінії електропередачі (\tilde{S}_l);
- записати комплекс повної потужності лінії електропередачі в тригонометричній формі;
- записати комплекс повної потужності лінії електропередачі в алгебраїчній формі;
- записати втрати активної потужності в лінії електропередачі;
- записати реактивну потужність, яку споживає лінія електропередачі;
- визначити коефіцієнт потужності лінії електропередачі;
- визначити комплекс повної потужності, яку споживає все коло (\tilde{S});
- записати комплекс повної потужності, яку споживає все коло, в тригонометричній формі;
- записати комплекс повної потужності, яку споживає все коло, в алгебраїчній формі;
- записати активну потужність, яку споживає все коло;
- записати реактивну потужність, яку споживає все коло;
- визначити коефіцієнт потужності всього кола;
- побудувати на комплексній площині в масштабі векторну діаграму діючих значень напруг та струмів ділянки кола між вузлами 3 і 4;
- побудувати на комплексній площині в масштабі векторну діаграму діючих значень напруг та струмів всього кола.

**Варіанти вихідних даних до тематичного комплексного
кваліфікаційного завдання**

Таблиця 5.14

Варіанти	e, B	$r_L,$ <i>Ом</i>	$x_L,$ <i>Ом</i>	$r,$ <i>Ом</i>	$x,$ <i>Ом</i>	$x_c,$ <i>Ом</i>
1	$e = 282 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	2	2	3	4	2
2	$e = 141 \sin(\omega \cdot t + 45^\circ)$	2	2	12	16	5
3	$e = 282 \sin(\omega \cdot t + 20^\circ)$	1	2	8	6	30
4	$e = 282 \sin(\omega \cdot t + 20^\circ)$	1,5	3	8	6	25
5	$e = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 20^\circ)$	2	1	12	16	10
6	$e = 535,8 \sin(\omega \cdot t + 60^\circ)$	2	1	6	8	10
7	$e = 423 \sin(\omega \cdot t + 20^\circ)$	1	2	8	6	30
8	$e = 141 \sin(\omega \cdot t + 45^\circ)$	1,5	3	8	6	25
9	$e = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 15^\circ)$	2,5	2	12	16	5
10	$e = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 10^\circ)$	2,5	1,5	8	6	20
11	$e = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 60^\circ)$	2,5	1,5	8	6	40
12	$e = 310,2 \sin(\omega \cdot t + 20^\circ)$	1	2	15	35	10
13	$e = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 15^\circ)$	2,5	1	6	4	2
14	$e = 169,2 \sin(\omega \cdot t + 60^\circ)$	3	1,5	8	6	50
15	$e = 423 \sin(\omega \cdot t + 60^\circ)$	3	1,5	8	6	50

Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь

Умова. Індуктивна котушка підключена до джерела змінного синусоїдного струму напругою $u = 282 \sin(\omega t + 40^\circ) \text{ В}$. Параметри котушки: активний опір дорівнює **6 Ом**, індуктивний опір дорівнює **8 Ом**.

Частина 1.

Завдання 1. Записати комплекс повного опору всього кола в омах в алгебраїчній формі.

Завдання 2. Записати комплекс діючого значення напруги на затискачах кола в вольтах в показовій формі.

Завдання 3. Визначити кут зсуву фаз в градусах з точністю до одиниць.

Завдання 4. Записати комплекс повного опору всього кола в омах в показовій формі.

Завдання 5. Визначити та записати комплекс діючого значення сили електричного струму в амперах в показовій формі.

Частина 2.

Завдання 6. Визначити та записати комплекс повної потужності в вольт-амперах в показовій формі.

Завдання 7. Записати комплекс повної потужності в вольт-амперах в тригонометричній формі.

Завдання 8. Записати комплекс повної потужності в вольт-амперах в алгебраїчній формі.

Частина 3.

Завдання 9. Записати вираз миттєвого синусоїдального електричного струму.

Завдання 10. Визначити та записати тангенс кута зсуву фаз з точністю до сотих.

ТЕМА 6

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ

- 6.1. Передача електричної енергії.
- 6.2. Кругова діаграма струму нерозгалуженого кола.
- 6.3. Аналіз кола з послідовно з'єднаними котушкою та конденсатором змінної ємності.
- 6.4. Аналіз кола з паралельно з'єднаними котушкою та конденсатором змінної ємності.
- 6.5. Компенсація реактивної потужності.
- 6.6. Топографічні діаграми.

Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання

Умова

Від джерела змінної синусоїдальної напруги за допомогою лінії електропередачі живиться активно-індуктивне навантаження, у якості якого використовується реальна котушка індуктивності.

У колі встановлені наступні електровимірювальні прилади: на початку лінії електропередачі - амперметр, вольтметр і ватметр; наприкінці лінії електропередачі – вольтметр.

Для компенсації реактивної потужності паралельно навантаженню через вимикач **S** підключен ідеальний конденсатор **C**.

Напруга на початку лінії електропередачі u_1 .

Параметри лінії електропередачі: активний опір r_L , індуктивний опір x_L .

Параметри навантаження: активний опір котушки r_2 , індуктивний опір котушки x_2 .

Заданий коефіцієнт потужності навантаження $\cos \varphi_2$. Задана номінальна напруга навантаження U_{2n} .

Завдання

1. Скласти принципову електричну схему описаного електричного кола. Окремі елементи кола виділити жирними лініями, а їх з'єднуючі проводи – тонкими лініями.
2. Описати фізичні явища, які спостерігаються в лінії електропередачі. Описати фізичні явища, які спостерігаються в навантаженні.
3. Скласти розрахункову схему електричного кола при вимкненому вимикачі S в комплексній формі, прийнявши наступні допущення:
 - опори прямого і зворотнього проводів лінії електропередачі зосередити в одному місці;
 - опорами проводів, які з'єднують елементи кола, зневажити;
 - опором амперметра зневажити;
 - опір вольтметра прийняти рівним нескінченності.Виконати наступні позначення:
 - позначити затискачі на початку лінії електропередачі цифрами 1 і 2, а затискачі в кінці лінії електропередачі цифрами 3 і 4;
 - позначити комплекс сили електричного струму в лінії електропередачі \dot{I} , комплекс спадання напруги в лінії електропередачі \dot{U}_L , комплекс напруги на затисках навантаження \dot{U}_2 .
4. Виконати розрахунок електричного кола:
 - записати комплекс повного опору лінії електропередачі Z_L в алгебраїчній формі;
 - записати комплекс повного опору лінії електропередачі Z_L в показовій формі;
 - записати комплекс повного опору навантаження Z_2 в алгебраїчній формі;
 - записати комплекс повного опору навантаження Z_2 в показовій формі;
 - записати комплекс діючого значення напруги на затисках кола \dot{U}_1 в показовій формі;

- визначити комплекс повного опору всього кола Z_e в алгебраїчній формі;
 - визначити комплекс повного опору всього кола Z_e в показовій формі;
 - визначити комплекс діючого значення сили електричного струму в лінії електропередачі \dot{I} в показовій формі;
 - визначити комплекс діючого значення напруги на активному опорі лінії електропередачі $\dot{U}_{rл}$ в показовій формі;
 - визначити комплекс діючого значення напруги на індуктивному опорі лінії електропередачі $\dot{U}_{Lл}$ в показовій формі;
 - визначити комплекс діючого значення спадання напруги в лінії електропередачі $\dot{U}_{л}$ в показовій формі;
 - визначити комплекс діючого значення напруги на активному опорі навантаження \dot{U}_{r2} в показовій формі;
 - визначити комплекс діючого значення напруги на реактивному опорі навантаження \dot{U}_{L2} в показовій формі;
 - визначити комплекс діючого значення напруги на затисках 3 і 4 в показовій формі;
 - визначити діюче значення спадання напруги в лінії електропередачі $\dot{U}_{л}$;
 - визначити втрати напруги в лінії електропередачі $\Delta U_{л}$;
 - визначити втрати активної потужності в лінії електропередачі $\Delta P_{л}$;
 - побудувати на комплексній площині в масштабі векторну діаграму діючих значень напруг та струмів всього кола;
- 5.** Побудувати кругову діаграму $\dot{I} = f(Z_2)$ при $\cos \varphi_2 = const$, для чого визначити:
- комплекс діючого значення сили електричного струму короткого замикання $\dot{I}_{к.з.}$;
 - кут ψ .
- 6.** Знайти з кругової діаграми комплекс діючого значення сили струму при заданому значенні повного опору навантаження.

7. Скласти розрахункову схему електричного кола при включеному вимикачі S в комплексній формі, прийнявши наступні допущення:
- опором проводів, що з'єднують елементи кола, знехтувати;
 - опором амперметра і струмової обмотки ватметра знехтувати;
 - опір вольтметра і обмотки напруги ватметра вважати рівними нескінченності.

