

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Кафедра обчислювальної техніки

**04-04-286М**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни  
**«Теорія електричних і магнітних кіл»**  
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня  
галузі знань 12 «Інформаційні технології»  
за спеціальностями 123 «Комп'ютерна інженерія» та  
125 «Кібербезпека та захист інформації»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-  
методичною радою  
з якості ННІКІТІ  
Протокол № 3 від 06.01.2025 р.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальностями 123 «Комп'ютерна інженерія» та 125 «Кібербезпека та захист інформації» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Назарук В. Д. – Рівне : НУВГП. – 52 с.

Укладач: Назарук В. Д., кандидат технічних наук, старший викладач кафедри обчислювальної техніки.

Відповідальний за випуск: Сидор А. І., в.о. завідувача кафедри обчислювальної техніки.

Керівник (гарант) освітньої програми «Комп'ютерна інженерія» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» Сидор А. І.

Керівник (гарант) освітньої програми «Кібербезпека та захист інформації» спеціальності 125 Назарук В. Д.

© В. Д. Назарук, 2025

© НУВГП, 2025

## ЗМІСТ

Вступ	4
Загальні методичні вказівки	5
Корисні залежності	6
Лабораторна робота № 1	13
Лабораторна робота № 2	17
Лабораторна робота № 3	22
Лабораторна робота № 4	26
Лабораторна робота № 5	32
Лабораторна робота № 6	38
Лабораторна робота № 7	41
Лабораторна робота № 8	43
Лабораторна робота № 9	46
Лабораторна робота № 10	48
Рекомендована література	51

## Вступ

Освітня компонента «Теорія електричних та магнітних кіл» орієнтована на вивчення і освоєння здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня системних знань в галузі основ електричних і магнітних кіл, ознайомлення із сучасними засобами їх моделювання, отримання можливостей застосування набутих знань при експлуатації та модернізації комп'ютерної техніки, отримання основ теоретичних знань в галузі технічних каналів витоку інформації.

Метою дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл» є вивчення основних законів електричного струму, електричного та магнітного полів, вивчення та моделювання явищ, які характеризуються поняттями електричних струмів, напруг, потужностей, магнітних потоків та порядку їх застосування в інженерних розрахунках. Отримані знання теорії електричних і магнітних кіл є фундаментом для подальшого вивчення дисциплін електротехнічного спрямування.

Опанування основних положень зазначеного курсу передбачає наявність міждисциплінарних зв'язків таких дисциплін, як "Фізика", "Вища математика". На матеріалі даної дисципліни може ґрунтуватись вивчення наступних професійно спрямованих дисциплін: «Електротехніка та електроніка», "Комп'ютерна схемотехніка", "Технологія проектування комп'ютерних систем", "Комп'ютерні системи", «Системи технічного захисту інформації».

Процес отримання знань передбачає вивчення лекційного матеріалу, самостійну роботу з літературою за профілем та виконання лабораторних робіт як в електротехнічній лабораторії так і за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. В свою чергу, виконання лабораторних робіт супроводжується попереднім вивченням теоретичного матеріалу і, разом з тим, є практичним засобом засвоєння теоретичних знань.

Перша частина лабораторного практикуму зорієнтована на дослідження та розрахунки параметрів розгалужених електричних кіл постійного струму із використанням одного або декількох джерел енергії.

Друга частина присвячена дослідженням та розрахункам електричних та магнітних кіл змінного синусоїдного струму.

Кожне макетне дослідження в обов'язковому порядку супроводжується теоретичними розрахунками, порівнянню результатів та обчисленню похибок.

При виконанні лабораторних робіт в електротехнічній лабораторії використовуються реальні джерела електричної енергії та вимірювальні прилади, при виконанні в спеціалізованому програмному середовищі – віртуальні.

### **Загальні методичні вказівки**

Лабораторні роботи спрямовані на відпрацювання студентами вмінь і навиків складання електричних і магнітних кіл за принциповими схемами, використання вимірювальних та інших електротехнічних приладів

Кожна лабораторна робота розрахована на 2 години лабораторних занять.

Звіт про кожну виконану лабораторну роботу виконується в текстовому редакторі Word, зберігається окремим документом та надсилається одним файлом на перевірку викладачу в навчальній платформі Moodle.

### **Корисні залежності**

Закон Ома:

$$R = \frac{U}{I}, \quad I = \frac{U}{R}, \quad U = IR$$

Закон Ома через провідність:

$$G = \frac{I}{U}, \quad U = \frac{I}{G}, \quad I = UG.$$

**Ідеальне (ідеалізоване) джерело напруги** – це елемент кола, напруга якого не залежить від струму і є заданою постійною величиною.

**Ідеальне (ідеалізоване) джерело струму** – це елемент кола, струм якого не залежить від напруги і є заданою постійною величиною.

**Гілкою** електричного кола називають ділянку, елементи якої увімкнені послідовно один за одним і по нм проходить один і той же струм.

**Вузол** електричного кола називають місце з'єднання декількох гілок.

Вузол зв'язує не менше трьох гілок і є точкою розгалуження.

**Контуром** електричного кола називають сукупність гілок, що йдуть одна за одною.

Кількість незалежних контурів може бути визначена за формулою Ейлера:

$$p = m - n + 1$$

де  $m$  – кількість гілок,  $n$  – кількість вузлів, причому завжди  $m > n$ .

**I закон Кірхгофа** (для струмів): Алгебраїчна сума струмів у вузлі дорівнює нулю, або сума струмів, що входять у вузол дорівнює сумі струмів, що виходять з вузла:

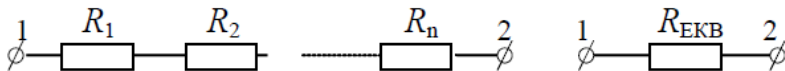
$$\sum I = 0 \text{ або } \sum I_{\text{вх}} = \sum I_{\text{вих}}.$$

**II закон Кірхгофа** (для напруг): Алгебраїчна сума ЕРС усіх джерел, що трапляються при обході контуру, дорівнює алгебраїчній сумі напруг на всіх споживачах.

$$\sum U_{\text{споживачів}} = \sum E_{\text{джерела}}$$

При послідовному з'єднанні роль еквівалентного опору (або опору еквівалентного споживача) відіграє сума опорів усіх споживачів (рис. 2.1):

$$R_{\text{екв}} = \sum_{i=1}^n R_i, \text{ чи } \frac{1}{G_{\text{екв}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{G_i}.$$



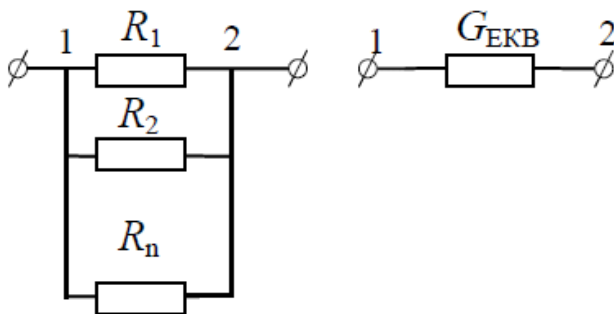
При двох послідовно з'єднаних споживачах опір визначається так:

$$R_{\text{екв}} = R_1 + R_2$$

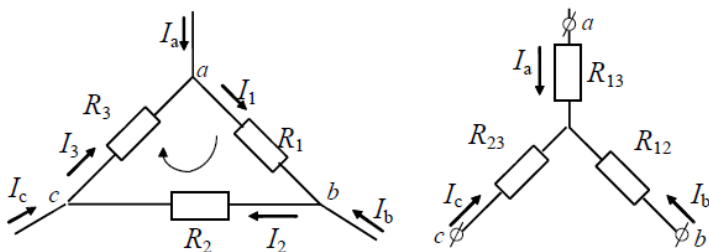
При паралельному з'єднанні роль еквівалентної провідності (або провідності еквівалентного споживача) відіграє сума провідностей усіх споживачів.

При двох паралельно з'єднаних споживачах провідність визначається так:

$$G_{\text{екв}} = G_1 + G_2$$



### З'єднання трикутником та зіркою



Опір променя зірки дорівнює добутку опорів прилеглих сторінок трикутника, діленому на суму опорів трьох сторін трикутника.

