

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до СРС та виконання контрольної роботи з дисципліни

**«ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОРАДІОЛАНЦЮГІВ»**

для студентів заочної форми навчання  
спеціальності „Метеорологія”  
спеціалізації „Радіометеорологія і радіолокація”

Одеса 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до СРС та виконання контрольної роботи з дисципліни

**«ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОРАДІОЛАНЦЮГІВ»**

для студентів заочної форми навчання  
спеціальності „Метеорологія”  
спеціалізації „Радіометеорологія і радіолокація”

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

На засіданні робочої групи заочної  
та післядипломної освіти

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010 р.

Одеса 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до СРС та виконання контрольної роботи з дисципліни

**«ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОРАДІОЛАНЦЮГІВ»**

для студентів заочної форми навчання  
спеціальності „Метеорологія”  
спеціалізації „Радіометеорологія і радіолокація”

“Затверджено”  
на засіданні робочої групи  
заочної та післядипломної освіти,  
протокол № \_\_\_\_\_  
від «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010р.  
Голова групи  
\_\_\_\_\_ С. М. Степаненко

“Узгоджено”  
Декан заочного факультету  
\_\_\_\_\_ О.В. Волошина

“Затверджено”  
на засіданні кафедри АСМНС,  
протокол № \_\_\_\_\_  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 р.  
Зав.кафедри  
\_\_\_\_\_ В. Х. Корбан

Методичні вказівки до СРС та виконання контрольної роботи з дисципліни «Теорія електрорадіоланцюгів» для студентів заочної форми навчання з спеціальності „Метеорологія” спеціалізації “Радіометеорологія і радіолокація” / Лавріненко Ю.В. - Одеса, ОДЕКУ, 2010. - 37 с.

Методичні вказівки до СРС та виконання контрольної роботи з дисципліни «Теорія електрорадіоланцюгів» для студентів заочної форми навчання з спеціальності „Метеорологія” спеціалізації “Радіометеорологія і радіолокація” / Лавріненко Ю.В. - Одеса, ОДЕКУ, 2010. - 37 с.

**Підп. до друку**  
**Умовн. друк. арк..**

**Формат**  
**Тираж**

**Папір**  
**Зам. №**

Надруковано з готового оригінал-макета

---

Одеський державний екологічний університет  
85016, Одеса, Львівська, 15

## ЗМІСТ

Передмова .....	4
1 Аналіз лінійних ланцюгів постійного струму.....	7
2 Аналіз лінійних ланцюгів змінного струму .....	8
3 Електричні і магнітні ланцюги .....	9
3.1 Резонансні процеси в електричних ланцюгах .....	9
3.2 Трифазні електричні ланцюги .....	10
3.3 Магнітні ланцюги .....	11
4 Загальні відомості про сигнали та їх спектральний аналіз .....	12
4.1 Спектри періодичних і неперіодичних сигналів.....	12
4.2 Загальні відомості про електричні фільтри, їх параметри і характеристики. Особливості фільтрів низьких частот, фільтрів високих частот .....	13
5 Перехідні процеси в електричних ланцюгах .....	14
Контрольна робота .....	15
Організація контролю знань та вмінь студента .....	36

## ПЕРЕДМОВА

Дисципліна "Теорія електрорадіоланцюгів" належить до циклу вибіркових дисциплін підготовки фахівців з напрямку 0706 "Гідрометеорологія", спеціальність – "Метеорологія", спеціалізація – "Радіометеорологія і радіолокація".

Мета дисципліни - підготовка фахівців гідрометеорологів в галузі радіометеорологічного і радіолокаційного забезпечення гідрометеорологічних спостережень навколишнього середовища.

Завдання дисципліни полягає у засвоєнні методів аналізу електричних, магнітних і радіоелектронних ланцюгів, основ спектрального аналізу сигналів.

Загальний обсяг навчального часу, що припадає на вивчення дисципліни, визначається освітньо-професійною програмою.

Дисципліна "Теорія електрорадіоланцюгів" дає можливість для засвоєння сучасних засобів радіометеорології і метеорологічної радіолокації. Після вивчення дисципліни студенти повинні мати базові

### **знання:**

- методів аналізу лінійних електричних ланцюгів постійного та змінного струму, магнітних ланцюгів;
- методів аналізу резонансних і перехідних процесів в лінійних ланцюгах із зосередженими параметрами;
- основ спектрального аналізу сигналів і їх фільтрації;

### **уміння:**

- виконувати інженерні розрахунки електрорадіоланцюгів різними методами;
- визначати умови безаварійної роботи електричних та радіо електричних ланцюгів та їх елементів.

Дисципліна "Теорія електрорадіоланцюгів" базується на вивченні таких дисциплін як "Фізика" та "Вища математика". В свою чергу вона забезпечує професійно-орієнтовані дисципліни напряму підготовки "Гідрометеорологія".

## ЛІТЕРАТУРА

### **Основна:**

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. М.: "Высшая школа", 1978.
2. Лавріненко Ю.В. Теорія електрорадіоланцюгів, ч. 1 і 2. Конспект лекцій . – Одеса „Екологія”, 2008. - 69 с.

### *Додаткова:*

3. Атабеков Т.И. и др. Теоретические основы электротехники. Часть 1 и часть 2. – М.: "Энергия", 1979.

4. Нейман Л.Р., Демирчан К.С. Теоретические основы электротехники, т. 1, т. 2. – Л.: "Энергоиздат", 1981.

5. Теория электрорадиоцепей. Под ред. А.М. Широкова. – М.: Воениздат, 1980.

6. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни „Теорія електрорадіоланцюгів”, укл. Лавріненко Ю.В. – Одеса, 2006.

7. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни „Теорія електрорадіоланцюгів”, укл. Лавріненко Ю.В. – Одеса, 2008.

8. Шебес М.Р. Задачи по теории линейных электрических цепей - М. «Высшая школа», 1982. – 488с.

### **ПРОГРАМА ЛЕКЦІЙНОГО КУРСУ**

№ п/п	Найменування теми та їх зміст
1	2
	<i>Лекційний курс</i>
1.	Основи теорії ланцюгів постійного і змінного струму. Основні поняття та закони електричних ланцюгів. Ланцюги постійного струму та методи їх аналізу. Ланцюги однофазного синусоїдального струму, основні поняття, параметри форми подання [1 – 4].
2.	Узагальнення методів розрахунку ланцюгів постійного струму на ланцюги синусоїдального струму. Трифазні електричні ланцюги, властивості та режими роботи [1 – 4].
3.	Взаємоіндуктивність. Трансформатор без осереддя [1 – 4].
4.	Аналіз лінійних ланцюгів постійного струму [1 – 4, 7].
5.	Аналіз лінійних ланцюгів змінного струму [1 – 4, 7].
6.	Магнітні ланцюги. Визначення та параметри магнітних ланцюгів, аналогія з електричними ланцюгами. Коливальні контури, умови та властивості резонансу в послідовному і паралельному контурах. Частотні характеристики [1 – 4].
7.	Перехідні процеси в лінійних електричних ланцюгах. Закони комутації. Методи аналізу перехідних процесів в електричних ланцюгах [1 – 4].
8.	Сигнали та їх спектральний аналіз. Фільтри. Частотні характеристики. Нелінійні ланцюги: визначення, властивості, класифікація, застосування, особливості аналізу [1 – 4].



№ п/п	Найменування теми та їх зміст
1	2
9.	Резонансні процеси в електричних ланцюгах. Трифазні електричні ланцюги. Магнітні ланцюги [1 – 4, 7].
10.	Загальні відомості про сигнали та їх спектральний аналіз. Спектральний аналіз сигналів. Спектри періодичних сигналів. Спектр неперіодичних сигналів. Загальні відомості про електричні фільтри, їх параметри і характеристики. Особливості фільтрів низьких частот, фільтрів високих частот [1 – 4, 7].
11.	Перехідні процеси в електричних ланцюгах. [1 – 4, 7].

### **ПРОГРАМА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

№	Найменування теми та її зміст
1.	Розрахунок та аналіз ланцюгів постійного та змінного струму [6].
2.	Розрахунок та аналіз перехідних процесів в лінійних електричних ланцюгах [6].

## 1 Аналіз лінійних ланцюгів постійного струму

Література: [1, ст. 5-20, 30-34], [2, ст. 5-9].

Протягом самостійної роботи над матеріалом розділу дисципліни необхідно вивчити наступні питання:

- елементи електричних ланцюгів: активні і пасивні, лінійні і нелінійні, реактивні;
- паралельне, послідовне і змішане включення елементів;
- характеристики елементів: вольт-амперна, вебер-амперна;
- вольт-амперна характеристика джерела електричної енергії: ідеальна і реальна;
- послідовна і паралельна схеми заміщення джерела електричної енергії;
- поняття балансу потужностей;
- пряма і зворотна задача розрахунку електричного ланцюга;
- закони Ома і Кірхгофа.

### *Контрольні запитання*

1. Назвіть типові пасивні елементи електричних схем і наведіть їх основні характеристики.
2. Сформулюйте основні правила перетворення схем.
3. Чому дорівнює сумарний опір послідовно включених резисторів?
4. Чому дорівнює сумарний опір паралельно включених резисторів?
5. Чому дорівнює сумарна ємність послідовно включених конденсаторів?
6. Чому дорівнює сумарна ємність паралельно включених конденсаторів?
7. Чому дорівнює сумарна індуктивність послідовно включених котушок індуктивності?
8. Чому дорівнює сумарна індуктивність паралельно включених котушок індуктивності?
9. Чому дорівнює сумарна провідність паралельно включених резисторів?
10. Перерахуйте основні методи розрахунку складних ланцюгів.
11. Яка задача прямого методу розрахунку електричних ланцюгів?
13. Яка задача зворотного методу розрахунку електричних ланцюгів?
14. В чому полягають переваги спеціальних методів розрахунку електричних ланцюгів?
15. Сформулюйте правило балансу потужностей.
16. Чи може зовнішня характеристика джерела проходити через початок координат?