8. Виконати розрахунок електричного кола:

- визначити активну потужність P_2 , яку споживає навантаження при заданій номінальній напрузі на її затискачах;
- визначити реактивну ємнісну потужність конденсатора Q_C при номінальній напрузі на затискачах навантаження і заданому коефіцієнті потужності $\cos \varphi_3$;
- визначити діюче значення сили електричного струму в конденсаторі I_C при номінальній напрузі на затискачах навантаження;
- визначити реактивний ємнісний опір конденсатора x_C ;
- визначити комплекс повного опору еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 Z_{34} в показовій формі;
- визначити комплекс повного опору еквівалентної ділянки кола між вузлами 3 і 4 Z_{34} в алгебраїчній формі;
- визначити комплекс повного опору всього кола Z_e в алгебраїчній формі;
- визначити комплекс повного опору всього кола Z_e в показовій формі;
- визначити комплекс діючого значення сили електричного струму в лінії електропередачі I' після компенсації в показовій формі;
- визначити комплекс діючого значення напруги на активному опорі лінії електропередачі після компенсації U'_{rn} в показовій формі;
- визначити комплекс діючого значення напруги на індуктивному опорі лінії електропередачі після компенсації U'_{xl} в показовій формі;
- визначити комплекс діючого значення спадання напруги в лінії електропередачі після компенсації U'_{Δ} в показовій формі;

- визначити комплекс діючого значення напруги на активному опорі ділянки кола між вузлами 3 і 4 після компенсації \dot{U}_{r34} в показовій формі;
- визначити комплекс діючого значення напруги на індуктивному опорі ділянки кола між вузлами 3 і 4 після компенсації \dot{U}_{x34} в показовій формі;
- визначити комплекс діючого значення напруги на затисках 3 і 4 після компенсації \dot{U}_{34} в показовій формі;
- визначити діюче значення спадання напруги в лінії електропередачі після компенсації $U'_{л}$;
- визначити втрати напруги в лінії електропередачі після компенсації $\Delta U'_{л}$;
- визначити втрати активної потужності в лінії електропередачі після компенсації $\Delta P'_{л}$.

9. Зробити висновок.

**Варіанти вихідних даних до тематичного комплексного
кваліфікаційного завдання**

Таблиця 6.1

Варіанти	u_1, B	$r_1, Ом$	$x_1, Ом$	$r_2, Ом$	$x_2, Ом$	$cos\varphi$	U_2, B
1	$u_1 = 282 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	1	2	10	15	0,987	190
2	$u_1 = 282 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	2	2	10	15	0,987	180
3	$u_1 = 282 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	1	2	20	30	0,987	180
4	$u_1 = 282 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	3	5	20	30	0,99	190
5	$u_1 = 141 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	3	5	12	16	0,99	90
6	$u_1 = 141 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	2	2	12	16	0,99	90
7	$u_1 = 141 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	1,5	2	20	16	0,99	90
8	$u_1 = 211,5 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	3	5	12	16	0,99	140
9	$u_1 = 310,2 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	3	5	12	20	0,99	200
10	$u_1 = 141 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	3	5	12	16	0,99	100
11	$u_1 = 141 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	1	2	6	8	0,99	100
12	$u_1 = 310,2 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	2	1	12	16	0,987	190
13	$u_1 = 282 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	2	1	10	15	0,987	190
14	$u_1 = 282 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	1	2	10	15	0,987	180
15	$u_1 = 282 \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$	1	2	20	30	0,987	180

Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь

Умова. Індуктивна котушка підключена до джерела змінного синусоїдного струму напругою $u = 141 \sin(\omega t + 47^\circ) \text{ В}$. Параметри котушки: активний опір дорівнює **6 Ом**, індуктивний опір дорівнює **8 Ом**.

Частина 1.

Завдання 1. Визначити активну провідність котушки в сіменсах.

Завдання 2. Визначити реактивну провідність котушки в сіменсах.

Завдання 3. Визначити повну провідність котушки в сіменсах.

Завдання 4. Визначити діюче значення активної складової сили струму в амперах, використовуючи активну провідність котушки і діюче значення напруги.

Завдання 5. Визначити діюче значення реактивної складової сили струму в амперах, використовуючи реактивну провідність котушки і діюче значення напруги.

Частина 2.

Завдання 6. Розрахувати тангенс кута зсуву фаз котушки з точністю до сотих.

Завдання 7. Визначити активну потужність в ватах, яку споживає котушка, використовуючи діюче значення активної складової сили струму і діюче значення напруги.

Завдання 8. Визначити активну потужність в вольт-амперах реактивних, яку споживає котушка, використовуючи діюче значення реактивної складової сили струму і діюче значення напруги.

Частина 3.

Завдання 9. Визначити реактивну потужність конденсатора для компенсації реактивної потужності котушки в вольт-амперах реактивних, довівши значення тангенса кута зсуву фаз до 0,33.

Завдання 10. Розрахувати реактивну потужність в вольт-амперах реактивних, яку буде споживати котушка після компенсації реактивної потужності.

ТЕМА 7

КОЛА СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ ІЗ ВЗАЄМНОЮ ІНДУКТИВНІСТЮ

Завдання інформаційно – репродуктивного і практично - стереотипного характеру

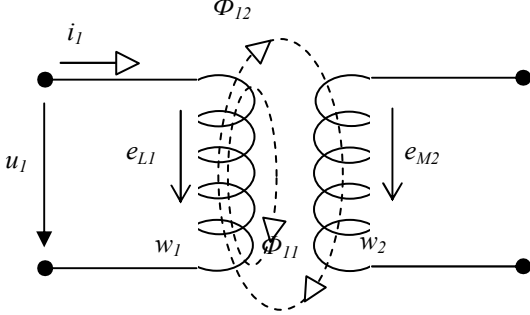
7.1. Індуктивно зв'язані елементи кола.

Таблиця 7.1

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Які елементи кола називають індуктивно зв'язаними?	
2.	Складіть конструктивну схему двох індуктивно зв'язаних елементів електричного кола.	
3.	Опишіть фізичні явища, які спостерігаються у першому елементі електричного кола.	
4.	Опишіть фізичні явища, які спостерігаються у другому елементі електричного кола.	
5.	Запишіть математичний вираз електрорушійної сили самоіндукції в першому елементі електричного кола для миттєвих значень (через магнітний потік).	
6.	Запишіть математичний зв'язок між миттєвою електрорушійною силою, індуктивністю та миттєвою силою струму для першого елементу електричного кола.	
7.	Запишіть математичний вираз електрорушійної сили самоіндукції у другому елементі електричного кола для миттєвих значень (через магнітний потік).	
8.	Запишіть математичний зв'язок між миттєвою електрорушійною силою, індуктивністю та миттєвою силою струму для другого елементу електричного кола.	
9.	Що розуміється під коефіцієнтом індуктивного зв'язку?	
10.	Запишіть математичний вираз для визначення коефіцієнта індуктивного зв'язку двох елементів електричного кола.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 25$.

Таблиця 7.1а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$\frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}.$
2.	– явище електромагнітної індукції (взаємної індуктивності).
3.	$e_{M2} = -M \cdot \frac{di_1}{dt}.$
4.	
5.	$e_{L1} = -L_1 \cdot \frac{di_1}{dt}.$
6.	$e_{L1} = -w_1 \cdot \frac{d\Phi_1}{dt}.$
7.	Відношення взаємної індуктивності елементів електричного кола до кореня квадратного добутку індуктивності цих елементів електричного кола.
8.	<ul style="list-style-type: none"> – явище електричного струму; – явище теплової дії електричного струму; – явище електромагнетизму; – явище електромагнітної індукції (самоіндукції).
9.	$e_{M2} = -w_2 \cdot \frac{d\Phi_{12}}{dt}.$
10.	Елементи електричного кола, у яких зміна сили струму в одному елементі приводить до появи електрорушійної сили в іншому елементі.

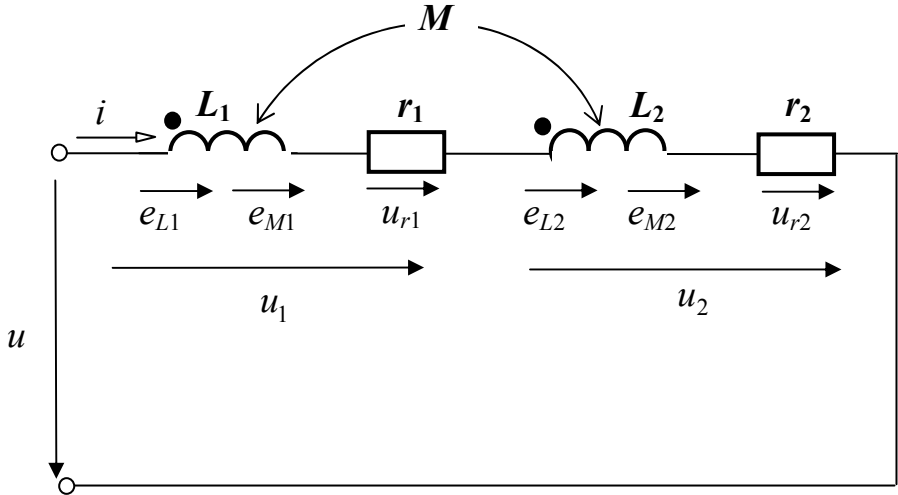
7.2. Послідовне з'єднання індуктивно зв'язаних елементів.

Таблиця 7.2

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Що розуміється під згідним включенням двох індуктивно зв'язаних елементів електричного кола?	
2.	Складіть розрахункову схему електричного кола, що складається з послідовно з'єднаних двох індуктивно зв'язаних елементів при згідному включенні для миттєвих значень.	
3.	Запишіть рівняння електричного кола для миттєвих значень.	
4.	Запишіть рівняння електричного кола в комплексній формі.	
5.	Запишіть математичний вираз для визначення еквівалентного активного опору двох індуктивно зв'язаних елементів при послідовному згідному включенні.	
6.	Запишіть математичний вираз для визначення еквівалентної індуктивності двох індуктивно зв'язаних елементів при послідовному згідному включенні.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 5$.

