

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
Факультет електроенерготехніки та автоматики



Кафедра теоретичної електротехніки

Лабораторна робота №52

ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОРІДНОЇ СИМЕТРИЧНОЇ
ЛАНЦЮГОВОЇ СХЕМИ

Посилання на відео: <https://youtu.be/kuv59dNkevs>

Ланцюговою схемою, або каскадним сполученням чотириполюсників називають таке з'єднання декількох чотириполюсників, при якому вхідні полюси наступного чотириполюсника підключаються до вихідних полюсів попереднього. Кожний з чотириполюсників, що входить у ланцюгову схему, називають її ланкою. Якщо ланцюгова схема складається з однакових симетричних чотириполюсників, то її називають однорідною симетричною ланцюговою схемою.

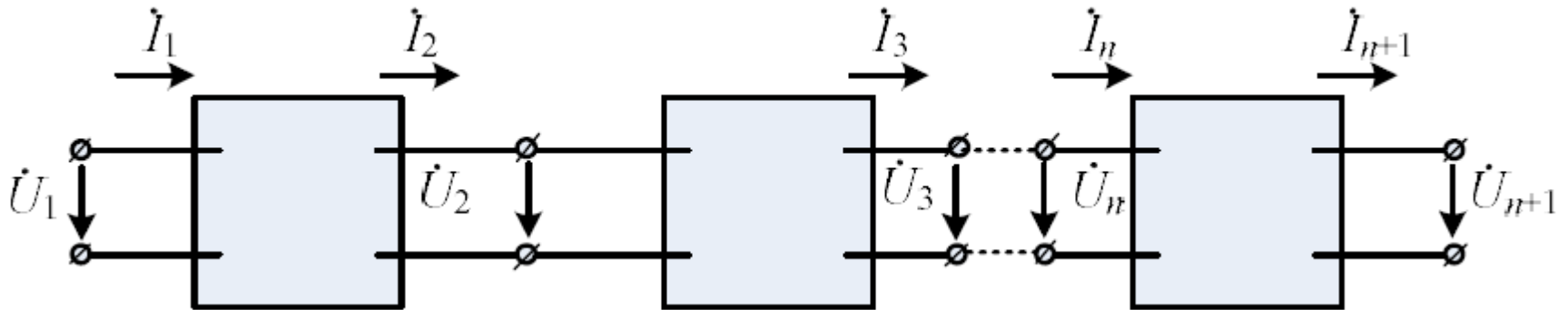


Рис. 1 Ланцюгова схема з каскадним сполученням чотириполюсників

Ланцюгові схеми використовують для моделювання ліній зв'язку, ліній електропередач, гірлянд ізоляторів і т.п., досліджуючи розподіл напруг і струмів у названих лініях і пристроях. Точність моделювання буде тим більшою, чим більшу кількість ланок буде містити ланцюгова схема. Як правило, обмежуються 8-12 ланками. Якщо досліджуються співвідношення між струмами й напругами тільки на початку й кінці лінії, то використовується одна ланка.

Мета роботи

Аналіз розподілу напруг і струмів уздовж однорідної довгої лінії в різних режимах навантаження шляхом моделювання лінії ланцюговою схемою.

Визначення параметрів однієї ланки ланцюгової схеми та еквівалентних параметрів усього кола.

Ознайомлення з теоретичними розрахунками напруг, струмів та вхідних опорів довгої лінії в різних режимах навантаження.



Підготовка до роботи

Вивчити рекомендовану літературу, ознайомитися з методичними вказівками до роботи, описом лабораторної установки, робочим завданням, підготувати протокол звіту.

На наступному лабораторному занятті студент зобов'язаний подати викладачу до захисту повністю оформлений звіт попередньої лабораторної роботи та пред'явити підготовлений протокол для виконання чергової роботи. Студент, який не оформив або не захистив дві лабораторні роботи, відсторонюється від наступного лабораторного заняття. Його участь у подальших лабораторних заняттях можлива лише за умови ліквідації заборгованості.