17. Який режим (холостий хід або хід короткого замикання) є аварійним для джерела струму?

18. В чому полягає еквівалентність і розходження паралельної і послідовної схем заміщення джерела?

## 2 Аналіз лінійних ланцюгів змінного струму

Література: [1, ст. 105-118, 120-126], [2, ст. 19-35].

Протягом самостійної роботи над матеріалом розділу дисципліни необхідно вивчити наступні питання:

- характеристики синусоїдального змінного струму освітлювальної мережі;

- векторне представлення синусоїдальних величин;

- діюче значення змінного струму;

- представлення синусоїдальних величин напруги і струму комплексними числами;

- резистор у ланцюзі синусоїдального змінного струму: співвідношення між напругою і струмом, розсіююча потужність, векторна діаграма;

- реактивні елементи в ланцюзі синусоїдального змінного струму: співвідношення між напругою і струмом, розсіююча потужність, векторна діаграма;

- послідовне і паралельне з'єднання активних і реактивних елементів, співвідношення між напругою і струмом, розсіююча потужність, трикутники напруг, струмів і опорів;

- перетворення енергії в електричному ланцюзі змінного струму, трикутник потужностей.

### *Контрольні запитання*

1. Який практичний зміст має зображення синусоїдальних величин за допомогою векторів?

2. Перерахуйте порядок побудови векторних діаграм.

3. Який практичний зміст має зображення синусоїдальних величин за допомогою комплексних чисел?

4. В чому полягає перевага зображення синусоїдальних величин за допомогою комплексів у порівнянні з їх векторним представленням?

5. В чому суть реактивних опорів?

6. Яке співвідношення фаз напруги і струму в чисто ємнісного елемента?

7. Яке співвідношення фаз напруги і струму в чисто індуктивного елемента?
8. Що таке трикутник опорів і як він будується?
9. Побудуйте трикутник напруг для послідовно включених резистора і конденсатора.
10. Побудуйте трикутник напруг для послідовно включених резистора і котушки індуктивності.
11. Побудуйте трикутник струмів для послідовно включених резистора і конденсатора.
12. Побудуйте трикутник струмів для послідовно включених резистора і котушки індуктивності.
13. Який з пасивних елементів можна використовувати як шунт для спостереження за формою струму?
14. Що таке активна потужність?
15. Що таке реактивна потужність?
16. Що таке повна потужність?
17. Як будується трикутник потужностей?
18. Чому необхідно прагнути до підвищення коефіцієнта потужності  $\delta$ ?
19. Критерієм чого служить баланс потужностей?

### **3 Електричні і магнітні ланцюги**

#### **3.1 Резонансні процеси в електричних ланцюгах**

Література: [1, ст. 135-138], [2, ст. 48-52].

Протягом самостійної роботи над матеріалом підрозділу дисципліни необхідно вивчити наступні питання:

- явище резонансу в ланцюзі послідовно з'єднаних реактивних елементів, векторні діаграми, резонансні криві;
- явище резонансу в ланцюзі паралельно з'єднаних реактивних елементів, векторні діаграми, резонансні криві;
- поняття смуги пропускання і добротності коливального контуру та їх взаємозв'язок;
- поняття характеристичного опору коливального контуру.

### ***Контрольні запитання***

- 1
- 2 1. У чому фізична суть резонансного режиму ланцюга?
- 3 2. Що таке резонанс напруг і чим він характеризується?
3. Що таке резонанс струмів і чим він характеризується?
4. Як у загальному випадку визначається резонансна частота?
5. Як пов'язані між собою добротність і смуга пропускання коливального контуру?
6. Який вигляд повинна мати крива ідеальної смуги пропускання?
7. Наведіть приклади використання явища резонансу в електро-радіо техніці.
8. Наведіть приклади коли треба вживати заходи, щоб не допустити явища резонансу в електричних ланцюгах.

### **3.2 Трифазні електричні ланцюги**

Література: [1, ст. 176-185, 188-192], [2, ст. 55-68].

Протягом самостійної роботи над матеріалом підрозділу дисципліни необхідно вивчити наступні питання:

- принцип побудови багатофазних електричних систем;
- симетричні багатофазні системи та їх характеристики, векторні діаграми;
- поняття урівноваженої трифазної системи;
- переваги та недоліки трифазних систем електроживлення;
- схеми з'єднання джерела і навантаження в трифазній системі електроживлення, векторні діаграми;
- перетворення «зірки» у «трикутник» і навпаки;
- принцип одержання обертаючогося магнітного поля в трифазних системах електроживлення;
- поняття несиметричного режиму роботи трифазних ланцюгів, явище зсуву нуля.

### ***Контрольні запитання***

1. Який принцип дії трифазного генератора змінного струму?
2. Які основні переваги і недоліки трифазних систем?
3. В яких системах важлива властивість урівноваженості й у чому вона виражається?
4. Які існують схеми з'єднання джерел і споживачів у трифазних системах електроживлення?
5. Охарактеризуйте переваги і недоліки з'єднання «зірка-зірка».
6. Охарактеризуйте переваги і недоліки з'єднання «трикутник-зірка».

7. Охарактеризуйте переваги і недоліки з'єднання «трикутник-трикутник».
8. Для чого використовується четвертий провід у трифазній системі електроживлення.
9. Як виникає і до чого приводить «зсув нуля» у трифазній системі електроживлення? Поясніть за допомогою векторної діаграми.
10. Як утворюється обертове магнітне поле в трифазній системі?
11. Де використовується ефект обертання магнітного поля трифазної системи?
12. Опишіть конструкцію і принцип дії трифазної асинхронної електричної машини.
13. В чому переваги асинхронних електричних машин змінного струму?
14. Наведіть формулу для визначення швидкості обертання ротора асинхронної електричної машини.
15. В чому відмінність між синхронними машинами і асинхронними машинами змінного струму?

### **3.3 Магнітні ланцюги**

Література: [1, ст. 60-76].

Протягом самостійної роботи над матеріалом підрозділу дисципліни необхідно вивчити наступні питання:

- векторні і скалярні величини, які характеризують магнітне поле;
- характеристики магнітних матеріалів, гістерезисна петля;
- статична і диференціальна магнітна проникність;
- основні закони магнітних ланцюгів;
- закони Ома і Кірхгофа для магнітних ланцюгів та їх аналогія для електричних ланцюгів;
- характеристики прямої і зворотної задач розрахунку магнітного ланцюга;
- методи розрахунку магнітних ланцюгів;
- порядок розрахунку нерозгалужених і розгалужених магнітних ланцюгів.

#### ***Контрольні запитання***

1. Які векторні величини характеризують магнітне поле?
2. Які скалярні величини характеризують магнітне поле?
3. Які основні поняття пов'язані з петлею гістерезиса?
4. Що характеризує площу, обмежену петлею гістерезиса?
5. Які феромагнітні матеріали використовуються для виготовлення сердечників машин змінного струму і чому?

6. Які феромагнітні матеріали використовуються для виготовлення сердечників постійних магнітів і чому?

7. Перепахуйте основні закони магнітного поля, що використовуються при розрахунках магнітних ланцюгів.

8. Які основні припущення приймаються при розрахунках магнітних ланцюгів?

9. Який порядок розрахунку нерозгалуженого магнітного ланцюга регулярним методом?

10. Який порядок розрахунку розгалуженого магнітного ланцюга регулярним методом?

11. Який порядок розрахунку нерозгалуженого магнітного ланцюга ітераційним методом?

## **4 Загальні відомості про сигнали та їх спектральний аналіз**

### **4.1 Спектри періодичних і неперіодичних сигналів**

Література: [1, ст. 225-231].

Протягом самостійної роботи над матеріалом підрозділу дисципліни необхідно вивчити наступні питання:

- класифікація електричних сигналів;
- форми представлення детермінованих сигналів;
- поняття енергетичного спектра;
- вирази для узагальненого ряду Фур'є і його коефіцієнтів;
- вирази для перетворення Фур'є;
- спектри найпростіших періодичних і неперіодичних сигналів;
- розподіл потужності в енергетичному спектрі сигналу;
- поняття про  $\delta$  – функції та її спектра.

### ***Контрольні запитання***

1. Дайте класифікацію електричних сигналів і пояснити її.
2. Зобразіть приклади сигналів основних видів у тимчасовій області.
3. Запишіть вираз для узагальненого ряду Фур'є і його коефіцієнтів на основі синусо-косиносної базисної функції.
4. Побудуйте спектр немодульованого гармонійного коливання.
5. Побудуйте спектр меандру.
6. Побудуйте спектр послідовності прямокутних відеоімпульсів.
7. Побудуйте спектр одиночного прямокутного відеоімпульсу.
8. Побудуйте спектр одиночного колоколоподібного імпульсу.
9. Дайте визначення  $\delta$  – функції та побудувати її спектр.

## 4.2 Загальні відомості про електричні фільтри, їх параметри і характеристики. Особливості фільтрів низьких частот, фільтрів високих частот

Література: [1, ст. 446-453].

Протягом самостійної роботи над матеріалом підрозділу дисципліни необхідно вивчити наступні питання:

- призначення та класифікація електричних фільтрів;
- основні параметри, які характеризують електричні фільтри;
- схеми і параметри  $LC$  – фільтрів нижніх і верхніх частот;
- схеми і параметри смугових і режекторних  $LC$  – фільтрів;
- поняття про активні фільтри;
- поняття про фільтри на основі поверхневих акустичних хвиль;
- принцип роботи цифрових фільтрів.