Таблиця 7.2а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$L_1 + L_2 + 2M$.
2.	З'єднання, при якому струми в обох елементах кола в будь-який момент часу мають однакові напрями відносно однойменних за-тисків.
3.	
4.	$r_1 \cdot \dot{I} + j\omega \cdot L_1 \cdot \dot{I} + j\omega \cdot M \cdot \dot{I} + r_2 \cdot \dot{I} + j\omega \cdot L_2 \cdot \dot{I} + j\omega \cdot M \cdot \dot{I}$.
5.	$r_1 \cdot i + L_1 \frac{di}{dt} + M \frac{di}{dt} + r_2 \cdot i + L_2 \frac{di}{dt} + M \frac{di}{dt}$.
6.	$r_1 + r_2$.

7.2. Послідовне з'єднання індуктивно зв'язаних елементів.

Таблиця 7.3

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Дві індуктивно зв'язані котушки при послідовному згідному з'єднанні мають наступні параметри: активний опір першої котушки $r_1 = 12 \text{ Ом}$, індуктивність першої котушки $L_1 = 19,11 \text{ мГн}$; активний опір другої котушки $r_2 = 15 \text{ Ом}$, індуктивність другої котушки $L_2 = 51 \text{ мГн}$; взаємна індуктивність $M = 31,85 \text{ мГн}$. Сила струму в колі $i = 28,2 \cdot \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ А}$ при частоті $f = 50 \text{ Гц}$.</p>		
1.	Визначте еквівалентну індуктивність першої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в генрі.	
2.	Визначте комплекс еквівалентного індуктивного опору першої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в алгебраїчній формі в омах.	
3.	Визначте комплекс еквівалентного повного опору першої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в показовій формі в омах.	
4.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в колі в показовій формі в амперах.	
5.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на затисках першої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в показовій формі в вольтах.	
6.	Визначте еквівалентну індуктивність другої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в генрі.	
7.	Визначте комплекс еквівалентного індуктивного опору другої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в алгебраїчній формі в омах.	
8.	Визначте комплекс еквівалентного повного опору другої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в показовій формі в омах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
9.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на затисках другої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в показовій формі в вольтах.	
10.	Визначте еквівалентний активний опір двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в омах.	
11.	Визначте еквівалентну індуктивність двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в алгебраїчній формі в генрі.	
12.	Визначте комплекс еквівалентного індуктивного опору двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в алгебраїчній формі в омах.	
13.	Визначте комплекс еквівалентного повного опору двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному з'єднанні в показовій формі в омах.	
14.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на затисках кола в показовій формі в вольтах.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 33$.

Таблиця 7.3а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$20 \cdot e^{j30^\circ}$.
2.	$50,96 \cdot 10^{-3}$.
3.	$82,85 \cdot 10^{-3}$.
4.	27.
5.	$j42$.
6.	$1000 \cdot e^{j87^\circ}$.
7.	$600 \cdot e^{j90^\circ}$.
8.	$30 \cdot e^{j60^\circ}$.
9.	$j16$.
10.	$50 \cdot e^{j57^\circ}$.
11.	$400 \cdot e^{j83^\circ}$.
12.	$133,81 \cdot 10^{-3}$.
13.	$j26$.
14.	$20 \cdot e^{j53^\circ}$.

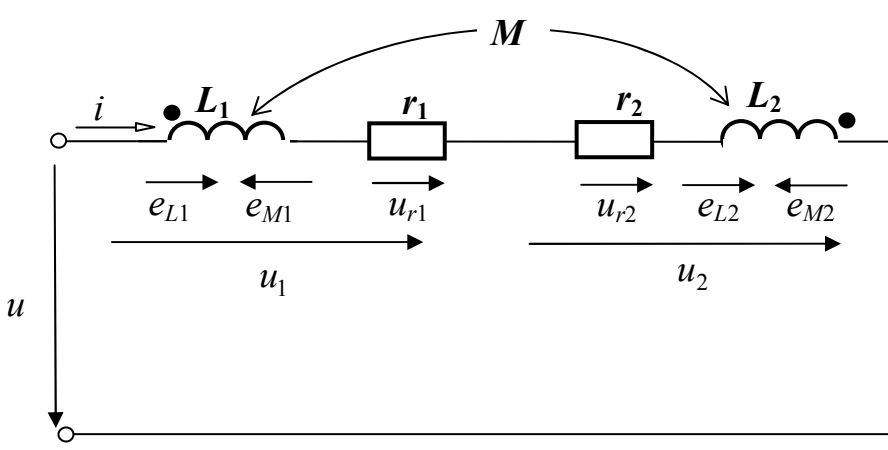
7.2. Послідовне з'єднання індуктивно зв'язаних елементів.

Таблиця 7.4

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Що розуміється під зустрічним включенням двох індуктивно зв'язаних елементів електричного кола?	
2.	Складіть розрахункову схему електричного кола, що складається з послідовно з'єднаних двох індуктивно зв'язаних елементів при зустрічному включенні для миттєвих значень.	
3.	Запишіть рівняння електричного кола для миттєвих значень.	
4.	Запишіть рівняння електричного кола в комплексній формі.	
5.	Запишіть математичний вираз для визначення еквівалентного активного опору двох індуктивно зв'язаних елементів при послідовному зустрічному включенні.	
6.	Запишіть математичний вираз для визначення еквівалентної індуктивності двох індуктивно зв'язаних елементів при послідовному зустрічному включенні.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = -3$.

Таблиця 7.4а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$r_1 \cdot i + L_1 \frac{di}{dt} - M \frac{di}{dt} + r_2 \cdot i + L_2 \frac{di}{dt} - M \frac{di}{dt}.$
2.	
3.	З'єднання, при якому струми в обох елементах кола в будь-який момент часу мають протилежні напрями відносно однойменних затисків.
4.	$r_1 \cdot \dot{I} + j\omega \cdot L_1 \cdot \dot{I} - j\omega \cdot M \cdot \dot{I} + r_2 \cdot \dot{I} + j\omega \cdot L_2 \cdot \dot{I} - j\omega \cdot M \cdot \dot{I}.$
5.	$r_1 + r_2.$
6.	$L_1 + L_2 - 2M.$

7.2. Послідовне з'єднання індуктивно зв'язаних елементів.

Таблиця 7.5

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Дві індуктивно зв'язані котушки при послідовному зустрічному з'єднанні мають наступні параметри: активний опір першої котушки $r_1 = 12 \text{ Ом}$, індуктивність першої котушки $L_1 = 92,36 \text{ мГн}$; активний опір другої котушки $r_2 = 15 \text{ Ом}$, індуктивність другої котушки $L_2 = 51 \text{ мГн}$; взаємна індуктивність $M = 31,85 \text{ мГн}$. Сила струму в колі $i = 28,2 \cdot \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ А}$ при частоті $f = 50 \text{ Гц}$.</p>		
1.	Визначте еквівалентну індуктивність першої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в генрі.	
2.	Визначте комплекс еквівалентного індуктивного опору першої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в алгебраїчній формі в омах.	
3.	Визначте комплекс еквівалентного повного опору першої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в показовій формі в омах.	
4.	Запишіть комплекс діючого значення сили електричного струму в колі в показовій формі в амперах.	
5.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на затисках першої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в показовій формі в вольтах.	
6.	Визначте еквівалентну індуктивність другої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному згідному зустрічному в генрі.	
7.	Визначте комплекс еквівалентного індуктивного опору другої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в алгебраїчній формі в омах.	
8.	Визначте комплекс еквівалентного повного опору другої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в показовій формі в омах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
9.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на затисках другої котушки двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в показовій формі в вольтах.	
10.	Визначте еквівалентний активний опір двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в омах.	
11.	Визначте еквівалентну індуктивність двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в алгебраїчній формі в генрі.	
12.	Визначте комплекс еквівалентного індуктивного опору двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в алгебраїчній формі в омах.	
13.	Визначте комплекс еквівалентного повного опору двох індуктивно зв'язаних котушок при послідовному зустрічному з'єднанні в показовій формі в омах.	
14.	Розрахуйте комплекс діючого значення напруги на затисках кола в показовій формі в вольтах.	

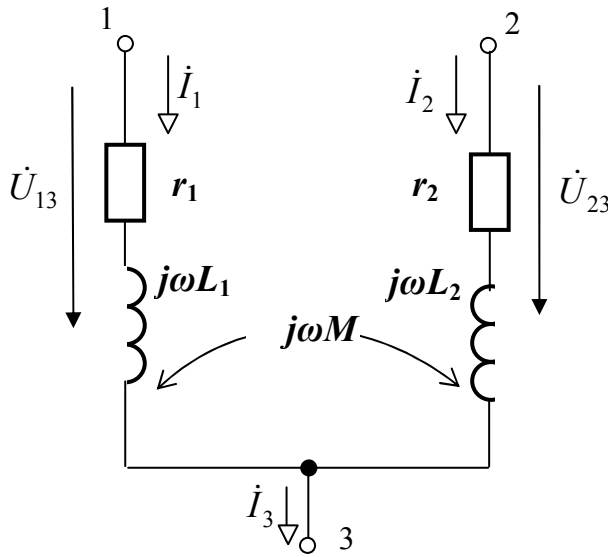
У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = -17$.

Таблица 7.5а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$60,51 \cdot 10^{-3}$.
2.	$22,5 \cdot e^{j58^\circ}$.
3.	$450 \cdot e^{j88^\circ}$.
4.	$16,2 \cdot e^{j22^\circ}$.
5.	$j6$.
6.	$19,15 \cdot 10^{-3}$.
7.	$j19$.
8.	$736 \cdot e^{j73^\circ}$.
9.	$36,8 \cdot e^{j43^\circ}$.
10.	$j25$.
11.	$79,66 \cdot 10^{-3}$.
12.	27.
13.	$324 \cdot e^{j52^\circ}$.
14.	$20 \cdot e^{j30^\circ}$.