Опис лабораторної установки

Лабораторна установка складається з комплекту вимірювальних приладів (двох вольтметрів (1), амперметра (2), фазометра φ_1 (3) й фазопоказчика φ_2 (4)), регульованого джерела змінної напруги (лабораторного автотрансформатора) (5) і ланцюгової схеми з восьми однакових ланок (6). Кожна ланка ланцюгової схеми є симетричним П-подібним чотирьохполюсником (7). Як навантаження ланцюгової схеми використовується активно-ємнісний двополюсник (8).

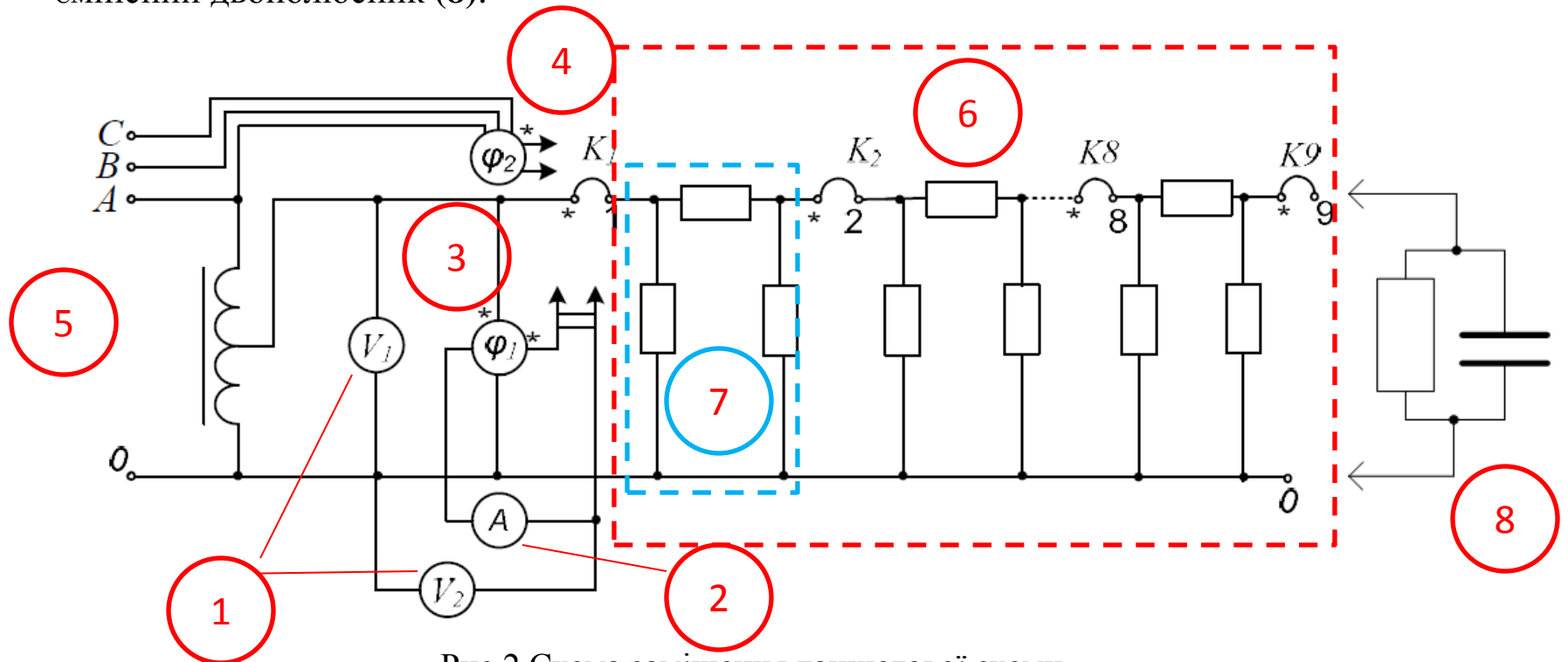


Рис.2 Схема заміщення ланцюгової схеми

Опис лабораторної установки

Лабораторна установка складається з комплексу вимірювальних приладів (двох вольтметрів (1), амперметра (2), фазометра φ_1 (3) й фазопоказчика φ_2 (4)), регульованого джерела змінної напруги (лабораторного автотрансформатора) (5) і ланцюгової схеми з восьми однакових ланок (6). Кожна ланка ланцюгової схеми є симетричним П-подібним чотириполіусником (7). Як навантаження ланцюгової схеми використовується активно-ємнісний двополіусник (8).