### *Контрольні запитання*

1. Яке призначення і класифікація електричних фільтрів?
2. Запишіть основні параметри, які характеризують електричні фільтри.
3. Представте схему і частотну характеристику  $LC$  – фільтра верхніх частот.
4. Представте схему і частотну характеристику  $LC$  – фільтра нижніх частот.
5. Представте схему і частотну характеристику смугового  $LC$  – фільтра.
6. Представте схему і частотну характеристику режекторного  $LC$  – фільтра.
7. За рахунок чого формується необхідна передатна характеристика активного фільтра?
8. Виведіть вираз для передатної характеристики підсилювача охопленого зворотним зв'язком.
9. Назвіть переваги і недоліки цифрових фільтрів.
10. Поясніть роботу найпростішого цифрового фільтра  $i$ - го порядку.
11. Поясніть принцип роботи фільтра на основі поверхневих акустичних хвиль.



## 5 Перехідні процеси в електричних ланцюгах

Література: [1, ст. 324-336, 342-354].

Протягом самостійної роботи над матеріалом розділу дисципліни необхідно вивчити наступні питання:

- визначення і характеристики сталого режиму електричного ланцюга;
- фізичні основи і характеристики перехідного режиму електричного ланцюга;
- ідеальний ключовий і закони комутації;
- поняття постійної часу ланцюга і формули для її визначення;
- перехід від рівнянь Кірхгофа до диференційного (однорідного і неоднорідного) рівняння з постійними коефіцієнтами;
- вирішення однорідних і неоднорідних диференційних рівнянь з постійними коефіцієнтами, вільна і змушена складові;
- поняття про перетворення Лапласа і його основні властивості;
- класичний і операторний метод знаходження параметрів перехідного режиму.

### *Контрольні запитання*

1. Якими параметрами характеризується сталий режим?
2. Чому виникає перехідний режим та які параметри він характеризується?
3. Дайте визначення ідеальному ключовому елементу.
4. Сформулюйте закони комутації.
5. Що характеризує постійна часу електричного ланцюга та як вона визначається?
6. Яким диференційними рівнянням описується електричний ланцюг, який складається з резисторів і реактивних елементів постійної величини, що не містить джерел живлення?
7. Як визначається вільна складова розв'язання диференційного рівняння?
8. Як визначається змушена складова розв'язання диференціального рівняння?
9. Що таке характеристичне рівняння та як його отримують?
10. Як називається степенева функція, яка лежить в основі опису перехідних процесів?
11. Що таке інтегральне перетворення Лапласа і чому його застосовують при аналізі перехідних процесів?
12. Наведіть основні властивості інтегрального перетворення Лапласа.

## КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Контрольна робота виконується в зошиті з клітинки і потім здається на кафедру для перевірки. Контрольна робота складається з двох частин.

Перша частина контрольної роботи – теоретична, має 10 варіантів, кожний із них складається з 6-ти запитань з основних розділів курсу. Друга частина – практична, складається з чотирьох задач. Номер варіанта першої теоретичної частини відповідає останній цифрі номера залікової книжки студента.

### Теоретична частина контрольної роботи

#### Варіант 1

1. Назвіть типові пасивні елементи електричних схем і навести їх основні характеристики.
2. Що таке активна, реактивна і повна потужність?
3. В чому полягає фізична суть резонансного режиму ланцюга?
4. Які векторні величини характеризують магнітне поле?
5. Дайте визначення  $\delta$  – функції та побудуйте її спектр.
6. Назвіть основні властивості інтегрального перетворення Лапласа.

#### Варіант 2

1. Сформулюйте основні правила перетворення схем.
2. Як будується трикутник потужностей?
3. Що таке резонанс напруг і чим він характеризується?
4. Які скалярні величини характеризують магнітне поле?
5. Побудуйте спектр одиночного колоколоподібного імпульсу.
6. Чому виникає перехідний режим та які параметри він характеризується?

#### Варіант 3

1. Перерахуйте основні методи розрахунку складних ланцюгів.
2. Що характеризує коефіцієнта потужності ( $\cos\varphi$ ) і чому необхідно прагнути до підвищення його значення?
3. Що таке резонанс струмів і чим він характеризується?
4. Як утворюється обертове магнітне поле в трифазній системі і де використовується цей ефект?

5. Побудуйте спектр одиночного прямокутного відеоімпульсу.
6. Дайте визначення і перерахуйте властивості ідеального ключового елемента.

#### **Варіант 4**

1. Яка задача зворотного методу розрахунку електричних ланцюгів?
2. Що таке баланс потужностей і критерієм чого він служить?
3. Який принцип дії трифазного генератора змінного струму?
4. Які феромагнітні матеріали використовуються для виготовлення сердечників машин змінного струму і чому?
5. Побудуйте спектр послідовності прямокутних відеоімпульсів.
6. Сформулюйте і пояснити прикладами закони комутації.

#### **Варіант 5**

1. Яка задача прямого методу розрахунку електричних ланцюгів?
2. Що таке трикутник опорів та як він будується?
3. Які основні переваги і недоліки трифазних систем?
4. Які феромагнітні матеріали використовуються для виготовлення сердечників постійних магнітів і чому?
5. Побудуйте спектр меандру.
6. Що характеризує постійна часу електричного ланцюга та як вона визначається?

#### **Варіант 6**

1. В чому полягають переваги спеціальних методів розрахунку?
2. Поясніть порядок побудови векторних діаграм і наведіть приклад підсумування і вирахування векторних величин.
3. Які існують схеми з'єднання джерел і споживачів у трифазних системах електроживлення?
4. Наведіть і поясніть основні закони магнітного поля, які використовуються при розрахунках магнітних ланцюгів.
5. Дайте класифікацію електричним сигналам і пояснити її.
6. Яким диференціальним рівнянням описується електричний ланцюг, що складається з резисторів і реактивних елементів постійної величини, які не містять джерел живлення? Навести приклад.

## Варіант 7

1. Сформулюйте правило балансу потужностей.
2. В чому полягає перевага зображення синусоїдальних величин за допомогою комплексів у порівнянні з їх векторним представленням?
3. В яких системах важлива властивість урівноваженості й у чому вона виражається?
4. Які основні припущення приймаються при розрахунках магнітних ланцюгів та який порядок розрахунку нерозгалуженого магнітного ланцюга регулярним методом?
5. Зобразіть приклади сигналів основних видів у тимчасовій області.
6. Як визначається вільна складова вирішення диференційного рівняння?

## Варіант 8

1. Який режим (холостий хід або коротке замикання) є аварійним для джерела струму і чому?
2. У чому полягає фізична суть реактивних опорів?
3. Охарактеризуйте переваги і недоліки з'єднання «зірка-зірка».
4. Які основні припущення приймаються при розрахунках магнітних ланцюгів та який порядок розрахунку розгалуженого магнітного ланцюга регулярним методом?
5. Запишіть вираз для узагальненого ряду Фур'є і його коефіцієнтів на основі синусо-косиносної базисної функції.
6. Як визначається **змушена** складова вирішення диференційного рівняння?

## Варіант 9

1. Поясніть в чому полягає еквівалентність і різниця паралельної і послідовної схем заміщення джерела.
2. Яке співвідношення фаз напруги і струму в чисто ємнісного елемента?
3. Охарактеризуйте переваги і недоліки з'єднання «трикутник-трикутник».
4. Які основні поняття пов'язані з петлею гистерезиса?
5. Побудуйте спектр немодульованого гармонійного коливання.
6. Що таке характеристичне рівняння та як воно утворюється?

## Варіант 10

1. Чому дорівнює сумарна ємність: послідовно і паралельно включених конденсаторів?
2. Яке співвідношення фаз напруги і струму в чисто індуктивного елемента?
3. Що таке «зсув нуля» у трифазній системі електроживлення та яку роль грає четвертий провід?
4. Що характеризує площу, обмежену петлею гистерезиса?
5. Запишіть вираз перетворення Фур'є і поясніть всі символи, що входять до виразу.
6. Що таке інтегральне перетворення Лапласа і чому його застосовують при аналізі перехідних процесів?

### Практична частина контрольної роботи

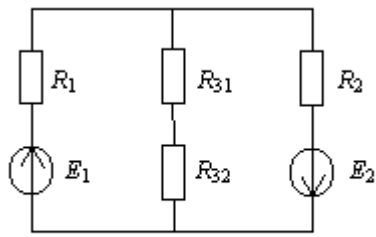
Номер варіанта другої частини (практичної) контрольної роботи визначається таким чином. Студент бере дві останні цифри із залікової книжки і за таблицею 1 визначає номер варіанта практичної частини контрольної роботи. Наприклад, останні дві цифри в номері залікової книжки студента ... 82, тобто  $100 \cdot 82 = 8200$ . Це означає, що номер варіанта буде  $8200 - 7500 = 700$  (див. формулу в останньому рядку таблиці 1).

**Таблиця 1 – Визначення номеру варіанта**

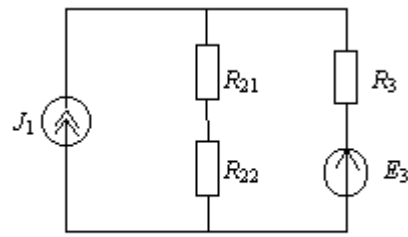
Останні дві цифри з номеру залікової книжки	Вираз для визначення номеру варіанта	Примітка
Від 01 до 25	$100 \cdot \text{цифри} = 100 \cdot \text{цифри}$	$100 \cdot \text{цифри} = \dots 00$ означає 25 варіант
Від 26 до 50	$100 \cdot \text{цифри} = 100 \cdot \text{цифри} - 25$	
Від 51 до 75	$100 \cdot \text{цифри} = 100 \cdot \text{цифри} - 50$	
Від 76 до 00	$100 \cdot \text{цифри} = 100 \cdot \text{цифри} - 75$	

## Задача 1

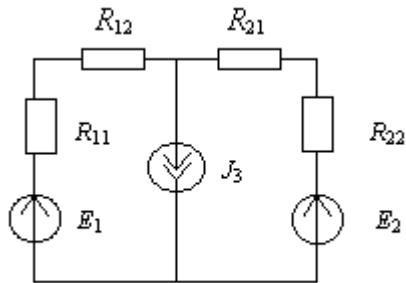
Варіанти схем електричного ланцюга наведені на рис. 1. Параметри елементів ланцюга наведені в таблиці 2. Визначити струми, напруги і потужності в елементах, номери яких наведені в четвертому стовпчику таблиці 2.