7.3. Еквівалентна схема індуктивно зв'язаних елементів із загальною точкою.

Таблиця 7.6

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
	<p>На розрахунковій схемі індуктивно зв'язаних елементів електричного кола із загальною точкою показано: активний опір першої котушки r_1; індуктивність першої котушки L_1; активний опір другої котушки r_2; індуктивність другої котушки L_2; взаємна індуктивність M; комплекс сили струму в першому розгалуженні \dot{I}_1; комплекс сили струму в другому розгалуженні \dot{I}_2; комплекс сили струму в третьому розгалуженні \dot{I}_3; комплекс напруги на затисках 1 і 3 \dot{U}_{13}; комплекс напруги на затисках 2 і 3 \dot{U}_{23}.</p> 	
1.	Запишіть рівняння електричної рівноваги для першого розгалуження в комплексній формі.	
2.	Запишіть рівняння електричної рівноваги для другого розгалуження в комплексній формі.	
3.	Запишіть рівняння за 1-м законом Кірхгофа для вузла 3 в комплексній формі.	
4.	Замініть зазначену розрахункову схему еквівалентною схемою без індуктивного зв'язку.	
5.	Запишіть математичний вираз комплексу напруги \dot{U}_{13} для еквівалентної розрахункової схеми без індуктивного зв'язку.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
6.	Запишіть математичний вираз комплексу напруги \dot{U}_{23} для еквівалентної розрахункової схеми без індуктивного зв'язку.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 7$.

Таблиця 7.6а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$r_2 \cdot \dot{I}_2 + j\omega \cdot L_2 \cdot \dot{I}_2 \mp j\omega \cdot M \cdot \dot{I}_2 \pm j\omega \cdot M \cdot \dot{I}_3$.
2.	
3.	$r_1 \cdot \dot{I}_1 + j\omega \cdot L_1 \cdot \dot{I}_1 \pm j\omega \cdot M \cdot \dot{I}_2$.
4.	$r_2 \cdot \dot{I}_2 + j\omega \cdot L_2 \cdot \dot{I}_2 \pm j\omega \cdot M \cdot \dot{I}_1$.
5.	$r_1 \cdot \dot{I}_1 + j\omega \cdot L_1 \cdot \dot{I}_1 \mp j\omega \cdot M \cdot \dot{I}_1 \pm j\omega \cdot M \cdot \dot{I}_3$.
6.	$\dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0$.

7.3. Еквівалентна схема індуктивно зв'язаних елементів із загальною точкою.

Таблиця 7.7

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
<p>Дві індуктивно зв'язані котушки мають наступні параметри: активний опір першої котушки $r_1 = 12 \text{ Ом}$, індуктивність першої котушки $L_1 = 19,11 \text{ мГн}$; активний опір другої котушки $r_2 = 15 \text{ Ом}$, індуктивність другої котушки $L_2 = 51 \text{ мГн}$; взаємна індуктивність $M = 31,85 \text{ мГн}$. Початкові затиски котушок з'єднані в загальний вузол. Сила струму в першому розгалуженні $i_1 = 28,2 \cdot \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ А}$, сила струму в другому розгалуженні $i_2 = 14,4 \cdot \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ А}$, сила струму в третьому розгалуженні $i_3 = 41,02 \cdot \sin(\omega t + 40^\circ) \text{ А}$. Частота струму $f = 50 \text{ Гц}$.</p>		
1.	Складіть еквівалентну розрахункову схему даного кола без індуктивного зв'язку.	
2.	Запишіть комплекс діючого значення сили струму в першому розгалуженні в показовій формі в амперах.	
3.	Запишіть комплекс діючого значення сили струму в другому розгалуженні в показовій формі в амперах.	
4.	Запишіть комплекс діючого значення сили струму в третьому розгалуженні в показовій формі в амперах.	
5.	Визначте комплекс власного індуктивного опору першої котушки алгебраїчної формі в омах.	
6.	Визначте комплекс власного індуктивного опору другої котушки алгебраїчної формі в омах.	
7.	Визначте комплекс взаємного індуктивного опору індуктивно зв'язаних котушок в алгебраїчної формі в омах.	
8.	Визначте комплекс діючого значення напруги \dot{U}_{13} для розрахункової схеми з індуктивним зв'язком в показовій формі в вольтах.	
9.	Визначте комплекс діючого значення напруги \dot{U}_{13} для еквівалентної розрахункової схеми без індуктивного зв'язку в показовій формі в вольтах. Порівняйте отримане значення з п.8.	
10.	Визначте комплекс діючого значення напруги \dot{U}_{23} для розрахункової схеми з індуктивним зв'язком в показовій формі в вольтах.	

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
11.	Визначте комплекс діючого значення напруги \dot{U}_{23} для еквівалентної розрахункової схеми без індуктивного зв'язку в показовій формі в вольтах. Порівняйте отримане значення з п.9.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{\text{непар}} - \sum_{\text{пар}} = 3$.

Таблиця 7.7а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$10 \cdot e^{j60^\circ}$.
2.	$416,66 \cdot e^{j113^\circ}$.
3.	$j10$.
4.	$j6$.
5.	$280,68 \cdot e^{j77^\circ}$.
6.	$20 \cdot e^{j30^\circ}$.
7.	$j16$.
8.	$29,09 \cdot e^{j40^\circ}$.
9.	

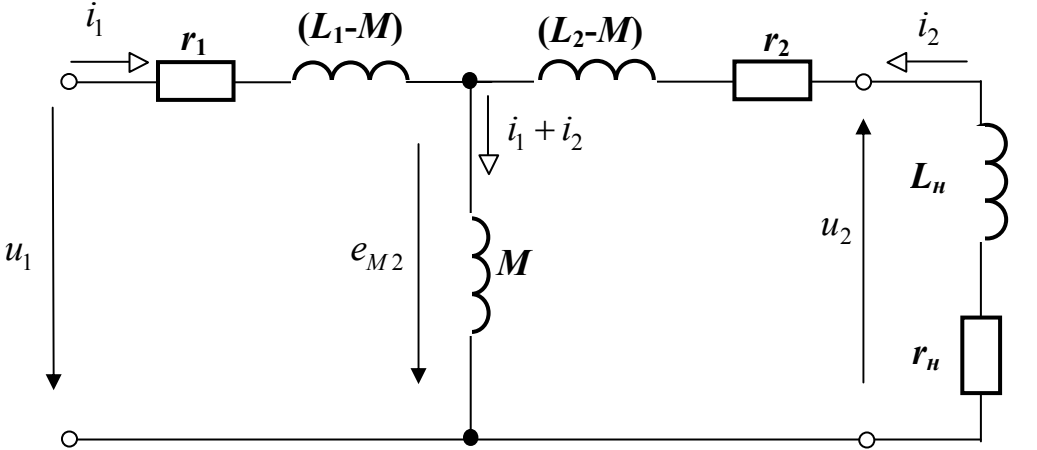
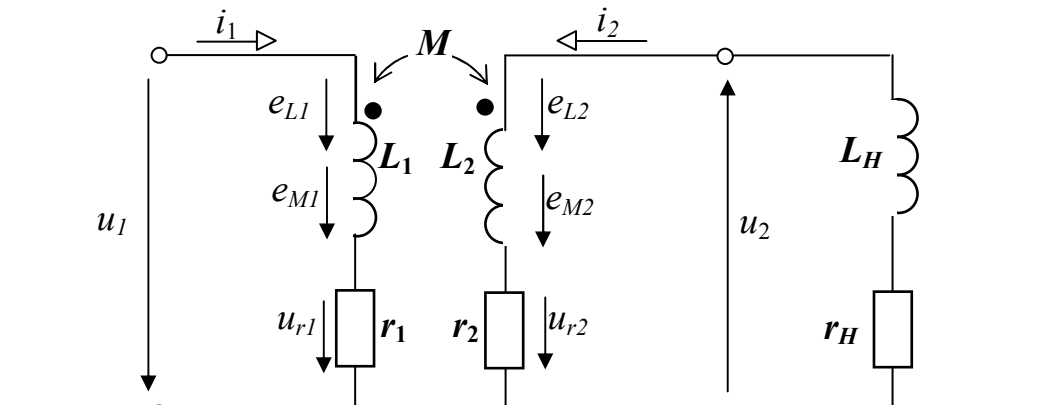
7.4. Повітряний трансформатор.

Таблиця 7.8

Номер запитання, завдання	Запитання, завдання	Номер вірної відповіді
1.	Перелічте основні конструктивні елементи повітряного трансформатора.	
2.	Що називається первинної обмоткою?	
3.	Що називається вторинної обмоткою?	
4.	Опишіть фізичні явища, які спостерігаються у первинній обмотці повітряного трансформатора.	
5.	Опишіть фізичні явища, які спостерігаються у вторинній обмотці навантаженого повітряного трансформатора.	
6.	Складіть розрахункову схему повітряного трансформатора для миттєвих значень.	
7.	Запишіть рівняння електричної рівноваги первинного контуру повітряного трансформатора для миттєвих значень.	
8.	Запишіть рівняння електричної рівноваги вторинного контуру повітряного трансформатора для миттєвих значень.	
9.	Запишіть рівняння електричної рівноваги первинного контуру повітряного трансформатора в комплексній формі.	
10.	Запишіть рівняння електричної рівноваги вторинного контуру повітряного трансформатора в комплексній формі.	
11.	Складіть розрахункову схему заміщення повітряного трансформатора для миттєвих значень.	
12.	Запишіть рівняння електричної рівноваги первинного контуру для розрахункової схеми заміщення повітряного трансформатора в комплексній формі і порівняйте його с п. 9.	
13.	Запишіть рівняння електричної рівноваги вторинного контуру для розрахункової схеми заміщення повітряного трансформатора в комплексній формі і порівняйте його с п. 10.	