Рис.4 Симетричний П-подібний чотириполіусник

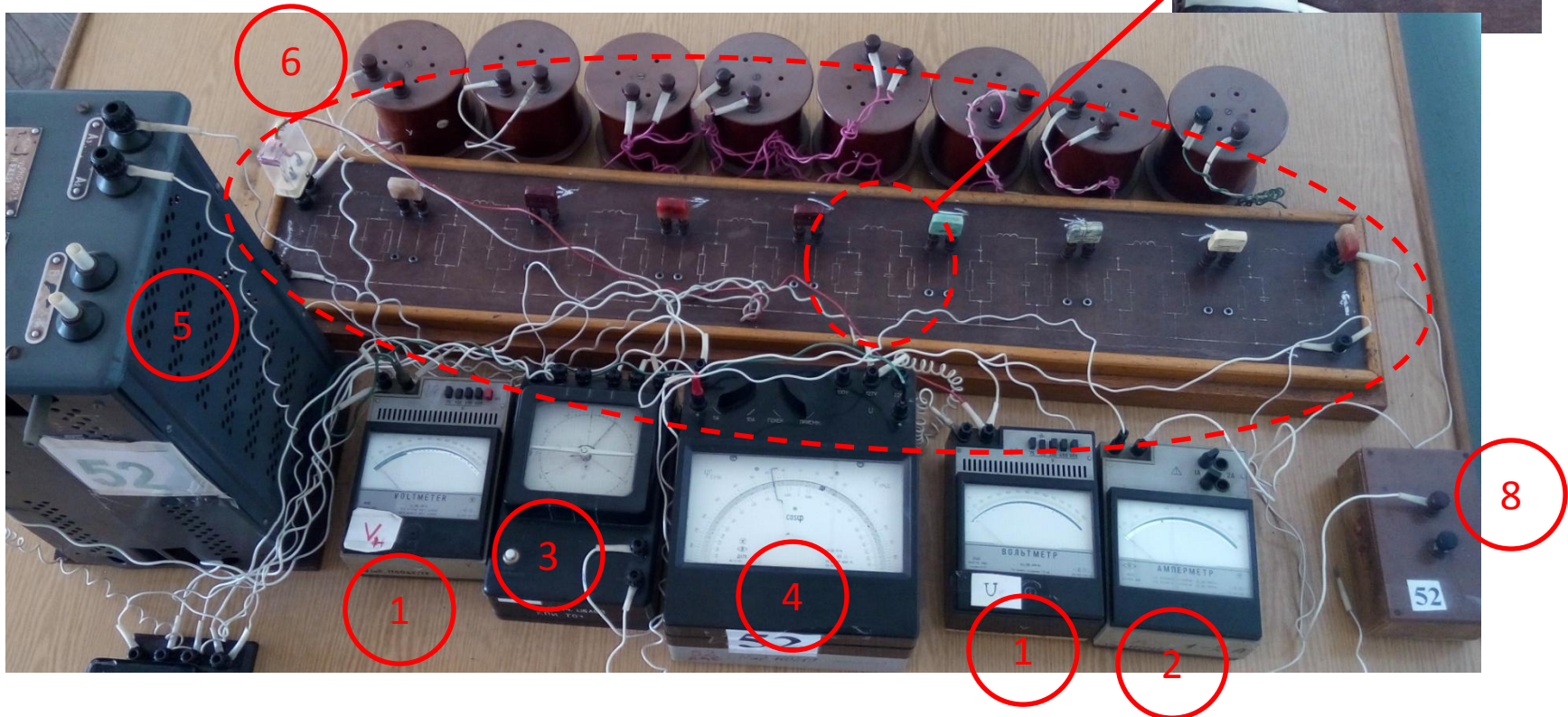
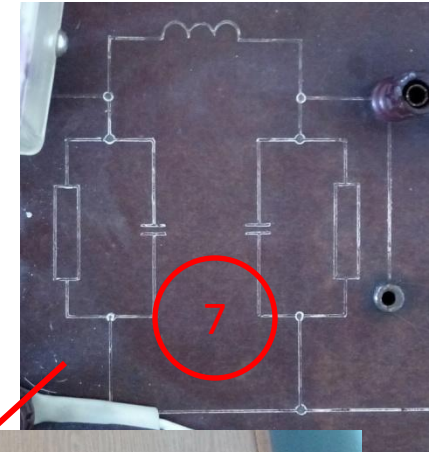