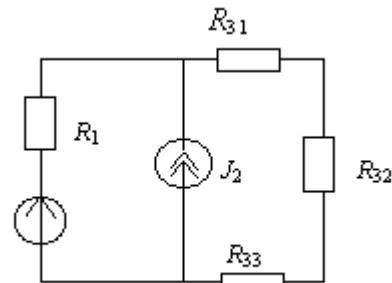
a)



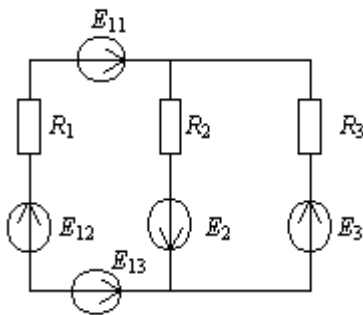
б)



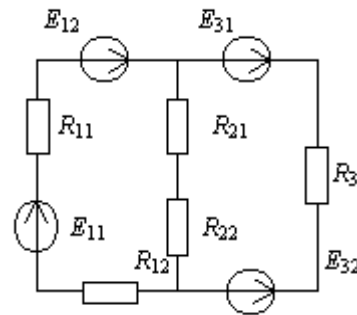
в)



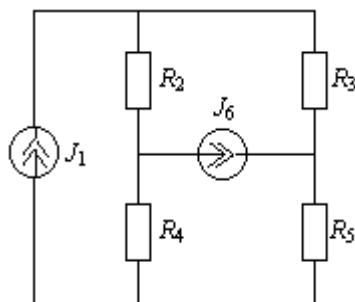
г)



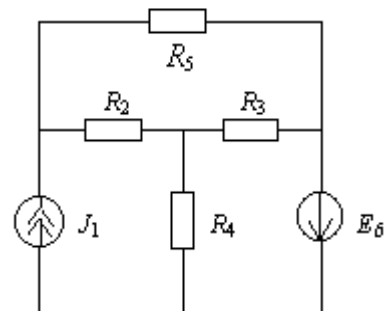
д)



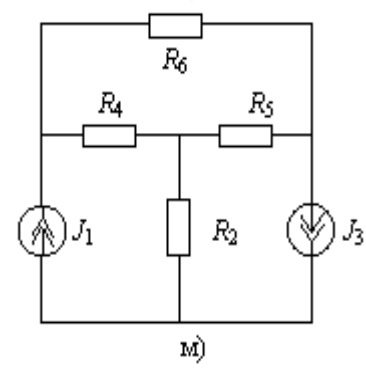
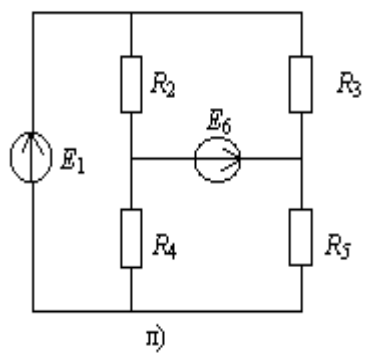
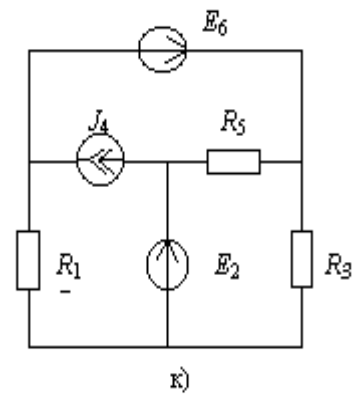
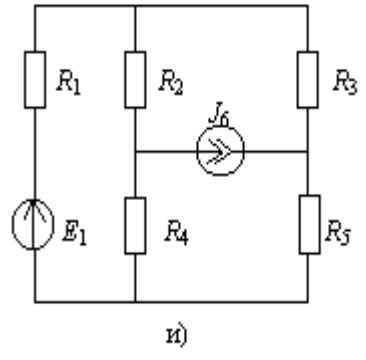
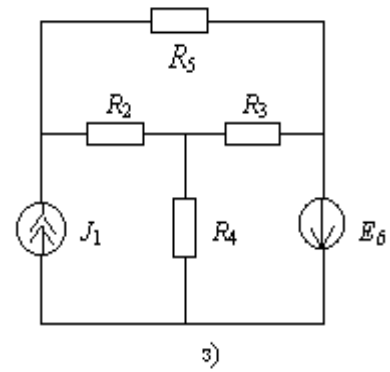
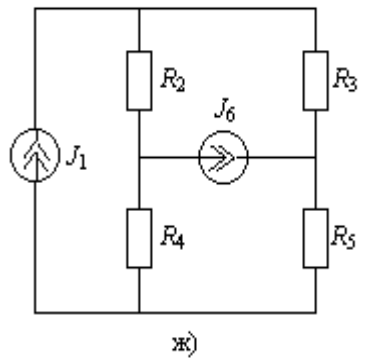
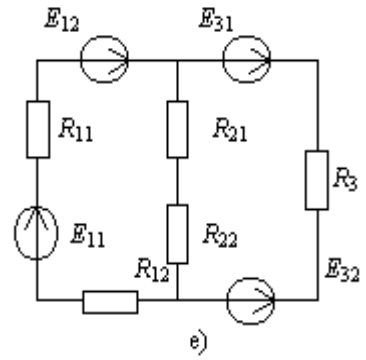
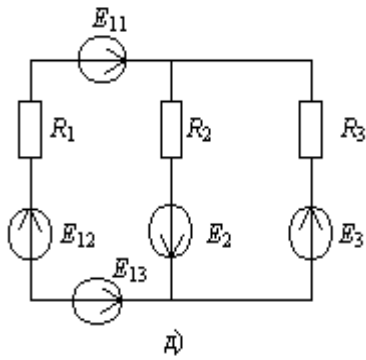
е)



ж)



з)