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}, \quad R_{13} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3},$$

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}.$$

Опір сторони трикутника дорівнює сумі опорів прилеглих променів зірки та їх добутку, діленого на опір третього променя.

$$R = R_{12} + R_{13} + \frac{R_{12} \cdot R_{13}}{R_{23}}, \quad R_2 = R_{12} + R_{23} + \frac{R_{12} \cdot R_{23}}{R_{13}},$$

$$R_3 = R_{13} + R_{23} + \frac{R_{13} \cdot R_{23}}{R_{12}}.$$

#### Баланс потужності

$$P_{дж} = P_{спож} \quad чи \quad \pm \sum EI \pm \sum U_j J = \sum I^2 R.$$

#### Методика розрахунків кіл постійного струму методом контурних струмів.

1. Позначити всі струми гілок та їх позитивний напрямок.
2. Довільно вибрати сукупність  $p$  незалежних контурів, нанести на схему позитивний напрямок контурних струмів, що проходять у обраних контурах.
3. Визначити власні, загальні (спільні) опори та контурні ЕРС і підставити їх у систему рівнянь.
4. Розв'язати отриману систему рівнянь щодо контурних струмів, використовуючи метод Крамера.
5. Визначити струми гілок через контурні струми за I законом Кірхгофа.
6. Якщо буде потреба, за допомогою узагальненого закону Ома визначити потенціали вузлів.
7. Перевірити правильність розрахунків за допомогою балансу потужності.



## Основні величини, що характеризують змінний синусоїдний струм

Частота:

$$f = \frac{1}{T}; \quad f : \text{с}^{-1} = \text{Гц}$$

Миттєве значення змінного струму

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi) = I_m \sin(2\pi f t + \psi) = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + \psi\right)$$

Миттєве значення напруги:

$$\begin{aligned} u(t) &= U_m \sin(\omega t + \psi) = \\ &= U_m \sin(2\pi f t + \psi) = \\ &= U_m \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + \psi\right) \end{aligned}$$

Де:

$I_m$  - амплітудне (максимальне) значення струму, А;

$U_m$  - амплітудне (максимальне) значення напруги, В;

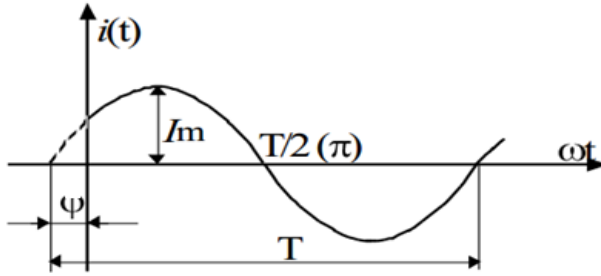
$\psi$  - початкова фаза, визначає величину зсуву синусоїди відносно нуля (якщо  $\psi > 0$  - синусоїда зсунута вліво, а якщо  $\psi < 0$  - синусоїда зсунута вправо), градуси;

$T$  - період, (час), за який відбувається одне повне коливання, с;

$f$  - частота коливань, (кількість коливань за секунду), 1/с=Гц;

$\omega$  - кутова частота, рад/с (швидкість зміни фази);

$\omega t + \psi$  - фаза, аргумент синуса, характеризує стан коливання.



**Діюче** значення синусоїдного струму

$$I_{\text{д}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m$$

$$U_{\text{д}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,707 U_m$$

Миттєва потужність – добуток миттєвих значень напруги та струму:

$$p(t) = u(t) \cdot i(t)$$

**Синусоїдний струм в індуктивності.**

Індуктивний опір:  $\omega L = X_L$

Початкова фаза напруги:  $\psi_u = \psi_i + \frac{\pi}{2}$ ; зсув фаз:

$$\varphi = \psi_u - \psi_i = \frac{\pi}{2}.$$

Амплітудне та діюче значення напруги та струму на індуктивності зв'язані законом Ома.

Напруга  $U_L$  випереджає за фазою струм  $I_L$  на  $\frac{\pi}{2}$  (90 град.)

Миттєва потужність

$$p(t) = i(t)u(t) = I_m U_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \sin \omega t = I_m U_m \cos \omega t \sin \omega t = \\ = \frac{1}{2} I_m U_m \sin 2\omega t$$

**Синусоїдний струм в ємності.**

$$\text{Ємнісний опір } X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$

Струм ємності випереджає напругу на:  $\frac{\pi}{2}$  (90 град.)

Миттєва потужність ємності:

$$p_C = i_C u_C = I_{mC} U_{mC} \sin(\omega t) \cos(\omega t) = \frac{I_{mC} U_{mC}}{2} \sin(2\omega t).$$

**При послідовному з'єднанні** активного опору, ємності, індуктивності реактивний опір кола  $X_L - X_C = X$

$$\text{кут зсуву фаз між напругою } u \text{ і струмом } \varphi = \arctg \frac{X}{R}$$

$$\text{Повний опір кола } Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

**При паралельному з'єднанні** активного опору, ємності, індуктивності

$$\text{реактивна провідність } B = B_L - B_C$$

кут зсуву фаз між напругою  $u$  і струмом  $i$ ,

$$\varphi = \arctg \frac{B_L - B_C}{G} = \arctg \frac{B}{G},$$

$$\text{Модуль повної провідності кола } Y = \sqrt{G^2 + B^2}$$

**Резонанс у колах змінного струму**

Резонансна частота у послідовний коливальному контурі

$$X_L = X_C, \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}};$$

резонансна частота у паралельному коливальному контурі

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{L/C - R_1^2}{L/C - R_2^2}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{\rho^2 - R_1^2}{\rho^2 - R_2^2}}.$$

**Лабораторна робота № 1.**  
**Обчислення та вимірювання параметрів електричного кола**  
**постійного струму. Основні величини**

**I. Варіант виконання в спеціалізованій лабораторії**

**Завдання 1. Вимірювання параметрів постійного струму.**

1.1 Отримати для проведення досліджень набір із трьох резисторів. Позначені на резисторі номінали опорів записати в колонку таблиці «Обчислені величини», присвоївши їм нумерацію R1, R2, R3 відповідно до зростання номіналів опорів.

1.2 За допомогою мультиметра здійснити вимірювання опору кожного резистора та результати вимірювання записати в колонку таблиці «Виміряні величини».

1.3 На лабораторному стенді скласти електричне коло за схемою, приведеною на рис.1.1.

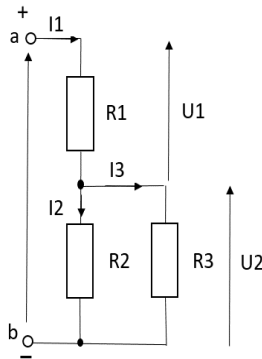


Рис.1.1 Схема для дослідження

Табл.1.1

Таблиця результатів виконання лабораторної роботи

№ з/п	Параметри електричного кола	Виміряні величини	Обчислені величини	Різниця вимірювань та обчислень	
				Абсолютні показники (до $10^{-3}$ )	%
1.	R1 (Ом)				
2.	R2 (Ом)				
3.	R3 (Ом)				
4.	R екв (Ом)				
5.	I1 (A)				
6.	I2 (A)				
7.	I3 (A)				
8.	U1 (В)				
9.	U2 (В)				
10.	Uab (В)				

1.4 Не подаючи напруги в коло, за допомогою мультиметра виміряти еквівалентний опір кола відносно точок а,b .

1.5 Для проведення подальших вимірювань з лабораторного блока живлення на точки а,b необхідно подавати постійну напругу номіналом 3 В. /Примітка: напруга в коло подається безпосередньо перед вимірюванням та знімається одразу після вимірювання кожної величини/.

1.6 За допомогою мультиметра здійснити вимірювання напруг: Uab, U1, U2 та струмів I1, I2, I3. Результати вимірювань занести в колонку таблиці «Виміряні величини».

## **Завдання 2 . Розрахунок параметрів електричного кола постійного струму.**

2.1 Обчислити еквівалентний опір кола відносно точок а,b . Вихідні дані опорів взяти із маркування отриманих резисторів.

2.2 Виходячи з умови, що до кола, зображеного на рис. 1.1. на точки а,в подається постійна напруга величиною 3 В, опори резисторів рівні даним, вказаним в колонці «Обчислені величини», обчислити напруги U1, U2 та струми I1, I2, I3. Обчислення провести з точністю до  $10^{-3}$ . Обчислені дані занести в таблицю.

2.3 Обчислити різницю виміряних та обчислених величин. Дані обчислень занести у відповідну колонку таблиці.

### **Завдання 3. Підготовка висновків щодо проведених досліджень.**

У висновку зазначити відповідність розрахованих та виміряних параметрів електричного кола, показати похибки.

## **II. Варіант виконання в програмному середовищі Multisim**

### **Завдання 1. Вимірювання параметрів постійного струму.**

1.1. В програмному середовищі Multisim скласти електричне коло за схемою, приведеною на рис.1.1.

Параметри резисторів вибрати з табл. 1.2. згідно № за списком в групі.