Рис.3 Загальний вигляд лабораторної установки

Порядок виконання роботи

Виконати дослід розімкненого кола чотириполюсника однієї ланки ланцюгової схеми. Виміряти напругу, струм і кут зсуву фаз між ними у зазначених режимах. Результати вимірів занести в табл.52.1.

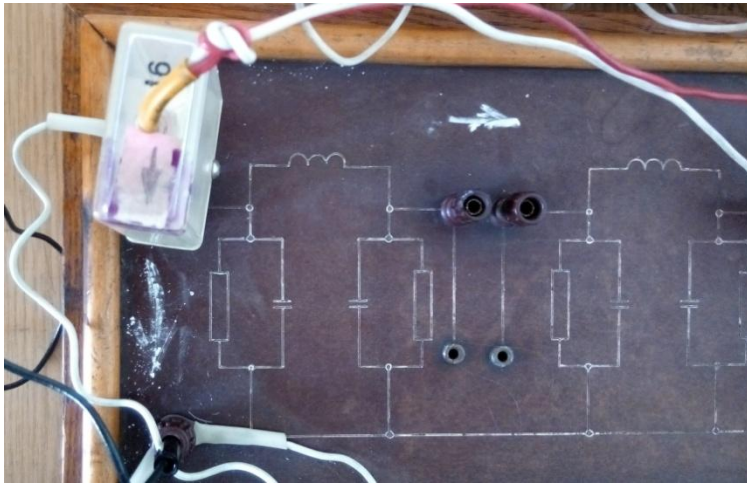


Рис. 5 Чотириполюсник однієї ланки ланцюгової схеми в режимі неробочого ходу

Результати вимірів

Дослід	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$\varphi, ^\circ$
розімкненого кола	89	0.34	-75



Рис. 6 Вимірювання напруги та струму в режимі неробочого ходу

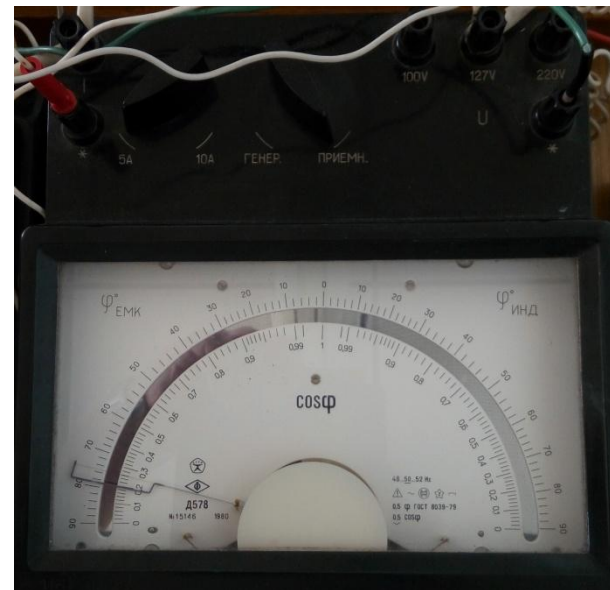


Рис. 7 Вимірювання кута зсуву фаз між напругою та струмом в режимі неробочого ходу

Виконати дослід короткого замикання чотириполюсника однієї ланки ланцюгової схеми. Виміряти напругу, струм і кут зсуву фаз між ними у зазначених режимах. Результати вимірів занести в табл.52.1.