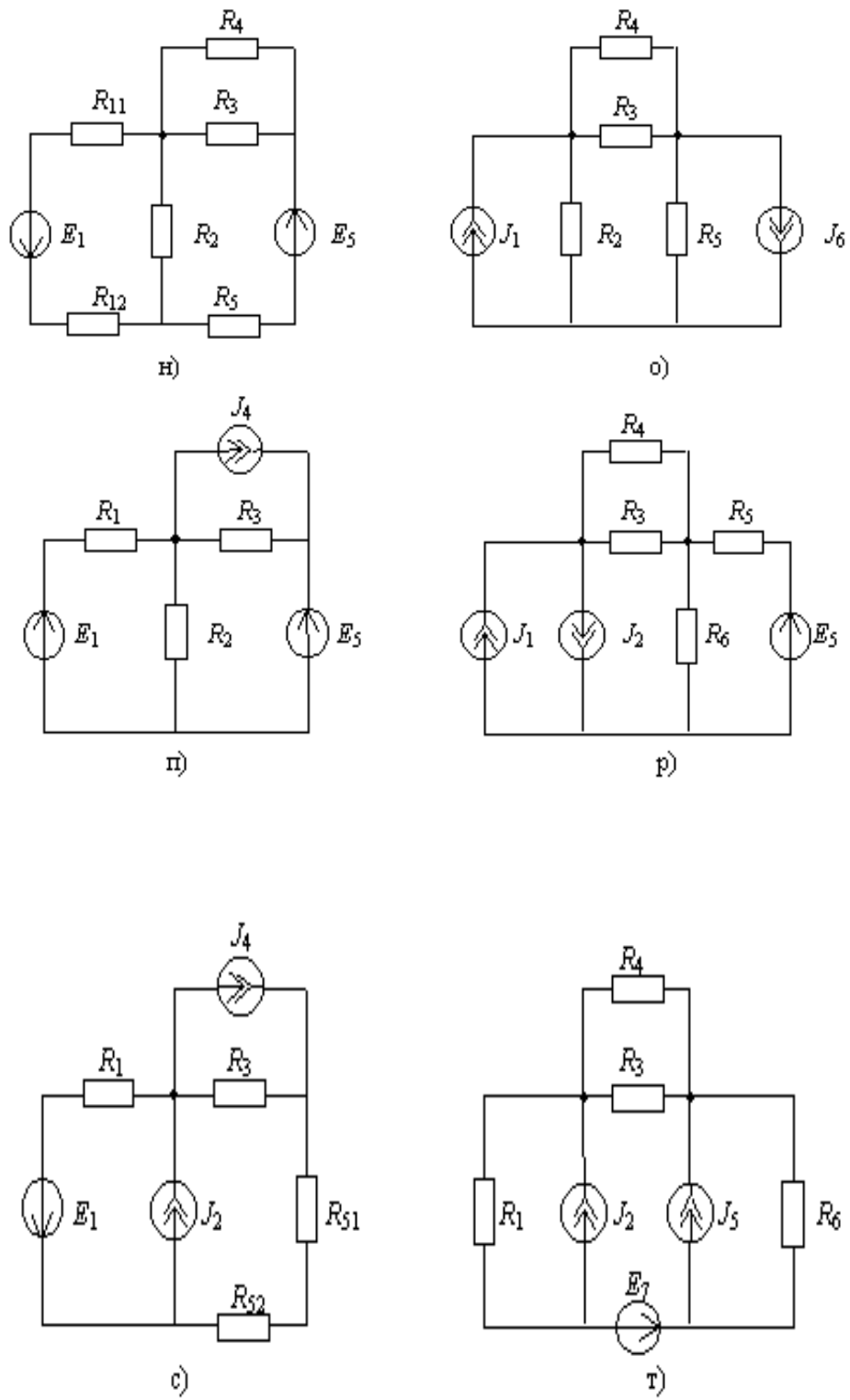


Рис. 1 – Варіанти схем електричного ланцюга



**Таблиця 2 – Параметри елементів для виконання задачі 1**

Вар.	Рис.	Параметри опорів і джерел $R$ [Ом], $E$ [В], $J$ [А]	Визначити $I, U, P$
1	а	$R_1 = 1, R_2 = 2, R_{31} = 2, R_{32} = 4, E_1 = 10, E_2 = 20$	$I_1, U_2, P_{E_2}$
2	б	$R_{21} = 3, R_{22} = 4, R_3 = 2, E_3 = 4,5, J_1 = 0,2$	$I_3, U_2, P_{J_1}$
3	в	$R_{11} = 2, R_{12} = 3, R_{21} = 6, R_{22} = 4,$ $E_1 = 15, E_2 = 45, J_3 = 0,3$	$I_2, U_3, P_{R_{12}}$
4	г	$R_1 = 2, R_{31} = 1, R_{32} = 2, R_{33} = 3, E_1 = 16, J_2 = 0,4$	$I_1, U_{31}, P_{E_1}$
5	д	$R_1 = 1, R_2 = 4, R_3 = 3,$ $E_{11} = 24, E_{12} = 1, E_{13} = 6, E_2 = 19, E_3 = 38$	$I_2, U_3, P_{E_3}$
6	е	$R_{11} = 1, R_{12} = 3, R_{21} = 2, R_{22} = 2, R_3 = 5,$ $E_{11} = 14, E_{12} = 7, E_{31} = 9, E_{32} = 2$	$I_3, P_{E_{31}}, P_{R_{22}}$
7	ж	$R_2 = 2, R_3 = 3, R_4 = 4, R_5 = 5, J_1 = 0,1, J_6 = 0,5$	$I_2, P_{J_1}, P_{J_6}$
8	з	$R_2 = 1, R_3 = 5, R_4 = 4, R_5 = 3, E_6 = 28, J_1 = 0,9$	$I_4, P_{J_1}, P_{E_6}$
9	и	$R_1 = 2, R_2 = 4, R_3 = 4, R_4 = 2, R_5 = 6, E_1 = 12, J_6 = 0,4$	$I_3, U_5, P_{R_4}$
10	к	$R_1 = 2, R_3 = 5, R_5 = 6, E_2 = 26, E_6 = 52, J_4 = 7$	$I_5, I_6, P_{E_6}$
11	л	$R_2 = 2, R_3 = 1, R_4 = 4, R_5 = 5, E_1 = 13, E_6 = 26$	$I_2, U_5, P_{E_1}$
12	м	$R_2 = 6, R_4 = 4, R_5 = 5, R_6 = 1, J_1 = 2, J_3 = 5$	$U_{J_1}, U_4, P_{R_6}$
13	н	$R_{11} = 3, R_{12} = 1, R_2 = 2, R_3 = 2, R_4 = 2, R_5 = 4,$ $E_1 = 19, E_5 = 38,$	$I_2, U_4, P_{E_5}$
14	о	$R_2 = 1, R_3 = 2, R_4 = 5, R_5 = 4, J_1 = 7, J_6 = 21$	$I_3, U_2, P_{J_1}$

Продовження таблиці 2

Вар.	Рис.	Параметри опорів і джерел $R$ [Ом], $E$ [В], $J$ [А]	Визначити $I, U, P$
15	п	$R_1 = 3, R_2 = 4, R_3 = 6, E_1 = 54, E_5 = 36, J_4 = 3,$	$I_1, U_3, P_{R_1}$
16	р	$R_3 = 3, R_4 = 6, R_5 = 3, R_6 = 6, E_3 = 9,$ $J_1 = 0,5, J_2 = 1,5$	$I_3, U_6, P_{J_2}$
17	с	$R_1 = 1, R_3 = 4, R_{51} = 3, R_{52} = 2,$ $E_1 = 10, J_2 = 0,2, J_4 = 0,4$	$I_1, U_2, P_{E_1}$
18	т	$R_1 = 1, R_3 = 6, R_4 = 3, R_6 = 5,$ $E_7 = 16, J_2 = 0,5, J_5 = 0,2$	$I_6, U_3, P_{R_3}$
19	з	$R_2 = 2, R_3 = 6, R_4 = 3, R_5 = 4, E_6 = 16, J_1 = 0,4$	$I_4, U_2, P_{J_1}$
20	и	$R_1 = 4, R_2 = 1, R_3 = 2, R_4 = 3, R_5 = 3,$ $E_1 = 56, J_6 = 4,5$	$I_5, U_4, P_{E_1}$
21	л	$R_2 = 4, R_3 = 2, R_4 = 1, R_5 = 5, E_1 = 13, E_6 = 39$	$I_4, I_6, P_{R_2}$
22	н	$R_{11} = 1, R_{12} = 2, R_2 = 2, R_3 = 3, R_4 = 6, R_5 = 1,$ $E_1 = 21, E_5 = 14,$	$I_5, U_5, P_{E_1}$
23	о	$R_2 = 2, R_3 = 1, R_4 = 5, R_5 = 3, J_1 = 0,2, J_6 = 12$	$I_5, U_6, P_{J_6}$
24	т	$R_1 = 4, R_3 = 6, R_4 = 3, R_6 = 2,$ $E_7 = 16, J_2 = 0,5, J_5 = 0,3$	$I_7, U_6, P_{R_1}$
25	ж	$R_2 = 2, R_3 = 3, R_4 = 1, R_5 = 4, J_1 = 1, J_6 = 3$	$I_5, U_2, U_6$

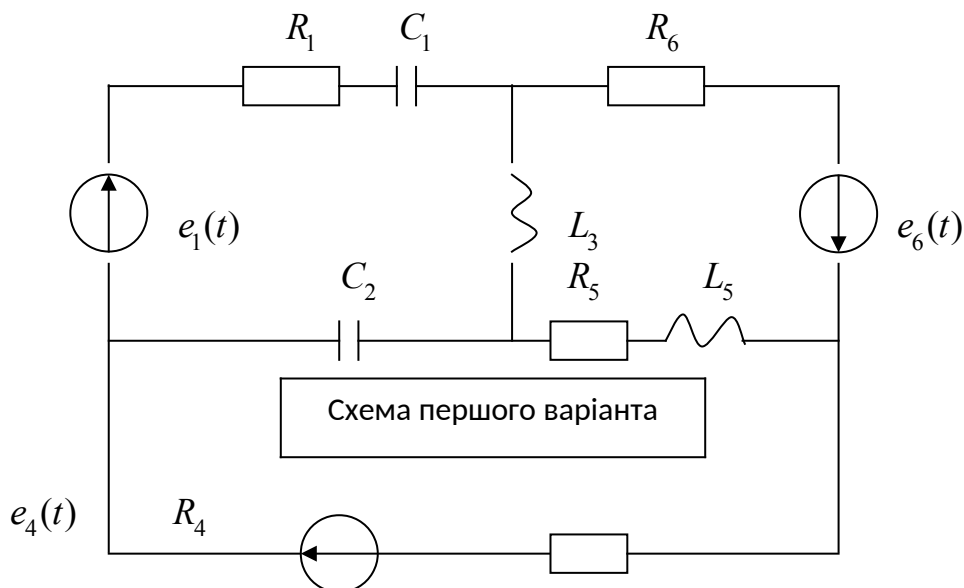
## Задача 2

В ланцюзі відомі параметри джерел та елементів. Визначити:

- а) комплексні амплітудні значення струмів у гілках;
- б) комплексні амплітудні значення напруг на пасивних елементах, які входять в один довільно обраний замкнутий контур ланцюга;
- в) побудувати в масштабі векторну діаграму струмів для будь-якого вузла електричного ланцюга;
- г) побудувати в масштабі векторну діаграму напруг для обраного в пункті б) контури;
- д) будь-яке комплексне амплітудне значення струму, розраховане в пункті а), і напруги, розрахованої в пункті б), записати у вигляді миттєвих значень і представити графічно ці дві функції часу в необхідному масштабі.
- е) визначити діючі значення струму та напруги з пункту д);
- є) розрахувати активну потужність  $P$ , споживану будь-яким резистивним елементом і реактивною потужністю  $Q$ , яка **запасяється** індуктивним або ємнісним елементом.

Кожен варіант схеми містить п'ять – шість гілок, зображених без елементів. В гілці: одне джерело (може бути відсутнім) і один – два пасивних елемента.

У таблиці 3 наведені параметри джерел; їх у схемі три. Номера струму та електрорушійної сили джерел співпадають з номерами тих гілок, в який ці джерела повинні бути розташовані; стрілками зазначені напрямки дії джерел. У таблиці 5 наведені параметри пасивних елементів. Перед аналізом необхідно скомпонувати самостійно схему варіанта ланцюга, доповнивши формальну структуру джерелами та елементами. Як приклад показана схема першого варіанта.