Параметри резисторів

Варіант	R1(Ом)	R2(Ом)	R3(Ом)
1	1	2	4
2	5	6	12
3	9	10	20
4	13	28	14
5	17	18	36
6	21	22	44
7	25	26	52
8	29	30	60
9	33	34	68
10	36	37	74

11	39	40	80
12	44	45	90
13	47	48	96
14	59	51	102
15	61	62	124
16	64	65	130
17	69	70	140
18	72	73	146
19	75	76	152
20	89	90	180
21	94	95	190
22	100	105	1101
23	105	110	115
24	110	115	120
25	115	120	125

1.2. Вибрати в панелі інструментів мультиметр та за його допомогою здійснити вимірювання опору кожного резистора. Результати вимірювання записати в колонку таблиці «Виміряні величини».

1.3. Не подаючи напруги в коло, за допомогою цього ж мультиметра виміряти еквівалентний опір кола відносно точок a,b . Результат занести в табл. 1.1.

1.4. Вибрати в панелі інструментів джерело постійної напруги і подати на точки a,b постійну напругу номіналом 3 В.

1.5. За допомогою мультиметра здійснити вимірювання напруг:  $U_{ab}$ ,  $U_1$ ,  $U_2$  та струмів  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ . Результати вимірювань занести в колонку таблиці «Виміряні величини».

1.6. В звіт обов'язково вставити скріншоти із показами вимірювальних приладів.

## **Завдання 2 . Розрахунок параметрів електричного кола постійного струму.**

2.1 Обчислити еквівалентний опір кола відносно точок a,b. Вихідні дані опорів взяти із таблиці 1.2.



2.2 Виходячи з умови, що до кола, зображеного на рис. 1.1. на точки а,б подається постійна напруга величиною 3 В, опори резисторів рівні даним, вказаним в колонці «Обчислені величини», обчислити напруги  $U_1$ ,  $U_2$  та струми  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ . Обчислення провести з точністю до  $10^{-3}$ . Обчислені дані занести в таблицю.

2.3 Обчислити різницю виміряних та обчислених величин. Дані обчислень занести у відповідну колонку таблиці.

### **Завдання 3. Підготовка висновків щодо проведених досліджень.**

У висновку зазначити відповідність розрахованих та виміряних параметрів електричного кола, показати похибки.

## **Лабораторна робота № 2**

**Обчислення та вимірювання параметрів електричного кола постійного струму.**

**Паралельне та послідовне з'єднання опорів.**

### **I. Варіант виконання в спеціалізованій лабораторії**

**Завдання 1. Вимірювання параметрів постійного струму.**

1.1 Отримати для проведення досліджень набір із п'яти резисторів. Позначені на резисторі номінали опорів записати в колонку таблиці «Обчислені величини», присвоївши їм нумерацію  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  відповідно до зростання номіналів опорів.

1.2 За допомогою мультиметра здійснити вимірювання опору кожного резистора та результати вимірювання записати в колонку таблиці «Виміряні величини».

1.3 На лабораторному стенді скласти електричне коло за схемою, приведеною на рис.2.1.

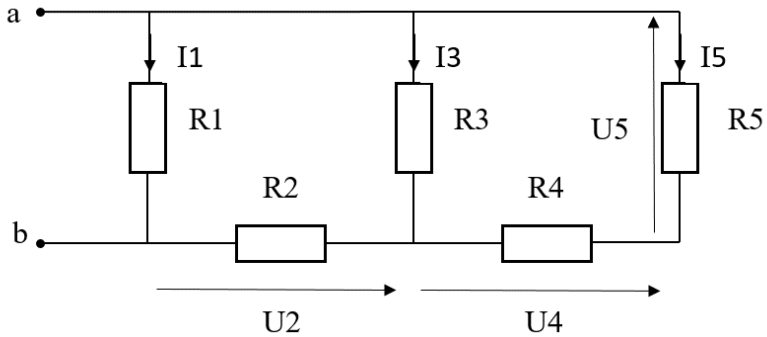


Рис.2.1 Схема для дослідження

Табл. 2.1

Таблиця результатів виконання лабораторної роботи

№ з/п	Параметри електричного кола	Виміряні величини	Обчислені величини	Різниця вимірювань та обчислень	
				Абсолютні показники (до $10^{-3}$ )	%
1.	R1 (Ом)				
2.	R2 (Ом)				
3.	R3 (Ом)				
4.	R4 (Ом)				
5.	R5 (Ом)				
6.	R екв (Ом)				
7.	I1 (А)				
8.	I3 (А)				
9.	I5 (А)				
10.	U2 (В)				
11.	U4 (В)				
12.	U5 (В)				
13.	Uab (В)				

1.4 Не подаючи напруги в коло, за допомогою мультиметра виміряти еквівалентний опір кола відносно точок а,в .

1.5 Для проведення подальших вимірювань з лабораторного блока живлення на точки а,в необхідно подавати постійну напругу номіналом 3 В. /Примітка: напруга в коло подається безпосередньо перед вимірюванням та знімається одразу після вимірювання кожної величини/.

1.6 За допомогою мультиметра здійснити вимірювання напруг:  $U_{ab}$ ,  $U_2$ ,  $U_4$ ,  $U_5$  та струмів  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_5$ . Результати вимірювань занести в колонку таблиці «Виміряні величини».

## **Завдання 2 . Розрахунок параметрів електричного кола постійного струму.**

2.1 Обчислити еквівалентний опір кола відносно точок а,в. Вихідні дані опорів взяти із маркування отриманих резисторів.

2.2 Виходячи з умови, що до кола, зображеного на рис. 2.1, на точки а,в подається постійна напруга величиною 3 В, опори резисторів рівні даним, вказаним в колонці «Обчислені величини», обчислити напруги  $U_2$ ,  $U_4$ ,  $U_5$  та струми  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_5$ . Обчислення провести з точністю до 10<sup>-3</sup>. Обчислені дані занести в таблицю.

2.3 Обчислити різницю виміряних та обчислених величин. Дані обчислень занести у відповідну колонку таблиці.

### **Завдання 3. Підготовка висновків щодо проведених досліджень.**

У висновку зазначити відповідність розрахованих та вимірних параметрів електричного кола, показати похибки.

## **II. Варіант виконання в програмному середовищі Multisim**

### **Завдання 1. Вимірювання параметрів постійного струму.**

1.1. В програмному середовищі Multisim скласти електричне коло за схемою, приведеною на рис.2.1.

Параметри резисторів вибрати з табл. 2.2. згідно № за списком в групі

Табл.2.2

Параметри резисторів

Варіант	R1(Ом)	R2(Ом)	R3(Ом)	R4(Ом)	R5(Ом)
1	1	2	4	6	8
2	5	6	12	10	20
3	9	10	20	28	14
4	13	28	14	18	36
5	17	18	36	22	44
6	21	22	44	26	52
7	25	26	52	30	60
8	29	30	60	34	68
9	33	34	68	37	74
10	36	37	74	40	80
11	39	40	80	45	90
12	44	45	90	48	96
13	47	48	96	51	102
14	59	51	102	62	124
15	61	62	124	65	130

16	64	65	130	70	140
17	69	70	140	73	146
18	72	73	146	76	152
19	75	76	152	90	180
20	89	90	180	95	190
21	94	95	190	200	210
22	99	100	200	205	220
23	104	105	210	215	230
24	109	110	220	225	240
25	114	115	230	230	250

1.2. Вибрати в панелі інструментів мультиметр та за його допомогою, не подаючи напруги в коло, виміряти еквівалентний опір кола відносно точок а,b . Результат занести в табл.

1.3. Вибрати в панелі інструментів джерело постійної напруги і подати на точки а,b постійну напругу номіналом 3 В.

1.4. За допомогою мультиметра здійснити вимірювання напруг:  $U_{ab}$ ,  $U_2$ ,  $U_4$ ,  $U_5$  та струмів  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_5$ . Результати вимірювань занести в колонку таблиці «Виміряні величини».

1.5. В звіт обов'язково вставити скріншоти із показами вимірювальних приладів.

## **Завдання 2 . Розрахунок параметрів електричного кола постійного струму.**

2.1 Обчислити еквівалентний опір кола відносно точок а,b . Вихідні дані опорів взяти із маркування отриманих резисторів.

2.2 Виходячи з умови, що до кола, зображеного на рис. 2.1, на точки а,b подається постійна напруга величиною 3 В, опори резисторів рівні даним, вказаним в табл. 2.2, обчислити напруги  $U_2$ ,  $U_4$ ,  $U_5$  та струми  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_5$ . Обчислення провести з точністю до  $10^{-3}$ . Обчислені дані занести в таблицю.

2.3 Обчислити різницю виміряних та обчислених величин. Дані обчислень занести у відповідну колонку таблиці.

### **Завдання 3. Підготовка висновків щодо проведених досліджень.**

У висновку зазначити відповідність розрахованих та вимірних параметрів електричного кола, показати похибки.