У разі вірного виконання завдання $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 24$.

Таблиця 7.8а

Номер відповіді	Відповіді
1.	$-M \cdot \frac{di_1}{dt} = r_2 \cdot i_2 + L_2 \cdot \frac{di_2}{dt} + u_2.$
2.	<ul style="list-style-type: none"> – явище електричного струму; – явище теплової дії електричного струму; – явище електромагнетизму; – явище самоіндукції; – явище взаємної індукції.
3.	$-j\omega \cdot M \cdot \dot{I}_1 = r_2 \cdot \dot{I}_2 + j\omega \cdot L_2 \cdot \dot{I}_2 + \dot{U}_2.$
4.	Обмотка повітряного трансформатора, до якої підводиться напруга джерела електричної енергії.
5.	
6.	Первинная обмотка, вторинная обмотка.
7.	$\dot{U}_1 = r_1 \cdot \dot{I}_1 + j\omega \cdot L_1 \cdot \dot{I}_1 + j\omega \cdot M \cdot \dot{I}_2.$
8.	Обмотка повітряного трансформатора, до якої підключаються споживачі електричної енергії.
9.	

Номер відповіді	Відповіді
10.	<ul style="list-style-type: none"> – явище взаємної індукції; – явище електричного струму; – явище теплової дії електричного струму; – явище електромагнетизму; – явище самоіндукції.
11.	$u_1 = r_1 \cdot i_1 + L_1 \cdot \frac{di_1}{dt} + M \cdot \frac{di_2}{dt} .$

Завдання експериментального характеру

Експериментальне дослідження 1

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка містить лабораторний автотрансформатор TV , вольтметр pV , підключений до вторинних затисків лабораторного автотрансформатора TV , амперметр pA , включений послідовно по черзі з однією із двох індуктивно зв'язаних реальних котушок індуктивності K , і ватметр pW . Для комутації кола передбачений вимикач SA .

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 7.1.

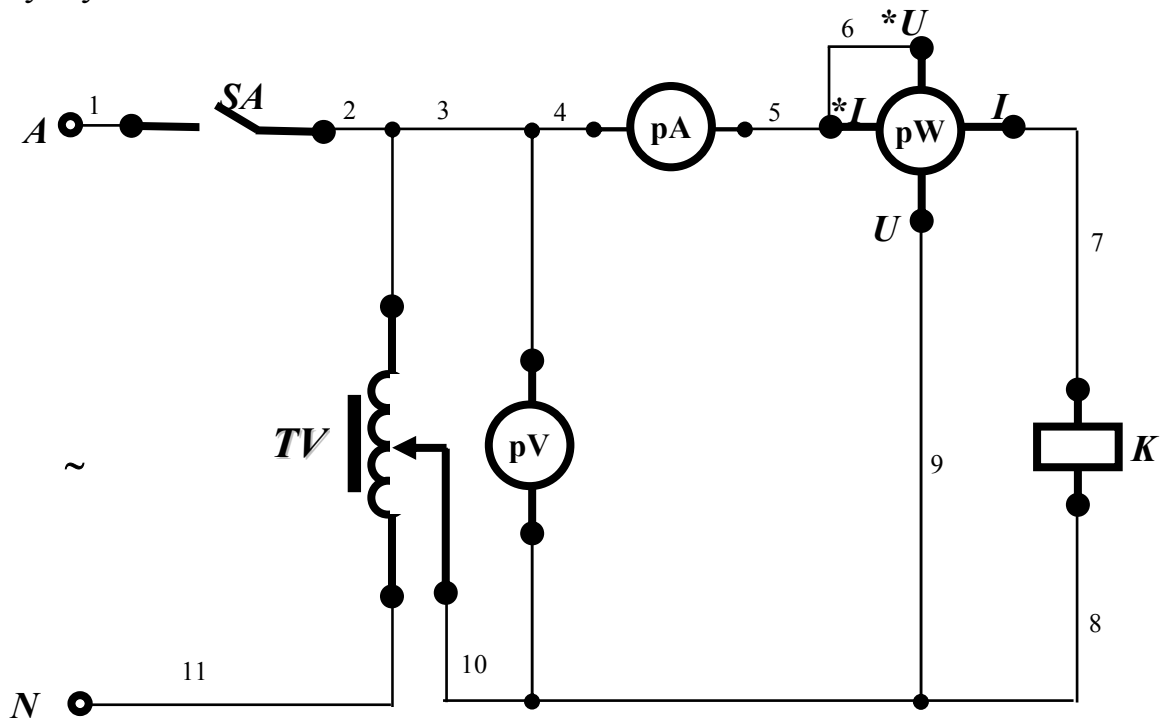


Рисунок 7.1 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 11 провідників (на схемі позначені номерами 1-11).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- опори з'єднувальних проводів, амперметра струмової обмотки ватметра і контактів вимикача дорівнюють нулю;

- опори обмотки вольтметра і обмотки напруги ватметра дорівнюють нескінченності.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 7.2.

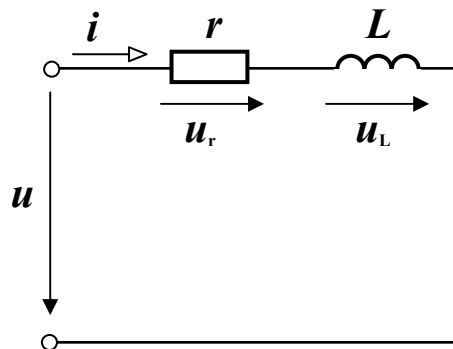


Рисунок 7.2 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

u – миттєва напруга на затисках кола, B ;

i – миттєвий струм в електричному колі, A ;

r – активний опір котушки, Om ;

L – індуктивність котушки, $Гн$;

u_r – миттєва напруга на активному опорі котушки, B ;

u_L – миттєва напруга на індуктивності котушки, B .

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола і зібрати її.

3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола та пояснити її.

- 3.3 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушці.
- 3.4 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушки.
- 3.5 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, споживану котушкою.
- 3.6 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних активний опір котушки.
- 3.7 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних повний опір котушки.
- 3.8 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних індуктивний опір котушки.
- 3.9 Уміти за допомогою експериментальних і розрахункових даних визначити індуктивність котушки.

4. Завдання з виконання експериментального дослідження

- 4.1 Зібрати принципову електричну схему кола.
- 4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.
- 4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 7.9.

Таблиця 7.9

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів		
		U, V	I, A	P, W
1	Вимикач SA замкнений, включена перша котушка			
2	Вимикач SA замкнений, включена друга котушка			

- 4.4 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушки.
- 4.5 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушці.
- 4.6 Визначити за допомогою експериментальних даних активну потужність, спожиту котушкою.

4.7 Визначити за допомогою експериментальних даних активний опір котушки, використовуючи рівняння:

$$P = r \cdot I^2.$$

4.8 Визначити за допомогою експериментальних даних повний опір котушки, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U}{z}.$$

4.9 Визначити за допомогою розрахункових даних індуктивний опір котушки, використовуючи рівняння:

$$z = \sqrt{r^2 + x_L^2}.$$

4.10 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних індуктивність котушки, використовуючи рівняння:

$$x_L = \omega \cdot L,$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

$$f = 50 \text{ Гц}.$$

4.11 Результати розрахунків занести в таблицю 7.10.

Таблиця 7.10

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло						
	<i>U, В</i>	<i>I, А</i>	<i>P, Вт</i>	<i>r, Ом</i>	<i>z, Ом</i>	<i>x_L, Ом</i>	<i>L, Гн</i>
1							
2							

5. Структура звіту

5.1 Назва теми експериментального дослідження.

5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.

5.3 Розрахункова схема електричного кола.

5.4 Таблиця 7.9.

5.5 Таблиця 7.10.

Експериментальне дослідження 2

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка містить лабораторний автотрансформатор TV , вольтметр pV , підключений до вторинних затисків лабораторного автотрансформатора TV , амперметр pA , включений послідовно із двома згідно з'єднаними індуктивно зв'язаними котушками індуктивності K_1 і K_2 , ватметр pW . Для комутації кола передбачений вимикач SA .

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 7.3.