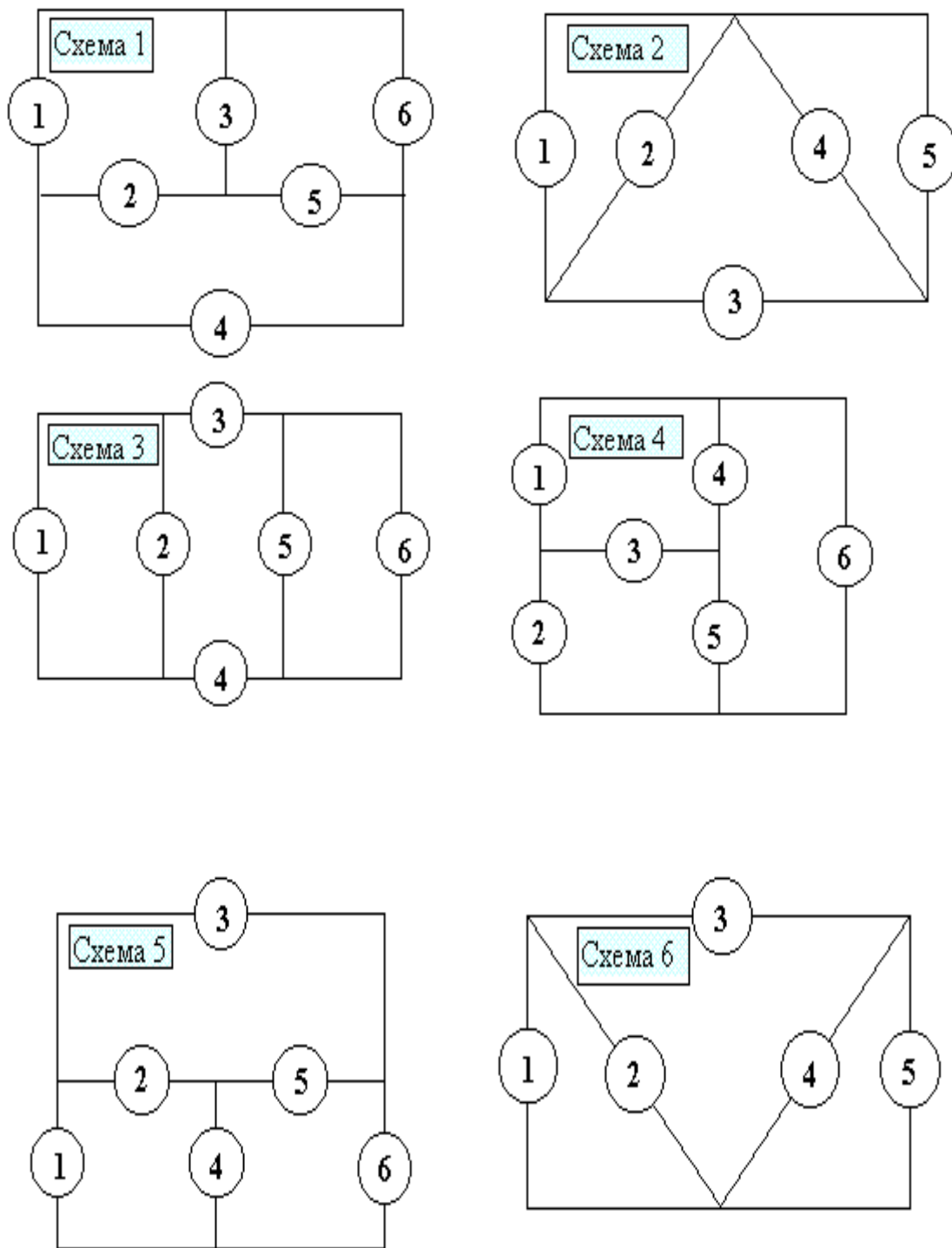


Рис. 2 – Схема для першого варіанта

**Таблиця 3 - Параметри елементів для виконання задачі 2**

Вар №	Параметри джерел струму та електрорушійної сили, $J$ [A], $e$ [B]	№ схеми
1	$\leftarrow j_4 = 0,25 \sin(100t + 10^0)$ , $\uparrow e_1 = 3 \sin(100t)$ , $\downarrow e_6 = 20 \sin(100t - 90^0)$	1
2	$\uparrow j_1 = 0,5 \sin(200t + 20^0)$ , $\leftarrow e_3 = 3,5 \sin(200t)$ , $\downarrow e_5 = 19 \sin(200t - 80^0)$	3
3	$\uparrow j_1 = 0,75 \sin(400t + 30^0)$ , $\leftarrow e_3 = 4 \sin(400t)$ , $\uparrow e_5 = 18 \sin(400t - 70^0)$	2
4	$\uparrow j_1 = 1,0 \sin(100t + 40^0)$ , $\leftarrow e_3 = 4,5 \sin(100t)$ , $\uparrow e_6 = 17 \sin(100t - 60^0)$	4
5	$\nwarrow e_2 = 1,25 \sin(500t + 50^0)$ , $\rightarrow e_3 = 5 \sin(500t)$ , $\nearrow e_4 = 16 \sin(500t - 50^0)$	6
6	$\uparrow j_1 = 1,5 \sin(200t + 60^0)$ , $\rightarrow e_4 = 5,5 \sin(200t)$ , $\uparrow e_6 = 15 \sin(200t - 40^0)$	1
7	$\uparrow e_1 = 1,75 \sin(100t + 15^0)$ , $\downarrow e_5 = 6 \sin(100t)$ , $\uparrow e_6 = 14 \sin(100t - 30^0)$	3
8	$\leftarrow j_3 = 2,0 \sin(400t + 25^0)$ , $\rightarrow e_2 = 6,5 \sin(400t)$ , $\uparrow e_6 = 13 \sin(400t - 20^0)$	5
9	$\downarrow j_5 = 2,25 \sin(400t + 35^0)$ , $\nwarrow e_2 = 7 \sin(400t)$ , $\leftarrow e_3 = 12 \sin(400t + 90^0)$	6
10	$\downarrow j_6 = 2,5 \sin(250t + 45^0)$ , $\downarrow e_1 = 7,5 \sin(250t)$ , $\rightarrow e_3 = 11 \sin(250t + 80^0)$	1
11	$\uparrow j_6 = 2,75 \sin(10^3t + 55^0)$ , $\uparrow e_1 = 8 \sin(10^3t)$ , $\rightarrow e_4 = 10 \sin(10^3t + 70^0)$	3
12	$\uparrow j_5 = 3,0 \sin(500t + 65^0)$ , $\nearrow e_2 = 8,5 \sin(500t)$ , $\rightarrow e_3 = 9,5 \sin(500t + 60^0)$	2
13	$\uparrow j_6 = 0,2 \sin(200 - 10^0)$ , $\leftarrow e_3 = 9 \sin(200t)$ , $\downarrow e_4 = 9 \sin(200t + 50^0)$	4
14	$\uparrow j_6 = 0,4 \sin(500 - 20^0)$ , $\leftarrow e_2 = 9,5 \sin(500t)$ , $\rightarrow e_3 = 8,5 \sin(500t + 40^0)$	5
15	$\leftarrow j_4 = 0,6 \sin(500t - 30^0)$ , $\rightarrow e_2 = 10 \sin(500t)$ , $\uparrow e_6 = 8 \sin(500t + 30^0)$	1
16	$\uparrow e_1 = 0,8 \sin(400t - 40^0)$ , $\leftarrow e_3 = 11 \sin(400t)$ , $\uparrow e_5 = 7,5 \sin(400t + 20^0)$	3
17	$\downarrow e_1 = 1,2 \sin(250t - 50^0)$ , $\leftarrow e_3 = 12 \sin(250t)$ , $\nwarrow e_4 = 7 \sin(250t - 85^0)$	2
18	$\uparrow j_1 = 1,4 \sin(10^3t + 60^0)$ , $\leftarrow e_3 = 13 \sin(10^3t)$ , $\rightarrow e_5 = 6,5 \sin(10^3t - 75^0)$	5
19	$\downarrow j_2 = 1,6 \sin(250t - 15^0)$ , $\uparrow e_4 = 14 \sin(250t)$ , $\downarrow e_6 = 6 \sin(250t - 65^0)$	4
20	$\downarrow j_1 = 1,8 \sin(10^3t - 25^0)$ , $\leftarrow e_4 = 15 \sin(10^3t)$ , $\leftarrow e_5 = 5,5 \sin(10^3t - 45^0)$	1
21	$\uparrow e_1 = 2,2 \sin(500t - 35^0)$ , $\rightarrow e_3 = 16 \sin(500t)$ , $\downarrow e_5 = 5 \sin(500t - 30^0)$	3
22	$\downarrow j_1 = 2,4 \sin(200t - 45^0)$ , $\rightarrow e_3 = 17 \sin(200t)$ , $\nwarrow e_4 = 4,5 \sin(200t - 25^0)$	2
23	$\searrow e_2 = 2,6 \sin(200t - 55^0)$ , $\rightarrow e_3 = 18 \sin(200t)$ , $\downarrow e_5 = 4 \sin(200t - 15^0)$	6
24	$\downarrow j_6 = 2,8 \sin(400t - 65^0)$ , $\downarrow e_3 = 19 \sin(400t)$ , $\leftarrow e_4 = 3,5 \sin(400t - 40^0)$	1
25	$\uparrow j_6 = 3,2 \sin(250t - 70^0)$ , $\uparrow e_1 = 20 \sin(250t)$ , $\downarrow e_5 = 3 \sin(250t + 45^0)$	3

**Таблиця 4 - Параметри елементів гілок  $R$  [Ом],  $L \times 10^{-3}$  [Гн],  
 $C \times 10^{-6}$  [Ф]**

Варіант						
°	Гілка 1	Гілка	Гілка 3	Гілка 4	Гілка 5	Гілка 6
1	$R = 3, C = 10^4$	$C = 5 \cdot 10^3$	$L = 10$	$R = 20$	$R = 4,$ $L = 40$	$R = 4$
2	Елементів немає	$R = 8,$ $C = 10^3$	$R = 6$	$C = 500$	$R = 10$	$R = 5,$ $L = 10$
3	$R = 50$	$R = 4,$ $C = 1250$	$C = 625$	$R = 2,$ $L = 10$	$L = 5$	-
4	$R = 100$	$R = 6,$ $C = 1000$	Елементів немає	$R = 8$	$C = 1250$	$R = 4,$ $L = 120$
5	$R = 2,$ $L = 10$	Елементів немає	$L = 4$	$R = 5$	$R = 4,$ $C = 400$	-
6	$R = 40$	$R = 6,$ $C = 625$	$R = 5$	$R = 3,$ $L = 50$	$R = 4$	$L = 40$
7	Елементів немає	$R = 6,$ $L = 40$	$R = 4$	$L = 50$	$C = 2500$	$R = 5,$ $C = 2000$
8	$R = 5,$ $C = 312,5$	$C = 250$	Елементів немає	$R = 7$	$R = 6$	$R = 10,$ $L = 12,5$
9	$R = 6, L=10$	$R = 4$	$C = 500$	$R = 8,$ $C = 250$	$R = 5$	-