### **Лабораторна робота № 3 Обчислення та вимірювання параметрів електричного кола постійного струму. Еквівалентне перетворення з'єднань опорів.**

#### **I. Варіант виконання в спеціалізованій лабораторії**

#### **Завдання 1. Вимірювання параметрів постійного струму.**

1.1 Отримати для проведення досліджень набір із шести резисторів. Позначені на резисторі номінали опорів записати в колонку таблиці «Обчислені величини», присвоївши їм нумерацію R1, R2, R3, R4, R5, R6 відповідно до зростання номіналів опорів.

1.2 За допомогою мультиметра здійснити вимірювання опору кожного резистора та результати вимірювання записати в колонку таблиці «Виміряні величини».

1.3 На лабораторному стенді скласти електричне коло за схемою, приведеною на рис. 3.1.

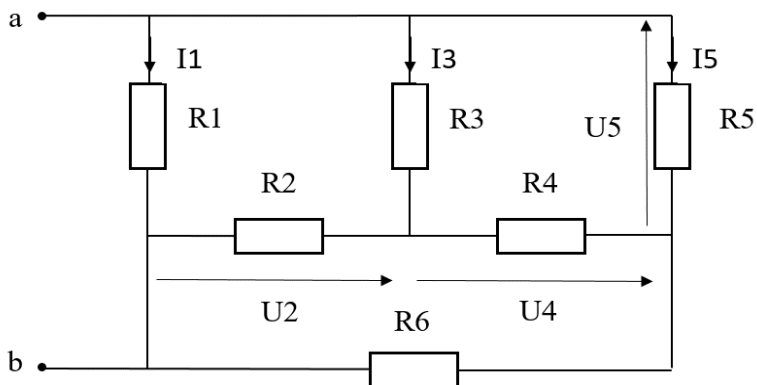


Рис.3.1 Схема для дослідження

Табл. 3.1

Таблиця результатів виконання лабораторної роботи

№ з/п	Параметри електричного кола	Виміряні величини	Обчислені величини	Різниця вимірювань та обчислень	
				Абсолютні показники (до $10^{-3}$ )	%
1.	R1 (Ом)				
2.	R2 (Ом)				
3.	R3 (Ом)				
4.	R4 (Ом)				
5.	R5 (Ом)				
6.	R6 (Ом)				
7.	R екв (Ом)				
8.	I1 (А)				
9.	I5 (А)				
10.	U2 (В)				
11.	U4 (В)				
12.	U5 (В)				
13.	Uab (В)				

1.4 Не подаючи напруги в коло, за допомогою мультиметра виміряти еквівалентний опір кола відносно точок а,в .

1.5 Для проведення подальших вимірювань з лабораторного блока живлення на точки а, в необхідно подавати постійну напругу номіналом 3 В. /Примітка: напруга в коло подається безпосередньо перед вимірюванням та знімається одразу після вимірювання кожної величини/.

1.6 За допомогою мультиметра здійснити вимірювання напруг:  $U_{ab}$ ,  $U_2$ ,  $U_4$ ,  $U_5$  та струмів  $I_1$ ,  $I_5$ . Результати вимірювань занести в колонку таблиці «Виміряні величини».

## **Завдання 2 . Розрахунок параметрів електричного кола постійного струму.**

2.1 Обчислити еквівалентний опір кола відносно точок а,в . Вихідні дані опорів взяти із маркування отриманих резисторів.

2.2 Виходячи з умови, що до кола, зображеного на рис. 3.1, на точки а,в подається постійна напруга величиною 3 В, опори резисторів рівні даним, вказаним в колонці «Обчислені величини», обчислити напруги  $U_2$ ,  $U_4$ ,  $U_5$  та струми  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_5$ . Обчислення провести з точністю до  $10^{-3}$ . Обчислені дані занести в таблицю.

2.3 Обчислити різницю виміряних та обчислених величин. Дані обчислень занести у відповідну колонку таблиці.

## **Завдання 3. Підготовка висновків щодо проведених досліджень.**

У висновку зазначити відповідність розрахованих та виміряних параметрів електричного кола, показати похибки.

## **II. Варіант виконання в програмному середовищі Multisim**

Завдання 1. Вимірювання параметрів постійного струму.



1.1. В програмному середовищі Multisim скласти електричне коло за схемою, приведеною на рис.3.1.

Параметри резисторів вибрати з табл. 3.2. згідно № за списком в групі

Табл.3.2

Параметри резисторів

Вари- ант	R1(Ом)	R2(Ом)	R3(Ом)	R4(Ом)	R5(Ом)	R6(Ом)
1	1	2	4	6	8	10
2	5	6	12	10	20	28
3	9	10	20	28	14	18
4	13	28	14	18	36	22
5	17	18	36	22	44	26
6	21	22	44	26	52	30
7	25	26	52	30	60	34
8	29	30	60	34	68	37
9	33	34	68	37	74	40
10	36	37	74	40	80	45
11	39	40	80	45	90	48
12	44	45	90	48	96	51
13	47	48	96	51	102	62
14	59	51	102	62	124	65
15	61	62	124	65	130	70
16	64	65	130	70	140	73
17	69	70	140	73	146	76
18	72	73	146	76	152	90
19	75	76	152	90	180	95
20	89	90	180	95	190	200
21	94	95	190	200	210	220
22	99	100	200	205	220	240
23	104	105	210	215	230	260
24	109	110	220	225	240	280
25	114	115	230	230	250	300

1.2. Вибрати в панелі приладів мультиметр і за його допомогою (не подаючи напруги в коло) виміряти еквівалентний опір кола відносно точок  $a, b$ . Результат занести в табл.

1.3. Вибрати в панелі інструментів джерело постійної напруги і подати на точки  $a, b$  постійну напругу номіналом 3 В.

1.4. За допомогою мультиметра здійснити вимірювання напруг:  $U_{ab}$ ,  $U_2$ ,  $U_4$ ,  $U_5$  та струмів  $I_1$ ,  $I_5$ . Результати вимірювань занести в колонку таблиці «Виміряні величини».

1.5. В звіт обов'язково вставити скріншоти із показами вимірювальних приладів

## **Завдання 2 . Розрахунок параметрів електричного кола постійного струму.**

2.1 Обчислити еквівалентний опір кола відносно точок  $a, b$ . Вихідні дані опорів взяти із таблиці 3.1.

2.2 Виходячи з умови, що до кола, зображеного на рис. 3.1. на точки  $a, b$  подається постійна напруга величиною 3 В, опори резисторів рівні даним, вказаним в табл. 3.2, обчислити напруги  $U_1$ ,  $U_2$  та струми  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ . Обчислення провести з точністю до 10<sup>-3</sup>. Обчислені дані занести в таблицю.

2.3 Обчислити різницю виміряних та обчислених величин. Дані обчислень занести у відповідну колонку таблиці.

## **Завдання 3. Підготовка висновків щодо проведених досліджень.**

У висновку зазначити відповідність розрахованих та виміряних параметрів електричного кола, показати похибки.

## **Лабораторна робота № 4 Розрахунки параметрів електричного кола постійного струму**

### **Завдання 1. Визначення еквівалентного опору**

Визначити еквівалентний опір кола, зображеного на рисунку. Еквівалентний опір в колах із джерелом енергії визначати відносно точок підключення джерела. Номер рисунка вибрати згідно номера за списком студента в групі.

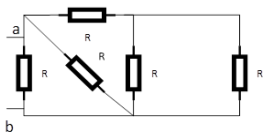


Рис.1

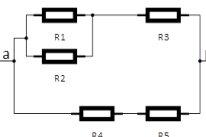


Рис.2

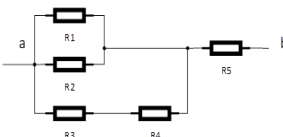


Рис.3

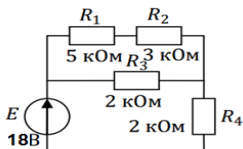


Рис.4

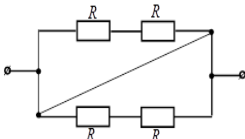


Рис.5

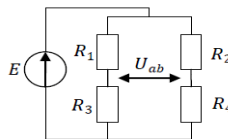


Рис.6

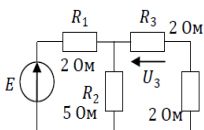


Рис.7

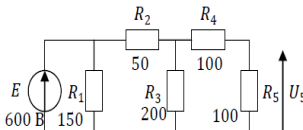


Рис.8

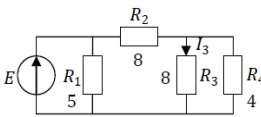


Рис.9

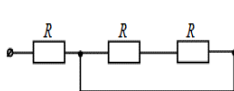
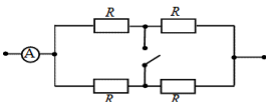