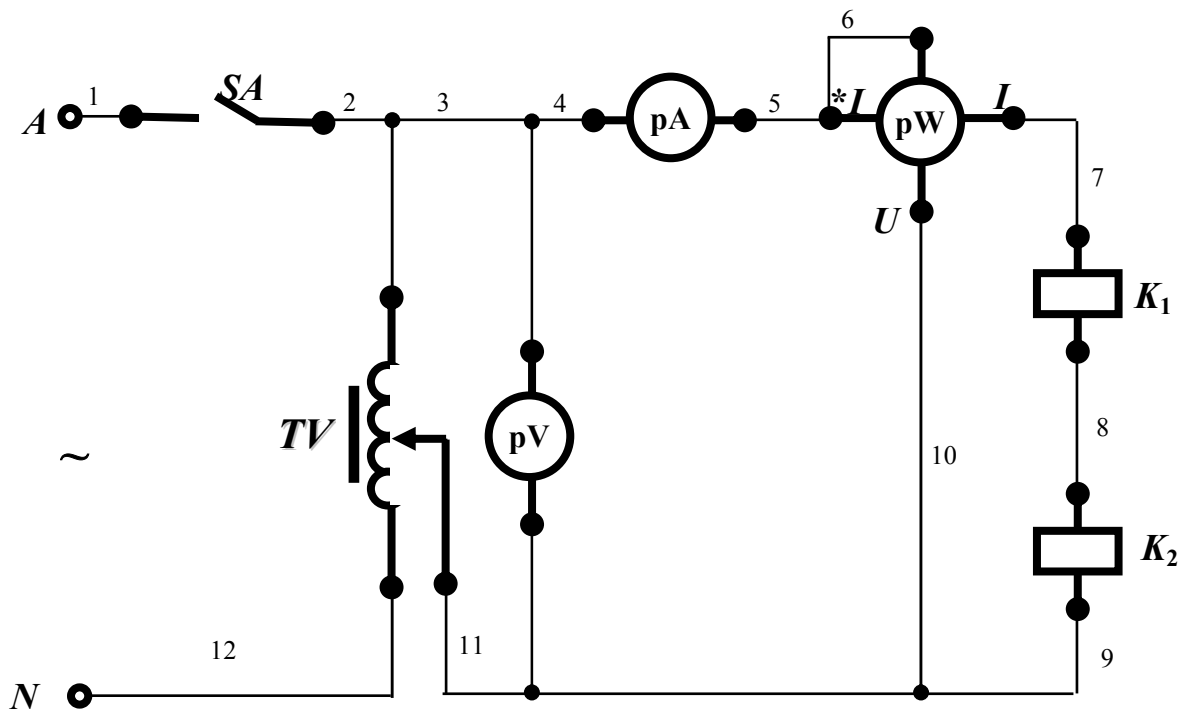


Рисунок 7.3 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 12 провідників (на схемі позначені номерами 1-12).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- опори з'єднувальних проводів, обмотки амперметра, струмової обмотки ватметра і контактів вимикача дорівнюють нулю;

- опори обмотки вольтметра і обмотки напруги ватметра дорівнюють нескінченності.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 7.4.

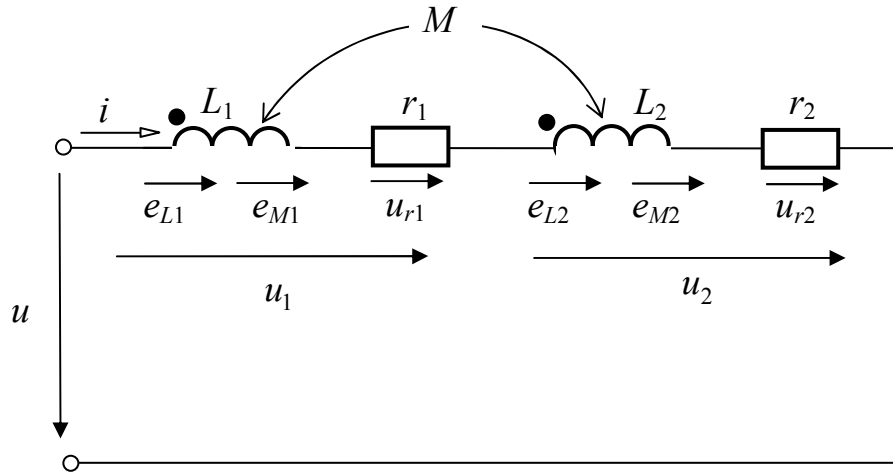


Рисунок 7.4 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

u – миттєва напруга на затисках кола, B ;

i – миттєвий струм в електричному колі, A ;

r_1 – активний опір першої котушки, Om ;

L_1 – індуктивність першої котушки, $Гн$;

e_{L1} – миттєва е.р.с. самоіндукції першої котушки, B ;

e_{M1} – миттєва е.р.с. взаємної індукції першої котушки, B ;

u_{r1} – миттєва напруга на активному опорі першої котушки, B ;

u_1 – миттєва напруга на затисках першої котушки, B ;

r_2 – активний опір другої котушки, Om ;

L_2 – індуктивність другої котушки, $Гн$;

e_{L2} – миттєва е.р.с. самоіндукції другої котушки, B ;

e_{M2} – миттєва е.р.с. взаємної індукції другої котушки, B ;

u_{r2} – миттєва напруга на активному опорі другої котушки, B ;

u_2 – миттєва напруга на затисках другої котушки, B ;

M – взаємна індуктивність котушок, $Гн$.

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

- 3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола і зібрати її.
- 3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола та пояснити її.
- 3.3 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушках.
- 3.4 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушок.
- 3.5 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних еквівалентний активний опір кола.
- 3.6 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних еквівалентний повний опір кола.
- 3.7 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних еквівалентний реактивний опір кола.
- 3.8 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних взаємну індуктивність індуктивно зв'язаних котушок.
- 3.9 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних реактивний опір взаємної індуктивності індуктивно зв'язаних котушок.

4. Завдання з виконання експериментального дослідження

- 4.1 Зібрати принципову електричну схему кола.
- 4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.
- 4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 7.11.

Таблиця 7.11

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів		
		U, B	I, A	P, Вт
1	Вимикач SA замкнений			

- 4.4 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушки.

4.5 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушці.

4.6 Визначити за допомогою розрахункових даних першої частини роботи еквівалентний активний опір кола, використовуючи рівняння:

$$r_e = r_1 + r_2 .$$

4.7 Визначити за допомогою експериментальних даних еквівалентний повний опір кола, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U}{z_e} .$$

4.8 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних еквівалентний індуктивний опір кола, використовуючи рівняння:

$$z_e = \sqrt{r_e^2 + x_{Le}^2} .$$

4.9 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних еквівалентну індуктивність кола, використовуючи рівняння:

$$x_{Le} = \omega \cdot L_e ,$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f ,$$

$$f = 50 \text{ Гц} .$$

4.10 Визначити за допомогою розрахункових даних взаємну індуктивність котушок, використовуючи рівняння:

$$L_e = L_1 + L_2 + 2 \cdot M .$$

4.11 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних реактивний опір взаємної індуктивності котушок, використовуючи рівняння:

$$x_M = \omega \cdot M ,$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f ,$$

$$f = 50 \text{ Гц} .$$

4.12 Результати розрахунків занести в таблицю 7.12.

Таблиця 7.12

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло								
	U, B	I, A	$P, Вт$	$r_e, Ом$	$z_e, Ом$	$x_{Le}, Ом$	$L_e, Гн$	$M, Гн$	$x_M, Ом$
1									

5. Структура звіту

- 5.1 Назва теми експериментального дослідження.
- 5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.
- 5.3 Розрахункова схема електричного кола.
- 5.4 Таблиця 7.11.
- 5.5 Таблиця 7.12.

Експериментальне дослідження 3

1. Опис експериментальної установки

Експериментальна установка містить лабораторний автотрансформатор TV , вольтметр pV , підключений до вторинних затисків лабораторного автотрансформатора TV , амперметр pA , включений послідовно із двома зустрічно з'єднаними індуктивно зв'язаними котушками індуктивності K_1 і K_2 , ватметр pW . Для комутації кола передбачений вимикач SA .

Принципова електрична схема експериментальної установки наведена на рисунку 7.5.

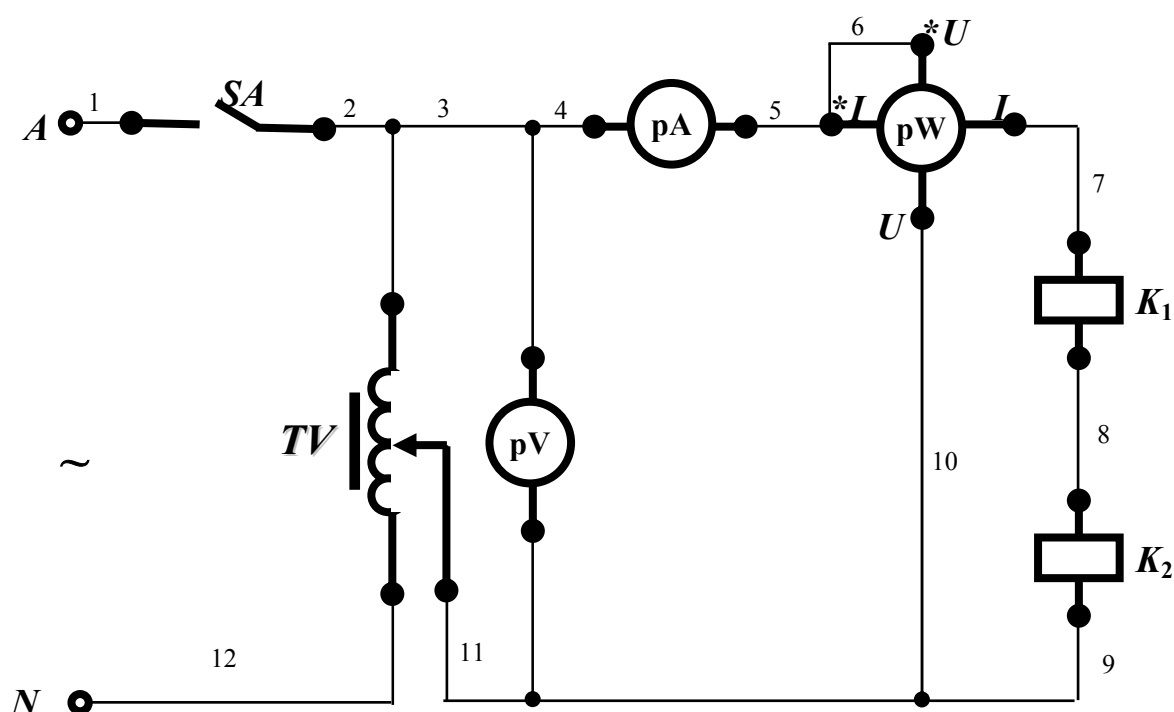


Рисунок 7.5 - Принципова електрична схема експериментальної установки.