10	$C = 1000$	$R = 5$	$R = 4,$ $L = 20$	$R = 3,$ $C = 500$	$R = 8$	Елементів немає
----	------------	---------	----------------------	-----------------------	---------	-----------------

**Продовження таблиці 4**

Варіант						
↓	Гілка 1	Гілка	Гілка 3	Гілка 4	Гілка 5	Гілка 6
11	Елементів немає	$R = 8, L = 5$	$L = 8$	$R = 4$	$R = ,$ $C = 250$	$R = 5$
12	$R = 8,$ $L = 8$	$L = 10$	$R = 6,$ $C = 250$	$R = 4$	Елементів немає	-
13	$R = 5$	$R = 3,$ $C = 1\ 250$	$C = 5000$	$R = 4$	$L = 5$	Елементів немає
14	$R = 6,$ $L = 8$	$R = 8$	Елементів немає	$C = 2000$	$R = 4,$ $C = 200$	$R = 2$
15	$R = 3 ,$ $L = 16$	Елементів немає	$R = 6$	$R = 60$	$L = 2$	$R = 4,$ $C = 1000$
16	$R = 4,$ $C = 2500$	$C = 500$	$L = 20$	$R = 8$	$R = 5$	$L = 2,5$
17	$C = 2000$	$R = 4,$ $C = 4000$	$R = 6$	$R = 5$	$R = 3,$ $L = 20$	-
18	Елементів немає	$R = 5$	$R = 7,$ $C = 500$	$C = 125$	$R = 4$	$R = 8,$ $L = 12$
19	$R = 2,$ $L = 4$	$R = 4$	$L = 8$	Елементів немає	$R = 6$	$R = 5,$ $C = 500$
20	$R = 80$	$R = 5$	$R = 4,$ $C = 200$	$R = 3,$ $L = 2$	Елементів немає	$L = 4$

21	$C = 250$	$R = 6,$ $L = 20$	$C = 500$	$R = 8$	Елементів немає	$L = 20$
----	-----------	----------------------	-----------	---------	--------------------	----------

**Продовження таблиці 4**

Варіант						
↓	Гілка 1	Гілка	Гілка 3	Гілка 4	Гілка 5	Гілка 6
22	$R = 20$	$R = 6,$ $L = 25$	Елементів немає	$C = 2500$	$R = 4,$ $C = 1250$	-
23	$R = 4,$ $C = 500$	$C = 1000$	$L = 20$	$R = 4,$ $L = 20$	Елементів немає	-
24	$R = 6,$ $L = 25$	$L = 12,5$	$R = 8$	$R = 5,$ $C = 625$	$R = 4$	Елементів немає
25	$R = 6,$ $L = 16$	$L = 32$	$C = 400$	$R = 7$	$C = 4000$	$R = 8$

**Задача 3**

В таблиці 5 наведений номер умови (другий стовпчик) і параметри ланцюга (третій стовпчик). Потрібно визначити величини ємності або індуктивності для отримання резонансу на заданій частоті.

**Умова 1**

Визначити величину індуктивності котушки  $L$ , яку потрібно включити в послідовний коливальний контур, щоб отримати резонанс на частоті  $f$ , якщо величина ємності конденсатора становить  $C$ .

**Умова 2**

Визначити величину індуктивності котушки  $L$ , яку потрібно включити в паралельний коливальний контур, щоб отримати резонанс на частоті  $f$ , якщо величина ємності конденсатора становить  $C$ .



**Таблиця 5 - Параметри елементів для виконання задачі 3**

Номер варіанта	Номер умови	Параметри елементів $L$ [ мГн ]; $C$ [ мкФ ]; $f$ [ кГц ]	Визначити
1	1	Знайти; 0,05; 125	$L$
2	2	Знайти; 0,01; 50	$L$
3	3	35; знайти; 145	$C$
4	4	45; знайти; 120	$C$
5	5	135; 0,7; 8	$\tilde{N}_{\text{аі а}}$
6	6	15; 3; 12	$\tilde{N}_{\text{аі а}}$
7	7	220; 0,3; 4	$L_{\text{аі а}}$
8	8	12; 0,5; 2	$L_{\text{аі а}}$
9	1	Знайти; 0,01; 225	$L$
10	2	Знайти; 1; 5	$L$
11	3	15; знайти; 145	$C$
12	4	70; знайти; 80	$C$
13	5	65; 1,5; 7	$\tilde{N}_{\text{аі а}}$
14	6	30; 1; 9	$\tilde{N}_{\text{аі а}}$
15	7	110; 0,6; 4	$L_{\text{аі а}}$
16	8	16; 1,5; 5	$L_{\text{аі а}}$
17	1	Знайти; 0,005; 1300	$L$
18	2	Знайти; 0,01; 15	$L$
19	3	135; знайти; 45	$C$
20	4	40; знайти; 320	$C$
21	5	220; 0,3; 4	$\tilde{N}_{\text{аі а}}$
22	6	12; 0,5; 2	$\tilde{N}_{\text{аі а}}$
23	7	20; 0,03; 40	$L_{\text{аі а}}$
24	8	11; 0,7; 3	$L_{\text{аі а}}$
25	1	Знайти; 0,001; 1000	$L$

**Умова 3**

Визначити величину ємності конденсатора  $C$ , який потрібно включити в послідовний коливальний контур, щоб отримати резонанс на частоті  $f$ , якщо величина індуктивності котушки  $L$ .

#### **Умова 4**

Визначити величину ємності конденсатора  $C$ , який потрібно включити в паралельний коливальний контур щоб отримати резонанс на частоті  $f$ , якщо величина індуктивності котушки  $L$ .

#### **Умова 5**

Паралельний коливальний контур складається з котушки індуктивністю  $L$  і конденсатора ємністю  $C$ . Конденсатор якої ємності  $\tilde{N}_{\tilde{a}\tilde{a}}$  і як (послідовно або паралельно) потрібно включити щоб отримати резонанс на частоті  $f$ .

#### **Умова 6**

Послідовний коливальний контур складається з котушки індуктивністю  $L$  і конденсатора ємністю  $C$ . Конденсатор якої ємності  $\tilde{N}_{\tilde{a}\tilde{a}}$  і як (послідовно або паралельно) потрібно включити додатково щоб отримати резонанс на частоті  $f$ .

#### **Умова 7**

Паралельний коливальний контур складається з котушки індуктивністю  $L$  і конденсатора ємністю  $C$ . Котушку якої індуктивності  $L_{\tilde{a}\tilde{a}}$  і як (послідовно або паралельно) потрібно включити щоб отримати резонанс на частоті  $f$ .

#### **Умова 8**

Послідовний коливальний контур складається з котушки індуктивністю  $L$  і конденсатора ємністю  $C$ . Котушку якої індуктивності  $L_{\tilde{a}\tilde{a}}$  і як (послідовно або паралельно) потрібно включити щоб отримати резонанс на частоті  $f$ .

#### **Задача 4**

Розрахувати постійну часу електричного ланцюга  $\tau$  і побудувати графіки залежності від часу зміни струму і напруги на реактивному

елементі. Вихідні дані наведені в таблиці 6: номер варіанта (перший стовпчик), номер умови задачі і схема електричного ланцюга (другий стовпчик), параметри елементів ланцюга (третій стовпчик) і параметри перехідного процесу, що підлягають визначенню (четвертий стовпчик).

### Умова 1

В ланцюзі, схема якого представлена на рис. 3, у вихідному стані ключ  $\hat{E}$  розімкнутий, струму в ланцюзі немає. В момент часу  $t=0$  ключ  $\hat{E}$  замикається, у ланцюзі під дією джерела  $E$  починає протікати струм  $I$ . Потрібно розрахувати постійну часу ланцюга  $\tau$  і побудувати графіки зміни в часі струму  $I=f(t)$  і напруги на котушці індуктивності  $U_L=f(t)$ .

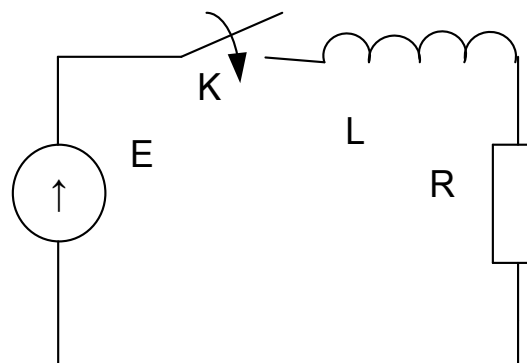


Рис. 3 – Варіант схеми ланцюга до задачі 4

### Умова 2

В ланцюзі, схема якого представлена на рис. 4 у вихідному стані ключ  $\hat{E}$  розімкнутий, конденсатор  $C$  цілком розряджений. В момент часу  $t=0$  ключ  $\hat{E}$  замикається, у ланцюзі під дією джерела  $E$  починає протікати струм  $I$  і заряджатися конденсатор  $C$ . Потрібно розрахувати постійну часу ланцюга  $\tau$  і побудувати графіки зміни в часі струму  $I=f(t)$  і напруги на конденсаторі  $U_C=f(t)$ .

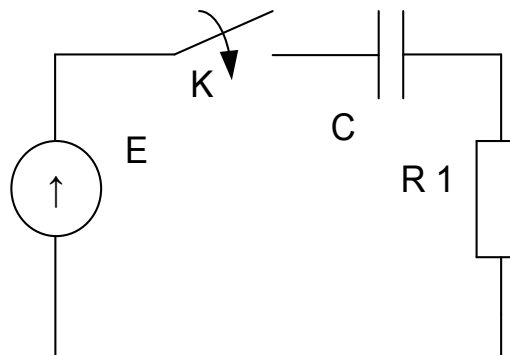


Рис. 4 - Варіант схеми ланцюга до задачі 4

**Умова 3**

В ланцюзі, схема якого представлена на рис. 3, у вихідному стані ключ  $\hat{E}$  розімкнутий, конденсатор  $C$  заряджений до напруги  $U_C = E$ . В момент часу  $t=0$  ключ  $\hat{E}$  замикається, шунтуючи конденсатор резистором  $R_2$ . Потрібно розрахувати постійну часу ланцюга  $\tau$  і побудувати графіки зміни в часі струму  $I_1 = f(t)$  і напруги на конденсаторі  $U_C = f(t)$ .