Рис.10



Після замикання ключа

Рис.11

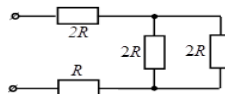
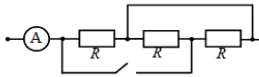
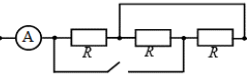


Рис.12



До замикання ключа

Рис.13



Після замикання ключа

Рис.14

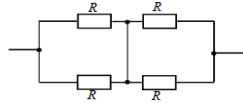


Рис.15

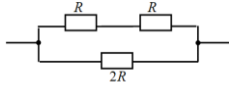


Рис.16

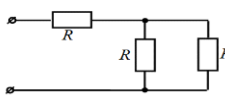
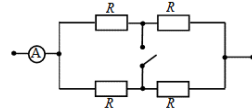
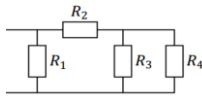


Рис.17



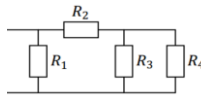
До замикання ключа

Рис.18



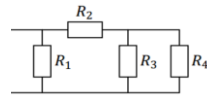
$R_1=R_2=R_3=R_4= 5 \text{ кОм}$

Рис.19



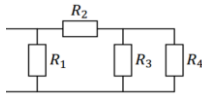
$R_1=R_2=R_3=R_4= 2 \text{ кОм}$

Рис.20



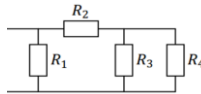
$R_1=R_2=R_3=R_4= 10 \text{ кОм}$

Рис.21



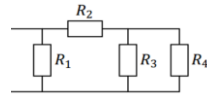
$R_1=R_2=R_3=R_4= 8 \text{ кОм}$

Рис.22



$R_1=R_2=R_3=R_4= 1 \text{ кОм}$

Рис.23



$R_1=R_2=R_3=R_4= 500 \text{ Ом}$

Рис.24

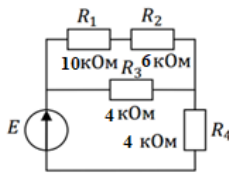


Рис.25

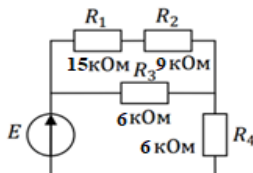


Рис.26

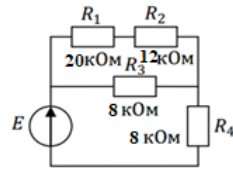
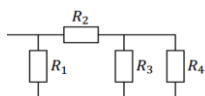
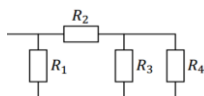


Рис.27



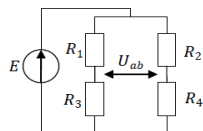
$R_1=R_2=R_3=R_4= 16 \text{ кОм}$

Рис.28



$R_1=R_2=R_3=R_4=12 \text{ кОм}$

Рис.29



$R_1=R_2=R_3=R_4= 280 \text{ кОм}$

Рис.30

### Завдання №2. Розрахунок параметрів електричного кола з одним джерелом

Для кола постійного струму, яке зображене на рис.4.2.1, визначити показання амперметра та вольтметра.

Вихідні дані взяти з табл.4.1 відповідно до № за списком студента в групі.

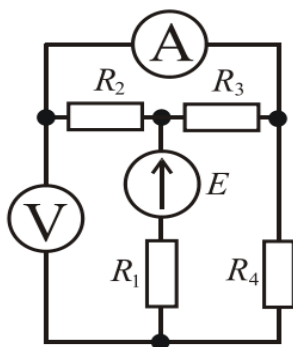


Рис. 4.2.1

Таблица 4.1

№	E (В)	R1(Ом)	R2(Ом)	R3(Ом)	R4(Ом)
1.	20	10	20	30	40
2.	30	20	30	40	50
3.	40	30	40	50	60
4.	50	40	50	60	70
5.	60	50	60	70	80
6.	70	60	70	80	90

7.	80	70	80	90	100
8.	90	80	90	100	110
9.	100	90	100	110	120
10.	110	100	110	120	130
11.	120	110	120	130	140
12.	130	120	130	140	150
13.	140	130	140	150	160
14.	150	140	150	160	170
15.	160	150	160	170	180
16.	170	160	170	180	190
17.	180	170	180	190	200
18.	190	180	190	200	210
19.	200	190	200	210	220
20.	210	200	210	220	230
21.	220	210	220	230	240
22.	230	220	230	240	250
23.	240	230	240	250	260
24.	250	240	250	260	270
25.	260	250	260	270	280
26.	270	260	270	280	290
27.	280	270	280	290	300
28.	290	280	290	300	310
29.	300	290	300	310	320
30.	310	300	310	320	330

**Завдання № 3. Розрахунок параметрів електричного кола з декількома джерелами.**

Розрахувати струми  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  кола, зображеного на рис.

4.3.1. Вихідні дані взяти з табл. 4.2 відповідно до № за списком студента в групі. Розрахунок здійснювати методом рівнянь Кірхгофа.

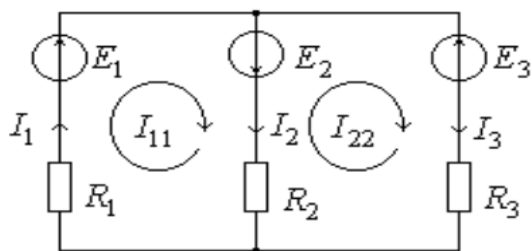


Рис. 4.3.1

Таблица 4.2

№	E1 (В)	E2 (В)	E3 (В)	R1(Ом)	R2(Ом)	R3(Ом)
1.	20	10	20	30	40	50
2.	30	20	30	40	50	60
3.	40	30	40	50	60	70
4.	50	40	50	60	70	80
5.	60	50	60	70	80	90
6.	70	60	70	80	90	100
7.	80	70	80	90	100	110
8.	90	80	90	100	110	120
9.	100	90	100	110	120	130
10.	110	100	110	120	130	140
11.	120	110	120	130	140	150
12.	130	120	130	140	150	160
13.	140	130	140	150	160	170
14.	150	140	150	160	170	180
15.	160	150	160	170	180	190
16.	170	160	170	180	190	200
17.	180	170	180	190	200	210
18.	190	180	190	200	210	220
19.	200	190	200	210	220	230
20.	210	200	210	220	230	240
21.	220	210	220	230	240	250

22.	230	220	230	240	250	260
23.	240	230	240	250	260	270
24.	250	240	250	260	270	280
25.	260	250	260	270	280	290
26.	270	260	270	280	290	300
27.	280	270	280	290	300	310
28.	290	280	290	300	310	320
29.	300	290	300	310	320	330
30.	310	300	310	320	330	340

**Лабораторна робота № 5**  
**Обчислення та вимірювання параметрів електричних кіл**  
**змінного синусоїдного струму.**

**I. Варіант виконання в спеціалізованій лабораторії**

**Завдання 1. Вимірювання параметрів змінного струму на опорі.**

1.1 Отримати для проведення досліджень набір із трьох резисторів. Позначені на резисторі номінали опорів записати в колонку таблиці «Обчислені величини», присвоївши їм нумерацію R1, R2, R3, відповідно до зростання номіналів опорів.

1.2 За допомогою мультиметра здійснити вимірювання опору кожного резистора, результати вимірювання записати в колонку таблиці «Виміряні величини».

1.3 На стенді зібрати коло за схемою, зображеною на рис.5.1



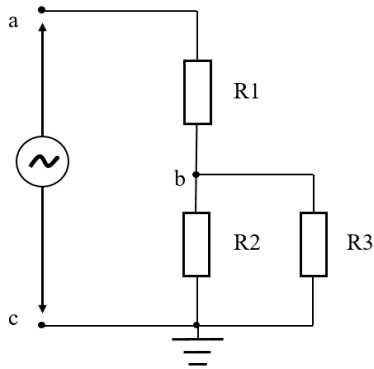


Рис.5.1 Схема для дослідження

1.4 Не подаючи сигналу змінного струму, за допомогою мультиметра виміряти еквівалентний опір кола відносно точок  $a, c$ .

1.5 Для проведення подальших вимірювань на генераторі синусоїдних сигналів виставити наступні параметри: частота  $f$  (Гц) =  $200 \times$  (помножити) на № за списком студента в групі, амплітуда коливань  $U_A = 500$  мВ. Сигнал в зібране коло подавати безпосередньо перед вимірюванням параметрів і знімати одразу після вимірювань.

1.6 Підключивши мультиметр в потрібні точки кола, здійснити вимірювання наступних величин:

- Діючі значення струмів, які проходить через опори  $R_1, R_2, R_3$ :  $I_{D1}, I_{D2}, I_{D3}$ .