Для складання схеми необхідно мати 12 провідників (на схемі позначені номерами 1-12).

2. Розрахункова схема експериментальної установки

При складанні розрахункової схеми прийняті наступні допущення:

- опори з'єднувальних проводів, обмотки амперметра, струмової обмотки ватметра і контактів вимикача дорівнюють нулю;

- опори обмотки вольтметра і обмотки напруги ватметра дорівнюють нескінченності.

Тоді розрахункова схема електричного кола експериментальної установки має вигляд, наведений на рисунку 7.6.

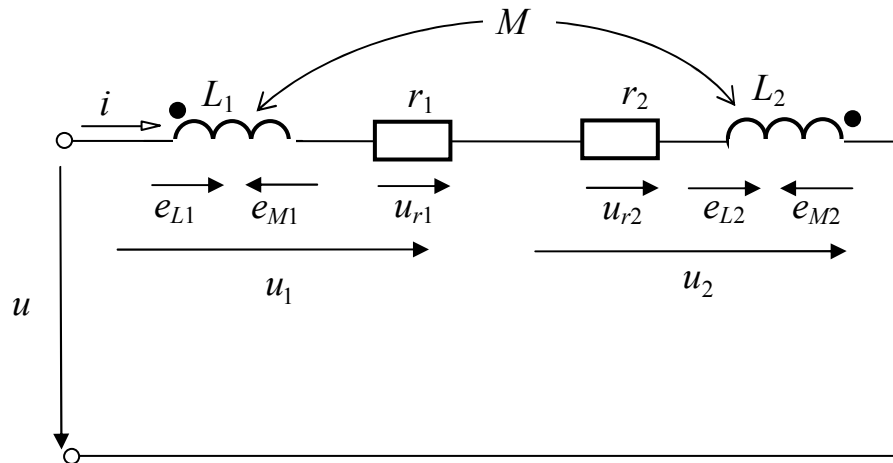


Рисунок 7.6 - Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки.

На розрахунковій схемі введені наступні умовні позначення:

u – миттєва напруга на затисках кола, B ;

i – миттєвий струм в електричному колі, A ;

r_1 – активний опір першої котушки, Om ;

L_1 – індуктивність першої котушки, $Гн$;

e_{L1} – миттєва е.р.с. самоіндукції першої котушки, B ;

e_{M1} – миттєва е.р.с. взаємної індукції першої котушки, B ;

u_{r1} – миттєва напруга на активному опорі першої котушки, B ;

u_1 – миттєва напруга на затисках першої котушки, B ;

r_2 – активний опір другої котушки, Om ;

L_2 – індуктивність другої котушки, $Гн$;

e_{L2} – миттєва е.р.с. самоіндукції другої котушки, B ;

e_{M2} – миттєва е.р.с. взаємної індукції другої котушки, B ;

u_{r2} – миттєва напруга на активному опорі другої котушки, B ;

u_2 – миттєва напруга на затисках другої котушки, B ;

M – взаємна індуктивність котушок, G_n .

3. Уміння, які здобуваються студентами в результаті виконання експериментального дослідження

- 3.1 Уміти скласти принципову електричну схему кола і зібрати її.
- 3.2 Уміти скласти розрахункову схему електричного кола та пояснити її.
- 3.3 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушках.
- 3.4 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушок.
- 3.5 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних еквівалентний активний опір кола.
- 3.6 Уміти визначити за допомогою експериментальних даних еквівалентний повний опір кола.
- 3.7 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних еквівалентний реактивний опір кола.
- 3.8 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних взаємну індуктивність індуктивно зв'язаних котушок.
- 3.9 Уміти визначити за допомогою розрахункових даних реактивний опір взаємної індуктивності індуктивно зв'язаних котушок.

4. Завдання по виконання експериментального дослідження

- 4.1 Зібрати принципову електричну схему кола.
- 4.2 Подати напругу на затиски експериментальної установки.
- 4.3 Зняти показання приладів, результати занести в таблицю 7.13.

Таблиця 7.13

№ п/п	Умови проведення експерименту	Показання приладів		
		U, B	I, A	$P, Вт$
1	Вимикач SA замкнений			

4.4 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення напруги на затисках котушки.

4.5 Визначити за допомогою експериментальних даних діюче значення сили струму в котушці.

4.6 Визначити за допомогою розрахункових даних першої частини роботи еквівалентний активний опір кола, використовуючи рівняння:

$$r_e = r_1 + r_2 .$$

4.7 Визначити за допомогою експериментальних даних еквівалентний повний опір кола, використовуючи запис закону Ома для ділянки кола:

$$I = \frac{U}{z_e} .$$

4.8 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних еквівалентний індуктивний опір кола, використовуючи рівняння:

$$z_e = \sqrt{r_e^2 + x_{Le}^2} .$$

4.9 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних еквівалентну індуктивність кола, використовуючи рівняння:

$$x_{Le} = \omega \cdot L_e ,$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f ,$$

$$f = 50 \text{ Гц} .$$

4.10 Визначити за допомогою розрахункових даних взаємну індуктивність котушок, використовуючи рівняння:

$$L_e = L_1 + L_2 - 2 \cdot M .$$

4.11 Визначити за допомогою експериментальних і розрахункових даних реактивний опір взаємної індуктивності котушок, використовуючи рівняння:

$$x_M = \omega \cdot M ,$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f ,$$

$$f = 50 \text{ Гц} .$$

4.12 Результати розрахунків занести в таблицю 7.14.

Таблиця 7.14

№ п/п	Фізичні величини, що характеризують коло								
	U, B	I, A	P, Bm	$r_e, Ом$	$z_e, Ом$	$x_{Le}, Ом$	$L_e, Гн$	$M, Гн$	$x_M, Ом$
1									

5. Структура звіту

- 5.1 Назва теми експериментального дослідження.
- 5.2 Принципова електрична схема експериментальної установки.
- 5.3 Розрахункова схема електричного кола.
- 5.4 Таблиця 7.13.
- 5.5 Таблиця 7.14.

Тематичне комплексне кваліфікаційне завдання

Умова

Дві індуктивно зв'язані котушки включені послідовно згідно в коло змінного синусоїдного струму з напругою на затисках кола u .

Параметри першої котушки: активний опір r_1 , індуктивність L_1 .

Параметри другої котушки: активний опір r_2 , індуктивність L_2 .

Коефіцієнт індуктивного зв'язку індуктивно зв'язаних котушок K .

В електричному колі включені амперметр, ватметр і три вольтметра - на затисках електричного кола і паралельно кожній котушки.

Завдання

1. Скласти принципову електричну схему описаного електричного кола. Окремі елементи кола виділити жирними лініями, а їх з'єднуючі проводи – тонкими лініями.
2. Описати фізичні явища, які спостерігаються у даних котушках.
3. Скласти розрахункову схему електричного кола в комплексній формі, прийнявши наступні допущення:
 - опорами проводів, які з'єднують елементи кола, зневажити;
 - опором амперметра зневажити;
 - опір вольтметра прийняти рівним нескінченності.
4. Виконати розрахунок електричного кола:
 - визначити взаємну індуктивність індуктивно зв'язаних котушок M ;
 - визначити еквівалентну індуктивність кола L_e ;
 - визначити еквівалентний реактивний індуктивний опір кола x_{Le} ;
 - визначити еквівалентний активний опір кола r_e ;
 - визначити еквівалентний повний опір кола Z_e ;
 - визначити кут зсуву фаз кола φ_e ;

- визначити показання амперметра I ;
- визначити амплітудне значення сили електричного струму I_m ;
- визначити початкову фазу сили електричного струму ψ_i ;
- записати вираз миттєвого електричного струму кола i ;
- записати комплекс діючого значення сили електричного струму в колі в показовій формі \dot{I} ;
- визначити показання вольтметра на затисках кола U ;
- визначити комплекс діючого значення напруги на затисках кола в показовій формі \dot{U} ;
- визначити діюче значення напруги на активному опорі першої котушки U_{r1} ;
- визначити амплітудне значення напруги на активному опорі першої котушки U_{r1m} ;
- визначити початкову фазу напруги на активному опорі першої котушки $\psi_{u_{r1}}$;
- записати вираз миттєвої напруги на активному опорі першої котушки u_{r1} ;
- записати комплекс діючого значення напруги на активному опорі першої котушки в показовій формі \dot{U}_{r1} ;
- визначити реактивний індуктивний опір першої котушки x_{L1} ;
- визначити діюче значення напруги на індуктивному опорі першої котушки U_{L1} ;
- визначити амплітудне значення напруги на індуктивному опорі першої котушки U_{L1m} ;
- визначити початкову фазу напруги на індуктивному опорі першої котушки $\psi_{u_{L1}}$;
- записати вираз миттєвої напруги на індуктивному опорі першої котушки u_{L1} ;