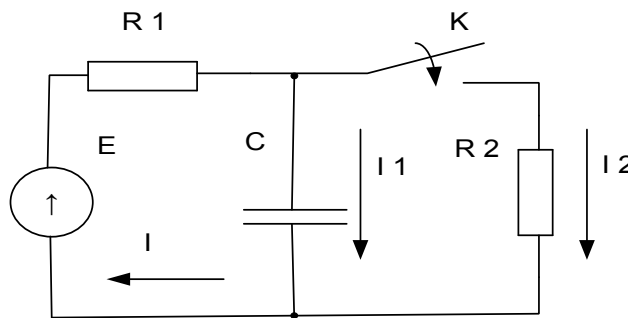


Рис. 5 - Варіант схеми ланцюга до задачі 4

**Умова 4**

В ланцюзі, схема якого представлена на рис. 6, у вихідному стані ключ  $\hat{E}$  розімкнутий, через котушку індуктивності протікає струм  $I_1$ , величина якого визначається напругою джерела  $E$  і опором резистора  $R_1$ . В момент часу  $t=0$  ключ  $\hat{E}$  замикається, шунтуючи котушку індуктивності резистором  $R_2$ . Потрібно розрахувати постійну часу ланцюга  $\tau$  і побудувати графіки зміни в часі струму  $I_1 = f(t)$  і напруги на котушці індуктивності  $U_L = f(t)$ .

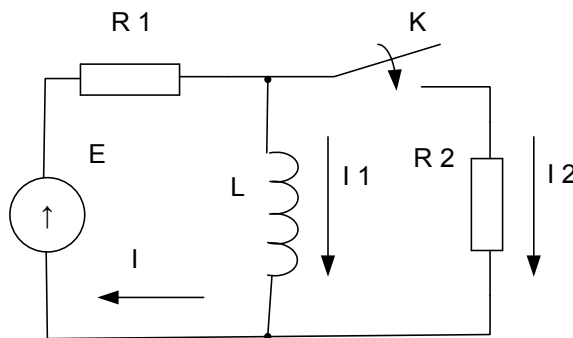


Рис. 6 – Варіант схеми ланцюга до задачі 4

Таблиця 6 – Параметри елементів для виконання завдання 4

Номер варіанта	Номер умови	Параметри елементів $L$ [мГн]; $C$ [мкФ]; $R_1$ [Ом]; $R_2$ [Ом]; $E$ [В]	Визначити
1	1	4; немає елемента; 300; немає елемента; 12	$\tau$ ; $I = f(t)$ ; $U_L = f(t)$
2	2	немає елемента; 0,5; 1800; немає елемента; 400	$\tau$ ; $I = f(t)$ ; $U_C = f(t)$
3	3	немає елемента; 10; 800; 800; 180	$\tau$ ; $I_1 = f(t)$ ; $U_C = f(t)$
4	4	12; немає елемента; 400; 700; 28	$\tau$ ; $I_1 = f(t)$ ; $U_L = f(t)$
5	1	8; немає елемента; 600; немає елемента; 24	$\tau$ ; $I = f(t)$ ; $U_L = f(t)$
6	2	немає елемента; 1,5; 1500; немає елемента; 300	$\tau$ ; $I = f(t)$ ; $U_C = f(t)$
7	3	немає елемента; 15; 1800; 8000; 150	$\tau$ ; $I_1 = f(t)$ ; $U_C = f(t)$
8	4	10; немає елемента; 350; 2700; 48	$\tau$ ; $I_1 = f(t)$ ; $U_L = f(t)$
9	1	12; немає елемента; 900; немає елемента; 36	$\tau$ ; $I = f(t)$ ; $U_L = f(t)$
10	2	немає елемента; 2,5; 1200; немає елемента; 200	$\tau$ ; $I = f(t)$ ; $U_C = f(t)$
11	3	немає елемента; 5; 3000; 4000; 120	$\tau$ ; $I_1 = f(t)$ ; $U_C = f(t)$
12	4	22; немає елемента; 100; 4700; 60	$\tau$ ; $I_1 = f(t)$ ; $U_L = f(t)$
13	1	16; немає елемента; 1200; немає елемента; 48	$\tau$ ; $I = f(t)$ ; $U_L = f(t)$
14	2	немає елемента; 3,5; 1000; немає елемента; 100	$\tau$ ; $I = f(t)$ ; $U_C = f(t)$
15	3	немає елемента; 30; 1800; 2800; 380	$\tau$ ; $I_1 = f(t)$ ;

			$U_C = f(t)$
16	4	45; немає елемента; 4900; 11700; 280	$\tau; I_1 = f(t);$ $U_L = f(t)$

**Продовження таблиці 6**

Номер варіанта	Номер умови	Параметри елементів $L$ [мГн]; $C$ [мкФ]; $R_1$ [Ом]; $R_2$ [Ом]; $E$ [В]	Визначити
17	1	20; немає елемента; 900; немає елемента; 60	$\tau; I = f(t);$ $U_L = f(t)$
18	2	немає елемента; 2,5; 700; немає елемента; 250	$\tau; I = f(t);$ $U_C = f(t)$
19	3	немає елемента; 40; 1000; 4500; 110	$\tau; I_1 = f(t);$ $U_C = f(t)$
20	4	52; немає елемента; 70; 700; 12	$\tau; I_1 = f(t);$ $U_L = f(t)$
21	1	24; немає елемента; 600; немає елемента; 48	$\tau; I = f(t);$ $U_L = f(t)$
22	2	немає елемента; 1,5; 1800; немає елемента; 350	$\tau; I = f(t);$ $U_C = f(t)$
23	3	немає елемента; 50; 300; 8500; 36	$\tau; I_1 = f(t);$ $U_C = f(t)$
24	4	80; немає елемента; 200; 1700; 450	$\tau; I_1 = f(t);$ $U_L = f(t)$
25	1	28; немає елемента; 300; немає елемента; 36	$\tau; I = f(t);$ $U_L = f(t)$

## ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ СТУДЕНТА

При самостійному вивченні дисципліни «Теорія електрорадіо-ланцюгів» контроль здійснюється за допомогою системи контролюючих заходів. Вони складаються з поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється на протязі всього навчального курсу за формами: перевірка контрольної роботи, перевірка знань та вмінь студента під час аудиторних занять на протязі заліково-екзаменаційної сесії шляхом усного опитування.

Підсумковий контроль здійснюється під час заліку. Термін проведення контролюючих заходів – згідно графіку заочної форми навчання.

Контрольна робота містить 10 завдань, максимальна оцінка за одне завдання – 10 балів, а вся контрольна робота – 100 балів.

Оцінюється виконання завдання контрольної роботи таким чином:

- 9 – 10 балів (відмінно) при бездоганному виконанні завдання, якщо розрахунки зроблені правильно та студент повністю відповів на запитання викладача;

- 7 – 8 балів (добре) – розрахунки виконані правильно, але відповіді на запитання викладача не є повними, або не є правильними;

- 5 – 6 балів (задовільно) – розрахунки виконані з помилками і не повними є висновки з отриманих результатів;

- менше 5 балів (незадовільно) – розрахунки виконані з великими помилками, висновки також є помилковими.

Усне опитування оцінюється таким чином:

- студент дає правильні та повні відповіді на всі питання викладача, що наведені в кінці кожної теми – 9 – 10 балів (відмінно);

- студент дає не повну відповідь на питання – 7 – 8 балів (добре);

- студент відповідає лише на базові питання – 5 - 6 балів (задовільно);

- студент не може відповісти на базові питання – менше 5 балів (незадовільно).

Студенти, які виконали контрольну роботу та отримали за результатами перевірки не менше 60 балів (60 %) та не менше 5 балів за усне опитування мають залік з дисципліни.

Підсумкова оцінка з дисципліни виставляється як сумарна за контрольну роботу та усне опитування. Таким чином, студент може отримати максимально 110 балів. Якісна оцінка є такою:

- 66 – 110 - зараховано;

- менше 66 балів - незараховано.

Студенти, які не отримали за контрольну роботу мінімальної кількості балів (60 балів), повинні виконати інший варіант контрольної роботи, який представляється викладачем, або виправити помилки попередньої роботи та отримати відповідну кількість балів для допуску до заліку комісією.

Базові нормативні знання, які забезпечують задовільну оцінку на підсумковому контролі є такими:

- знання законів Ома і Кірхгофа;
- знання властивостей основних елементів на постійному і змінному струмах;
- знання представлених синусоїдальних величин за допомогою векторів і комплексних чисел;
- знання основних методів розрахунку електричних ланцюгів;
- знання понять: повна, активна, реактивна потужності і способи їх розрахунку;
- знання понять: трикутника опорів, струму, потужності;
- знання принципів побудови трифазних систем і методів розрахунку основних характеристик;
- знання принципу отримання обертового магнітного поля та конструкції асинхронних двигунів змінного струму;
- знання фізичного змісту явища резонансу в електричних ланцюгах і порядку розрахунку резонансних частот;
- знання схем і параметрів електричних фільтрів;
- знання поняття про чотириполюсники та їх основні характеристики;
- знання основних характеристик магнітних ланцюгів і порядок їх розрахунку;
- знання основ побудови цифрових фільтрів;
- знання основних видів електросигналів та їх характеристик;
- знання фізичного змісту і порядку побудови енергетичних спектрів основних сигналів;
- знання фізичного змісту утворення перехідних процесів в електричних ланцюгах і порядку розрахунку їх основних параметрів.