- Діючі значення напруг  $U_{Dab}, U_{Dbc}, U_{Dac}$ .

1.7 Отримані результати занести в таблицю

1.8 Підключити в точку  $a$  – канал А осцилографа, в точку  $b$  – канал В осцилографа. Масштаби вертикальної та горизонтальної розгортки осцилографа встановити у відповідності до параметрів джерела змінної напруги. За допомогою отриманих осцилограм визначити наступні параметри кола:

- Діючі та амплітудні значення напруг  $U_{Abc}$ ,  $U_{Aac}$ ,  $U_{Dbc}$ ,  $U_{Dac}$ .
  - Період коливань  $T$
  - Частоту коливань  $f$ .
- 1.9 Отримані результати занести в таблицю.

## Завдання 2. Обчислення параметрів змінного струму на опори.

2.1 Виходячи з умов, викладених в п. 1.5 обчислити:

- Діючі та амплітудні значення струмів, які проходить через опори  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ :  $I_{D1}$ ,  $I_{D2}$ ,  $I_{D3}$ ,  $I_{A1}$ ,  $I_{A2}$ ,  $I_{A3}$ .
- Діючі та амплітудні значення напруг  $U_{Dab}$ ,  $U_{Dbc}$ ,  $U_{Aab}$ ,  $U_{Abc}$ ,  $U_{Aac}$ .
- Період коливань  $T$ .

Розраховані величини занести в таблицю.

Табл.5.1

Таблиця отриманих результатів

№ з/п	Параметри електричного кола	Вимірні величини за п.п.1.2, 1.4, 1.6	Вимірні величини за п.1.8	Обчислені величини	Різниця вимірювань та обчислень	
					Абсолютні показники	%
1	$R_1$ (Ом)					
2	$R_2$ (Ом)					
3	$R_3$ (Ом)					
4	$R_{екв}$ (Ом)					
5	$I_{Dbc}$ (мА)					
6	$I_{Dac}$ (мА)					

7	$I_{Даб}$ (мА)					
8	$I_{Аbc}$ (мА)					
9	$I_{Аac}$ (мА)					
10	$I_{Аab}$ (мА)					
11	$U_{Дbc}$ (В)					
12	$U_{Дac}$ (В)					
13	$U_{Дab}$ (В)					
14	$U_{Аbc}$ (В)					
15	$U_{Аac}$ (В)					
16	$U_{Аab}$ (В)					
17	$T$ (с)					
18	$f$ (Гц)					

### Завдання 3. Підготовка висновку.

У висновку зазначити відповідність розрахованих та вимірних параметрів електричного кола, показати похибки.

## II. Варіант виконання в програмному середовищі Multisim

### Завдання 1. Вимірювання параметрів змінного струму.

1.1. В програмному середовищі Multisim скласти електричне коло за схемою, приведеною на рис. 5.1.

Параметри резисторів вибрати з табл. 5.2. згідно № за списком в групі

Табл.5.2

Параметри резисторів			
Варіант	R1(Ом)	R2(Ом)	R3(Ом)

1	1	2	4
2	5	6	12
3	9	10	20
4	13	28	14
5	17	18	36
6	21	22	44
7	25	26	52
8	29	30	60
9	33	34	68
10	36	37	74
11	39	40	80
12	44	45	90
13	47	48	96
14	59	51	102
15	61	62	124
16	64	65	130
17	69	70	140
18	72	73	146
19	75	76	152
20	89	90	180
21	94	95	190
22	99	100	200
23	104	105	210
24	109	110	220
25	114	115	230
26	119	120	240
27	124	125	250
28	129	130	260
29	134	135	270
30	139	140	280

1.2. Вибрати в панелі інструментів мультиметр та за його допомогою, не подаючи напруги в коло, виміряти еквівалентний опір кола відносно точок а, б . Результат занести в табл. 5.1 в колонку таблиці «Виміряні величини».

1.3. Вибрати в панелі приладів генератор і на генераторі синусоїдних сигналів виставити наступні параметри: частота  $f$  (Гц) = 200 x (помножити) на № за списком студента в групі, амплітуда коливань  $U_A = 500\text{ мВ}$ . Сигнал в зібране коло подавати безпосередньо перед вимірюванням параметрів і знімати одразу після вимірювань.

1.4. Підключивши мультиметр в потрібні точки кола, здійснити вимірювання наступних величин:

- Діючі значення струмів, які проходить через опори  $R_1, R_2, R_3$ :  $I_{D1}, I_{D2}, I_{D3}$ .
- Діючі значення напруг  $U_{Dab}, U_{Dbc}, U_{Dac}$ .

1.5. Отримані результати занести в таблицю

1.6. Підключити в точку  $a$  – канал А осцилографа, в точку  $b$  – канал В осцилографа. Масштаби вертикальної та горизонтальної розгортки осцилографа встановити у відповідності до параметрів джерела змінної напруги. За допомогою отриманих осцилограм визначити наступні параметри кола:

- Діючі та амплітудні значення напруг  $U_{Abc}, U_{Aac}, U_{Dbc}, U_{Dac}$ .
- Період коливань  $T$
- Частоту коливань  $f$ .

1.7. Отримані результати занести в таблицю.

1.8. В звіт обов'язково вставити скріншоти із показами вимірювальних приладів

## **Завдання 2 . Розрахунок параметрів електричного кола змінного струму.**

2.1. Виходячи з умов, викладених в п.п. 1.1, 1.3 обчислити:

- Діючі та амплітудні значення струмів, які проходить через опори  $R_1, R_2, R_3$ :  $I_{D1}, I_{D2}, I_{D3}, I_{A1}, I_{A2}, I_{A3}$ .
- Діючі та амплітудні значення напруг  $U_{Dab}, U_{Dbc}, U_{Aab}, U_{Abc}, U_{Aac}$ .

- Період коливань  $T$ .  
Розраховані величини занести в таблицю.

### **Завдання 3. Підготовка висновків щодо проведених досліджень.**

У висновку зазначити відповідність розрахованих та вимірених параметрів електричного кола, показати похибки.

## **Лабораторна робота № 6 Обчислення та вимірювання параметрів електричних кіл змінного синусоїдного струму. Дослідження змінного струму в індуктивності**

### **Завдання 1. Обчислення та вимірювання параметрів змінного струму індуктивності.**

1.1. Для схеми, зображеної на рис.6.1 обчислити наступні величини:

- Діючі та амплітудні значення напруг  $U_{Даб}$ ,  $U_{Дбс}$ ,  $U_{Ааб}$ ,  $U_{Абс}$ ,  $U_{Аас}$ ;

- Період коливань  $T$ ;

- Фазу зміщення напруг  $U_{Аас}$  та  $U_{Абс}$ .

Параметри опору, індуктивності та джерела змінної напруги подані в табл.6.1 відповідно до № за списком студента в групі.

1.2 Розраховані величини занести в табл. 6.2.

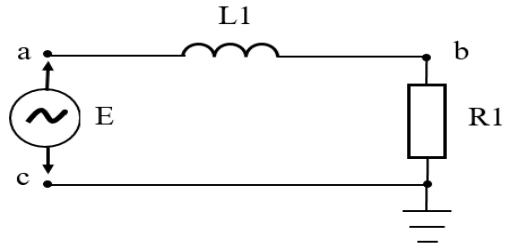


Рис. 6.1

Табл.6.1

Вихідні дані

№ за СПИСОКОМ	Езм (мВ)	$f$ (Гц)	$R1$ (Ом)	$L1$ (мГн)
1.	120	50	1	10
2.	130	60	2	15
3.	140	70	3	20
4.	150	80	1	25
5.	160	90	2	30
6.	170	100	3	35
7.	180	110	1	40
8.	190	120	2	45
9.	200	130	3	50
10.	210	140	1	55
11.	220	150	2	60
12.	230	160	3	65
13.	240	170	1	70
14.	250	180	2	75
15.	260	190	3	80
16.	270	200	1	85
17.	280	210	2	90
18.	290	220	3	95
19.	300	230	1	100
20.	310	240	2	105
21.	320	250	3	110

22.	330	260	1	115
23.	340	270	2	120
24.	350	280	3	125
25.	360	290	1	130
26.	370	300	2	135
27.	380	310	3	140
28.	390	320	1	145
29.	400	330	2	150
30.	410	340	3	155

## Завдання 2. Вимірювання параметрів змінного струму індуктивності.

2.1 В середовищі Multisim скласти схему відповідно до рис. 6.1, підключивши в точку  $a$  – канал А осцилографа, в точку  $b$  – канал В осцилографа. Масштаби вертикальної та горизонтальної розгортки осцилографа встановити у відповідності до параметрів джерела змінної напруги.

2.2 Параметри для складання кола взяти з табл.1.