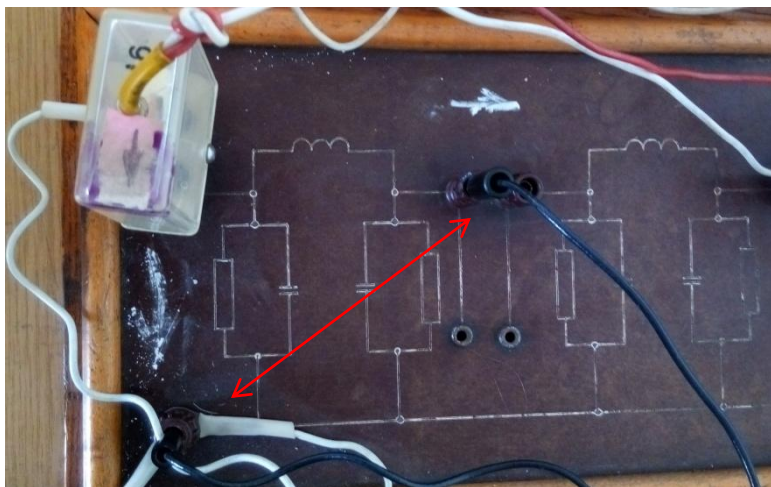


Рис. 8 Чотириполюсник однієї ланки ланцюгової схеми в режимі короткого замикання

Результати вимірів

Дослід	U, V	I, A	$\varphi, ^\circ$
короткого замикання	88	0.69	69



Рис. 9 Вимірювання напруги та струму в режимі короткого замикання



Рис. 10 Вимірювання кута зсуву фаз між напругою та струмом в режимі короткого замикання

Режим неробочого ходу

Приєднати першу ланку до решти кола у відповідності зі схемою на рис. 52.1. Виміряти напругу, струм і їхні початкові фази для кожної ланки ланцюгової схеми при розімкнених вихідних затискачах 9-0. Початкові фази напруг визначити за показами фазопоказчика (φ_2) при короткочасному натисканні кнопки на приладі. Початкові фази струмів визначити за показами фазометра (φ_1). Покази вольтметра, амперметра, а також перетворені в кутові координати комплексної площини покази фазопоказчика (ψ_u) і фазометра (ψ_i) занести в табл.52.2.

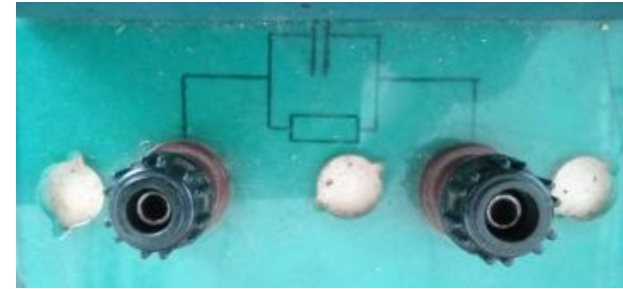
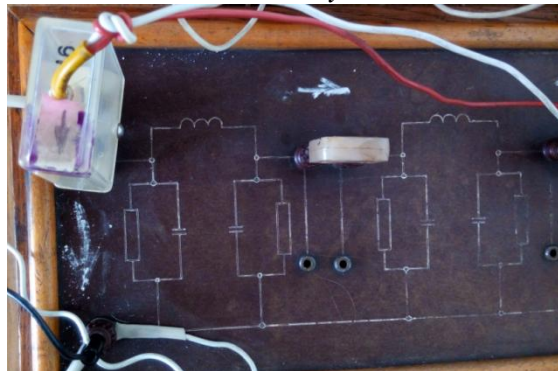


Рис. 11 Режим холостого ходу. (навантаження в кінці лінії не підключено)



Перша ділянка (початок лінії)



Покази приладів вольтметра ($U, В$) та амперметра ($I, А$)