- записати комплекс діючого значення напруги на індуктивному опорі першої котушки в показовій формі \dot{U}_{L_1} ;
- визначити реактивний опір взаємної індуктивності x_M ;
- визначити діюче значення напруги на реактивному опорі взаємної індуктивності U_M ;
- визначити амплітудне значення напруги на реактивному опорі взаємної індуктивності U_{Mm} ;
- визначити початкову фазу напруги на реактивному опорі взаємної індуктивності ψ_{u_M} ;
- записати вираз миттєвої напруги на реактивному опорі взаємної індуктивності u_M ;
- записати комплекс діючого значення напруги на реактивному опорі взаємної індуктивності в показовій формі \dot{U}_M ;
- визначити еквівалентний реактивний опір першої котушки x_{1e} ;
- визначити еквівалентний повний опір першої котушки Z_{1e} ;
- визначити еквівалентний кут зсуву фаз кола першої котушки ϕ_{1e} ;
- визначити діюче значення напруги на затисках першої котушки U_1 ;
- визначити амплітудне значення напруги на затисках першої котушки U_{1m} ;
- визначити початкову фазу напруги на затисках першої котушки ψ_{u_1} ;
- записати вираз миттєвої напруги на затисках першої котушки u_1 ;
- записати комплекс діючого значення напруги на затисках першої котушки в показовій формі \dot{U}_1 ;
- визначити діюче значення напруги на активному опорі другої котушки U_{r_2} ;
- визначити амплітудне значення напруги на активному опорі другої котушки U_{r_2m} ;

- визначити початкову фазу напруги на активному опорі другої котушки $\psi_{u_{r2}}$;
- записати вираз миттєвої напруги на активному опорі другої котушки u_{r2} ;
- записати комплекс діючого значення напруги на активному опорі другої котушки в показовій формі \dot{U}_{r2} ;
- визначити реактивний індуктивний опір другої котушки x_{L2} ;
- визначити діюче значення напруги на індуктивному опорі другої котушки U_{L2} ;
- визначити амплітудне значення напруги на індуктивному опорі другої котушки U_{L2m} ;
- визначити початкову фазу напруги на індуктивному опорі другої котушки $\psi_{u_{L2}}$;
- записати вираз миттєвої напруги на індуктивному опорі другої котушки u_{L2} ;
- записати комплекс діючого значення напруги на індуктивному опорі другої котушки в показовій формі \dot{U}_{L2} ;
- визначити еквівалентний реактивний опір другої котушки x_{2e} ;
- визначити еквівалентний повний опір другої котушки Z_{2e} ;
- визначити еквівалентний кут зсуву фаз кола другої котушки φ_{2e} ;
- визначити діюче значення напруги на затисках другої котушки U_2 ;
- визначити амплітудне значення напруги на затисках другої котушки U_{2m} ;
- визначити початкову фазу напруги на затисках другої котушки ψ_{u_2} ;
- записати вираз миттєвої напруги на затисках другої котушки u_2 ;
- записати комплекс діючого значення напруги на затисках другої котушки в показовій формі \dot{U}_2 ;

– побудувати на комплексній площині в масштабі векторну діаграму діючих значень напруг та струмів всього кола.

Варіанти вихідних даних до тематичного комплексного кваліфікаційного завдання

Таблиця 7.15

Варіанти	u, B	$r_1, Ом$	$L_1, мГн$	$r_2, Ом$	$L_2, мГн$	K	схема включення
1	$u=282\sin(\omega \cdot t+30^\circ)$	3	12,7	4	9,55	0,4	згід.
2	$u=141 \cdot \sin (\omega t+30^\circ)$	3	12,7	3	9,55	0,4	згід.
3	$u=141 \cdot \sin (\omega t+30^\circ)$	4	12,7	3	9,55	0,6	згід.
4	$u=282\sin(\omega \cdot t+60^\circ)$	12	12,7	16	9,55	0,6	згід.
5	$u=282\sin(\omega \cdot t+60^\circ)$	12	38,2	16	79,6	0,25	зустр.
6	$u=282\sin(\omega \cdot t+60^\circ)$	3	12,7	4	9,55	0,2	згід.
7	$u=141 \sin(\omega \cdot t+45^\circ)$	3	12,7	4	9,55	0,8	згід.
8	$u=282\sin(\omega \cdot t+45^\circ)$	4	38,2	3	79,62	0,3	зустр
9	$u=282\sin(\omega \cdot t+45^\circ)$	4	25,5	3	31,85	0,6	згід.
10	$u=211,5\sin(\omega \cdot t+45^\circ)$	4	25,5	4	31,85	0,5	згід.
11	$u=211,5\sin(\omega \cdot t+60^\circ)$	12	25,48	16	31,85	0,5	згід.
12	$u= 282\sin(\omega \cdot t+60^\circ)$	12	79,62	16	63,69	0,2	зустр
13	$u= 282\sin(\omega \cdot t+60^\circ)$	12	25,48	16	31,85	0,5	згід.
14	$u=141 \cdot \sin (\omega t+30^\circ)$	12	25,48	16	31,85	0,46	згід.
15	$u= 423 \sin(\omega \cdot t+60^\circ)$	12	25,48	16	31,85	0,5	зустр

Завдання для комп'ютерного контролю вихідних знань та вмінь

Умова. Дві індуктивно зв'язані котушки підключені послідовно згідно в коло змінного синусоїдного струму з напругою на за- тисках кола $u = 141 \sin(\omega t + 47^\circ) \text{ В}$. Параметри першої котушки: активний опір дорівнює 4 Ом , індуктивний опір дорівнює 2 Ом . Параметри другої котушки: активний опір дорівнює 2 Ом , індуктивний опір дорівнює 2 Ом . Опір взаємної індуктивності дорівнює 2 Ом .

Частина 1.

- Завдання 1.** Визначити еквівалентний реактивний опір кола в омах.
- Завдання 2.** Визначити еквівалентний активний опір кола в омах.
- Завдання 3.** Визначити еквівалентний повний опір кола в омах.
- Завдання 4.** Визначити діюче значення сили струму в колі в амперах.
- Завдання 5.** Визначити кут зсуву фаз кола в градусах з точністю до одиниці.

Частина 2.

- Завдання 6.** Визначити початкову фазу струму кола в градусах.
- Завдання 7.** Визначити активну потужність, яку споживає коло, в ватах.
- Завдання 8.** Визначити реактивну потужність, яку споживає коло, в вольт-амперах реактивних.

Частина 3.

- Завдання 9.** Записати вираз миттєвого струму кола в амперах.
- Завдання 10.** Записати вираз миттєвої напруги на активному опорі першої котушки.

ЛІТЕРАТУРА

Овчаров В.В. Теоретические основы электротехники / В.В. Овчаров
–Мелітополь, 2007. – 215 с.

ДОДАТКИ
Г Р А Ф І К
самостійної роботи студентів

№ п/п	Види завдань	Тижні семестру																	
		1		2		3		4		5		6		7		8			
		T1	T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T3	T3	T3	T3		
1	Теми і розділи теоретичного матеріалу	1-2	3-7	8	5-8	8-12	1-12	1-2	3-4	5-8	1-8	1-8	1-2	1	1-2	2-3	4-5	5-6	1-6
2	Номери таблиць завдань інформаційно-репродуктивного і практично-стереотипного характеру	1-2	3-4	5-6		7-8		1-2	3-4	5-8			1-2	1-2	3-4	5-6	7-8		
3	Номери завдань експериментального характеру						1	1					1		2	3	4		
4	Номери завдань логічно-понятійного характеру						1-4								1-2	3	4-5		
5	Пункти тематичних комплексних кваліфікаційних завдань														1-3				4-11

№ п/п	Види завдань	Тижні семестру															
		9		10		11		12		13		14		15		16	
		T3	T3	T3	T3	T4	T4	T5	T5	T5	T5	T5	T6	T6	T7	T7	
1	Тема і розділи теоретичного матеріалу	6-7	7-9	9-10	7	1-4	5	1-5	6-10	8-12	1-12	1-6	1-10	1-12	1-6	1-3	4-6
2	Номери таблиць завдань інформаційно-репродуктивного і практично-стереотипного характеру	9-10	11-12	13-15		1-8	9-11	1-3	4-6	7-10				1-3		1-4	5
3	Номери завдань експериментального характеру	5				1			1								1
4	Номери завдань логічно-понятійного характеру																
5	Пункти тематичного комплексного кваліфікаційного завдання				12-13		1-3					1-3	1-3		4		1-4

Методичні вказівки виконання завдань СРС

Вивчивши теоретичний матеріал з відповідної теми, приступаємо до самоперевірки своїх знань і вмінь шляхом виконання навчаюче – контролюючих завдань.

Для прикладу розглянемо порядок виконання завдань розділів 1.1 і 1.2 першої теми.

Прочитаємо с таблиці 1.1 перше запитання: «У чому суть явища електризації тіл?». З таблиці 1.1а находимо з нашої точки зору вірну відповідь за номером 10: «У втраті або придбанні тілом деякої кількості електронів». Цифру 10 проставляємо у графу «Номер вірної відповіді» таблиці 1.1 на перше запитання.

Таким чином поступаємо з кожним запитанням і завданням. В результаті ми отримаємо всі вірні з нашої точки зору відповіді на всі запитання і завдання.

Номер запитання, завдання	Номер вірної відповіді
13.	10
14.	12
15.	8
16.	11
17.	6
18.	5
19.	7
20.	3
21.	9
22.	1
23.	4
24.	2

Тепер знаходимо суму всіх номерів вірних відповідей на непарні запитання і завдання: $\sum_{непар} = 10 + 8 + 6 + 7 + 9 + 4 = 44$.

Далі знаходимо суму всіх номерів вірних відповідей на парні запитання і завдання: $\sum_{пар} = 12 + 11 + 5 + 3 + 1 + 2 = 34$.

Знаходимо різницю сум: $\sum_{непар} - \sum_{пар} = 44 - 34 = \mathbf{10}$.

У нашому випадку цифра 10 співпала з цифрою різниці сум під таблицею 1.1. Це свідчить про те, що відповіді дійсно вірні.

Якщо різниці сум не співпадають, то це свідчить, що не на всі запитання і завдання знайдені вірні відповіді і необхідно повторити знаходження вірних відповідей.

В такій же послідовності виконуються завдання логічно-понятійного характеру.