2.3 За допомогою отриманих осцилограм визначити наступні параметри кола:

- Діючі та амплітудні значення напруг  $U_{Abc}$ ,  $U_{Aac}$ ,  $U_{Dbc}$ ,  $U_{Dac}$ ;
- Період коливань  $T$ ;
- Фазу зміщення напруг  $U_{Aac}$  та  $U_{Abc}$
- Частоту коливань  $f$ .

2.4 Отримані результати занести в табл. 6.1.2.

Табл.6.2

### Отримані результати

Параметри	Розрахунки за п. 1.1	Вимірювання та розрахунки за п. 1.2
$U_{Dbc}$ (мВ)		



U <sub>Дас</sub> (мВ)	*	
U <sub>Даб</sub> (мВ)		
U <sub>Аbc</sub> (мВ)		
U <sub>Аас</sub> (мВ)		
U <sub>Ааб</sub> м(В)		
T (мс)		
f (Гц)	*	
$\varphi$ (град)		

Значком \* позначені величини, які не вимірюються та не розраховуються.

### Завдання 3. Підготовка висновку.

У висновку зазначити відповідність розрахованих та вимірних параметрів електричного кола, показати похибки.

## Лабораторна робота № 7

### Розрахунки електричних кіл синусоїдного струму з ємнісним опором.

#### Завдання 1

До ємності  $C$  прикладається змінна напруга з діючим значенням  $U_d$ , частотою  $f$ , початковою фазою  $\psi_U = 0$ . Параметри значень задані в таблиці 7.1, відповідно до № за списком студента в групі.

Табл. 7.1

№	$C$ (мкФ)	$U_d$ (В)	$f$ (Гц)	$t$ (мс)
1.	0,1	10	50	2,1
2.	0,2	12	60	2,0
3.	0,3	15	70	1.9

4.	0,4	20	80	1,8
5.	0,5	22	90	1,7
6.	0,6	25	100	1,6
7.	0,7	30	110	1,5
8.	0,8	32	120	1,4
9.	0,9	35	130	1,3
10.	1,0	40	140	1,2
11.	1,1	45	150	1,1
12.	1,2	50	170	1,0
13.	1,3	52	180	0,9
14.	1,4	55	190	0,8
15.	1,5	60	200	0,7
16.	1,6	62	210	0,6
17.	1,7	65	220	0,5
18.	1,8	70	230	0,4
19.	1,9	72	240	0,3
20.	2,0	75	250	0,2
21.	2,1	80	260	0,1
22.	2,2	90	270	0,9
23.	2,3	100	280	0,8
24.	2,4	110	290	0,7
25.	2,5	120	300	0,6
26.	2,6	130	310	0,5
27.	2,7	140	320	0,4
28.	2,8	150	330	0,3
29.	2,9	160	340	0,2
30.	3,0	170	350	0,1

1. Визначити та записати:

1.1 Опір  $X_c$ ;

1.2 Вирази для визначення миттєвих значень струму та напруги.

1.3 Амплітудне значення напруги  $U_a$ ;

1.3 Амплітудне та діюче значення струму  $I_a, I_d$ ;

1.5 Миттєві значення напруги та струму  $U_{mt}, I_{mt}$  в момент часу  $t$ .

2. В одній системі координат побудувати синусоїди струму та напруги, згідно з виразами, отриманими в п. 1.2. На рисунку позначити: момент часу  $t$ , миттєві значення напруги та струму  $U_{mt}$ ,  $I_{mt}$  в момент часу  $t$ .

### Лабораторна робота № 8

**Обчислення та вимірювання параметрів послідовного коливального контуру. Обчислення резонансної частоти. Побудова фазо-частотної характеристики. Вимірювання напруг ємності та індуктивності.**

#### Завдання 1. Обчислення резонансної частоти послідовного коливального контуру.

1.1. Для схеми, зображеної на рис.8.1 обчислити резонансну кутову частоту  $\omega_0$  (рад/с) та резонансну частоту  $f_0$  (Гц, кГц).

Параметри опору, ємності, індуктивності та джерела змінної напруги подані в табл. 8.1 відповідно до № за списком студента в групі.

Розраховані величини занести в табл. 8.2.

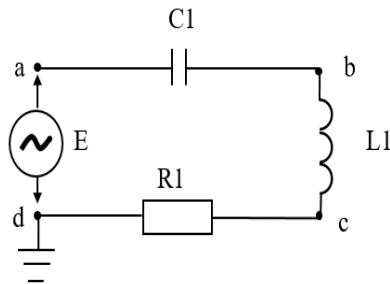


Рис. 8.1

Табл. 8.1

## Вихідні дані

№ за СПИСКОМ	E (мВ)	C1(мкФ)	R1 (Ом)	L1 (мГн)
1.	120	21	10	1
2.	130	20	15	2
3.	140	19	20	3
4.	150	18	25	4
5.	160	17	30	5
6.	170	16	35	6
7.	180	15	40	7
8.	190	14	45	8
9.	200	13	50	9
10.	210	12	55	10
11.	220	11	60	11
12.	230	10	65	12
13.	240	9	70	13
14.	250	8	75	14
15.	260	7	80	15
16.	270	6	85	16
17.	280	5	90	17
18.	290	4	95	18
19.	300	3	100	19
20.	310	2	105	20
21.	320	1	110	21
22.	330	0,9	115	22
23.	340	0,8	120	23
24.	350	0,7	125	24
25.	360	0,6	130	25
26.	370	0,5	135	26
27.	380	0,4	140	27
28.	390	0,4	145	28
29.	400	0,2	150	29
30.	410	0,1	155	30

**Завдання 2. Побудова фазочастотної характеристики послідовного коливального контуру.**

2.1 Обчислити зміщення фаз  $\varphi$  між напругою та струмом коливального контуру, зображеного на рис. 1. в діапазоні частот  $0,5\omega_0 - 1,5\omega_0$ . Отримані значення занести в табл.8.2.

2.2 Обчислити значення частот :

$0,5f_0, 0,6f_0, 0,7f_0, 0,8f_0, 0,9f_0, 1,1f_0, 1,25f_0, 1,3f_0, 1,4f_0, 1,5f_0$

Отримані значення занести в табл.8.2

2.3 В системі координат  $f \times \varphi$  (рис. 8.2) побудувати фазочастотну характеристику досліджуваного кола.

**Завдання 3. Вимірювання напруг ємності та індуктивності.**

3.1 В середовищі Multisim скласти схему відповідно до рис. 8.1, підключивши мультиметр спочатку в точки  $a, b$  для вимірювання діючих напруг на ємності, потім в точки  $b, c$  для вимірювання діючих напруг на індуктивності.

3.2 Задаючи на джерелі змінної напруги частоти в діапазоні  $0,5f_0 - 1,5f_0$ , виміряти відповідні значення діючих напруг на індуктивності та ємності  $U_{дл}, U_{дс}$ . Отримані результати занести в таблицю 2.

3.3 За результатами, отриманими в п. 3.2, в системі координат  $f \times U_{дл}, U_{дс}$  побудувати графіки залежності досліджуваних напруг від частоти (Рис.8.2).

Табл. 8.2

	$0,5\omega_0$	$0,6\omega_0$	$0,7\omega_0$	$0,8\omega_0$	$0,9\omega_0$	$\omega_0$	$1,1\omega_0$	$1,2\omega_0$	$1,3\omega_0$	$1,4\omega_0$	$1,5\omega_0$
$\omega$ (рад/ с)											

$f$ (Гц)												
$\varphi$ (рад)												
$U_{дл}$ (В)												
$U_{дс}$ (В)												

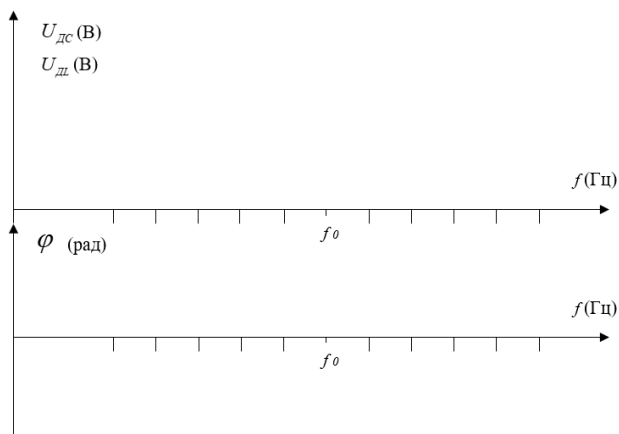


Рис.8.2

### Лабораторна робота № 9

**Розрахунки електричних кіл синусоїдного струму з реактивним опором. Паралельне з'єднання.**

**Завдання 1. Обчислення параметрів паралельного коливального контуру**

В коло, зображене на рис. 9.1, пропускають змінний струм з діючим значенням  $I_d$ , частотою  $f$ , початковою фазою  $\psi_I = 0$ . Параметри значень задані в табл. 1, відповідно до № за списком студента в групі.

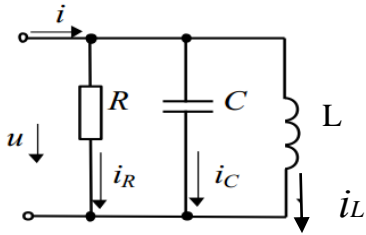


Рис. 9.1

Табл. 9.1

Таблиця вихідних даних

№	$I\partial(\text{мА})$	$f(\text{кГц})$	$C(\text{мкФ})$	$L(\text{мГн})$	$R(\text{кОм})$
1.	55	4,0	120	25	5,0
2.	60	4,1	110	30	5,5
3.	65	4,2	100	35	6,0
4.	70	4,3	90	40	6,5
5.	75	4,4	80	45	7,0
6.	80	4,5	70	50	7,5
7.	85	4,6	60	55	8,0
8.	90	4,7	50	60	8,5
9.	95	4,8	40	65	9,0
10.	100	4,9	30	70	9,5
11.	105	5,0	20	75	10,0
12.	110	5,1	10	70	10,5
13.	115	5,3	20	65	11,0
14.	120	5,4	30	60	11,5
15.	125	5,5	40	55	12,0
16.	130	5,6	50	50	12,5
17.	135	5,7	60	45	13,0
18.	140	5,8	70	40	13,5
19.	145	5,9	80	35	14,0
20.	150	6,0	90	30	14,5
21.	155	6,1	100	25	15,0
22.	260	6,2	110	35	15,5
24.	165	6,3	120	40	16,0

25.	170	6,4	130	45	16,5
26.	175	6,5	140	50	17,0
27.	180	6,6	150	55	17,5
28.	185	6,7	160	60	18,0
29.	190	6,8	170	65	18,5
30.	195	6,9	180	70	19,0

1. Визначити та записати:

1.1 Повну провідність кола  $Y$ ;

1.2 Кут зсуву фаз між напругою  $u$  і струмом  $i$ ;

1.3 Вирази для визначення миттєвих значень напруги  $u$  та струму  $i$ ;

1.4 Амплітудні значення струмів  $I_R, I_L, I_C$ ;

1.5 Резонансну частоту контуру.

2. В одній системі координат побудувати синусоїди струму  $i$  та напруги  $u$ , згідно з виразами, отриманими в п. 1.3.

### Лабораторна робота № 10

#### Обчислення та вимірювання параметрів паралельного коливального контуру.

#### Обчислення резонансної частоти. Визначення зсуву фаз струмів в гілках. Побудова фазо-частотної характеристики.

Параметри опору, ємності, індуктивності та джерела змінної напруги подані в табл.10.1 відповідно до № за списком студента в групі.

#### Завдання 1. Обчислення резонансної частоти паралельного коливального контуру.

1.1. Для схеми, зображеної на рис.10.1 обчислити резонансну кутову частоту  $\omega_0$  (рад/с) та резонансну частоту  $f_0$  (Гц).

Розраховані величини занести в табл.2.



1.2. Обчислити значення вимірюваних кутових частот  $0,1\omega_0$ ,  $0,5\omega_0$ ,  $0,8\omega_0$ ,  $1,5\omega_0$ ,  $2\omega_0$ ,  $5\omega_0$ ,  $10\omega_0$ ,  $20\omega_0$ ,  $50\omega_0$ ,  $100\omega_0$

Розраховані величини занести в табл.2.

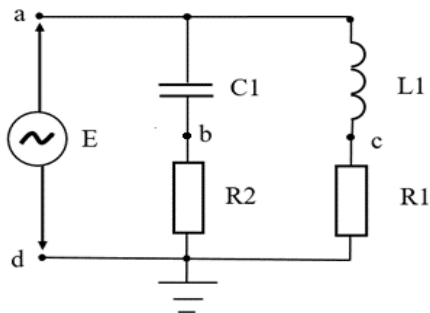


Рис. 10.1

Табл.10.1

Вихідні дані

№ за списком	E (мВ)	C(мкФ)	L (мГн)	R1 (Ом)	R2 (Ом)
1.	100	110	10	5	1
2.	110	120	15	6	2
3.	120	130	20	7	3
4.	130	140	25	8	4
5.	140	150	30	9	5
6.	150	160	35	5	1
7.	160	170	40	6	2
8.	170	180	45	7	3
9.	180	190	50	8	4
10.	190	200	55	9	5
11.	200	210	60	5	1
12.	210	220	65	6	2
13.	220	230	70	7	3
14.	230	240	75	8	4
15.	240	250	80	9	5
16.	250	260	85	5	1

17.	260	270	90	6	2
18.	270	280	95	7	3
19.	280	290	100	8	4
20.	290	300	105	9	5
21.	300	310	110	5	1
22.	310	320	115	5	2
23.	320	330	120	6	3
24.	330	340	125	7	4
25.	340	350	130	8	5
26.	350	360	135	9	1
27.	360	370	140	5	2
28.	370	380	145	6	3
29.	380	390	150	7	4
30.	390	400	155	8	5

**Завдання 2. Побудова фазочастотної характеристики паралельного коливального контуру.**

2.1 Обчислити значення частот :

$$0,1f_0, 0,5f_0, 0,8f_0, 1,5f_0, 2f_0, 5f_0, 10f_0, 20f_0, 50f_0, 100f_0$$

Отримані значення занести в табл.2.

2.2 В середовищі Multisim скласти схему відповідно до рис. 10.1, підключити канал *A* осцилографа в точку *c*, канал *B* осцилографа в точку *b*.

2.3 Задаючи на джерелі змінної напруги значення частот, розрахованих в п. 2.1, за показами осцилографа обчислити значення періоду *T* та часового зміщення між осцилограмами струмів кола  $\Delta T$ . Обчислені значення занести в табл.10.2.

2.4 Для кожної частоти, розрахованої в п. 2.1, за значеннями *T* та  $\Delta T$ , обчислити зміщення між фазами  $\varphi$  струмів в гілках кола. Отримані значення занести в табл.2.

2.5 В системі координат  $f \times \varphi$  (рис. 10.2) побудувати фазочастотну характеристику досліджуваного кола.

Табл. 10.2

	$0,1\omega_0$	$0,5\omega_0$	$0,8\omega_0$	$\omega_0$	$1,5\omega_0$	$2\omega_0$	$5\omega_0$	$10\omega_0$	$20\omega_0$	$50\omega_0$	$100\omega_0$
$\omega$ (Рад/с)											
$f$ (Гц)											
$T$ (с)											
$\Delta T$ (с)											
$\varphi$ (град)											

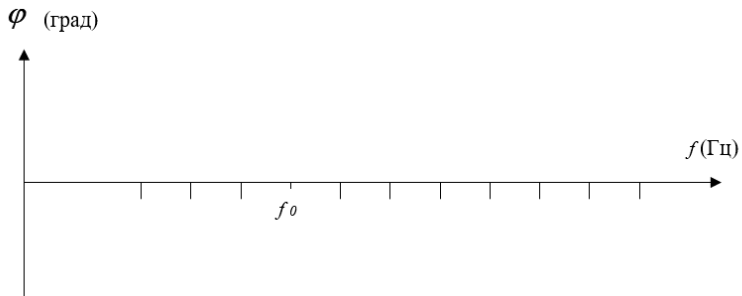


Рис. 10.2

**Рекомендована література.****Базова**

1. Булашенко А. В. Теорія електричних та магнітних кіл. Конспект лекцій. Суми : СумДУ, 2010. 180 с.

2. Лінійні електричні кола в прикладах і задачах : навч.посібник / В. І. Бармін, А. І. Бих, Ю. М. Олександров, О. І. Чурілов. Х. : Компанія СМІТ, 2008. 264 с.

3. Теорія електричних і магнітних кіл : підручник / С. В. Панченко, О. М. Ананьєва, та ін. Харків : УкрДУЗТ, 2020. 247 с.

#### **Допоміжна**

1. Трембач Р. Б. Теорія електричних та магнітних кіл : навчальний посібник. Тернопіль : ТНЕУ, 2015. 263 с.

2. Паначевський Б. І., Свергун Ю. Ф. Загальна електротехніка : підручник. К. : Каравела, 2007. 296 с.

#### **Інформаційні ресурси**

1. Конспекти лекцій. Завдання лабораторних та практичних робіт. URL: <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2772>

2. Медвідь В.Р., Пісьціо В.П. Проектування та аналіз електричних схем в програмному середовищі Multisim. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів курсу «Проектування мікропроцесорних систем керування технологічними процесами». Тернопіль : ТНТУ, 2018. 26 с. URL: <http://surl.li/nvxbyc>