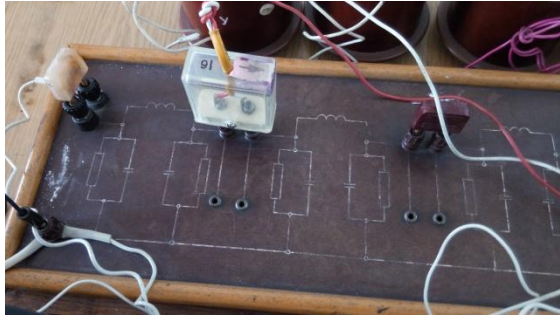
Початкова фаза напруги ($\varphi_u, ^\circ$)



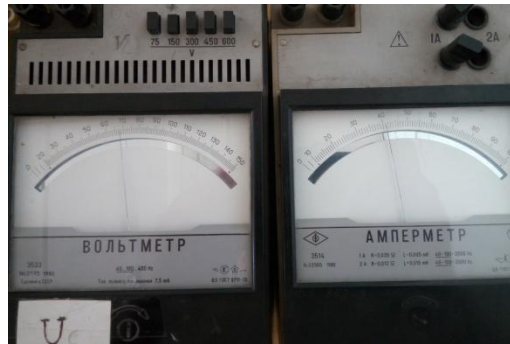
Початкова фаза струму ($\varphi_i, ^\circ$)

Вузол виміру 1			
$U, В$	$I, А$	$-\varphi_u, ^\circ$	$-\varphi_i, ^\circ$
88	0,43	0	8

Режим неробочого ходу



Друга ділянка



Покази приладів
вольтметра ($U, В$) та
амперметра ($I, А$)

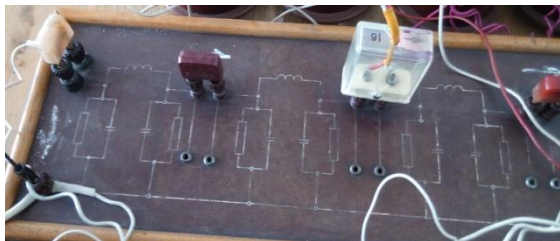


Початкова
фаза напруги
($\varphi_u, ^\circ$)



Початкова фаза
струму ($\varphi_i, ^\circ$)

Вузол виміру 2			
$U, В$	$I, А$	$-\varphi_u, ^\circ$	$-\varphi_i, ^\circ$
69	0,41	35	41



Третя ділянка



Покази приладів
вольтметра ($U, В$) та
амперметра ($I, А$)



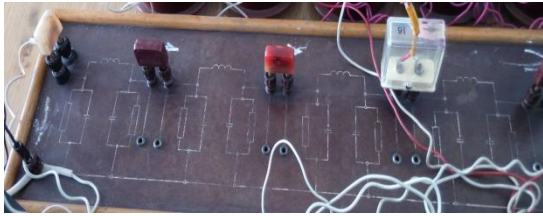
Початкова
фаза напруги
($\varphi_u, ^\circ$)



Початкова фаза
струму ($\varphi_i, ^\circ$)

Вузол виміру 3			
$U, В$	$I, А$	$-\varphi_u, ^\circ$	$-\varphi_i, ^\circ$
50	0,4	82,5	77

Режим неробочого ходу



Четверта ділянка

Вузол виміру 4			
U, V	I, A	$-\varphi_u, ^\circ$	$-\varphi_i, ^\circ$
56	0,285	132	104



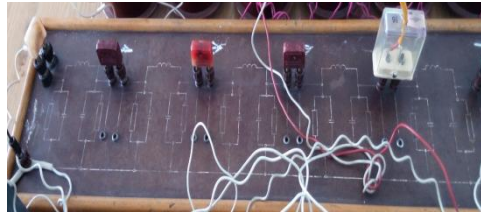
Покази приладів
вольтметра (U, V) та
амперметра (I, A)



Початкова
фаза напруги
($\varphi_u, ^\circ$)



Початкова фаза
струму ($\varphi_i, ^\circ$)



П'ята ділянка

Вузол виміру 5			
U, V	I, A	$-\varphi_u, ^\circ$	$-\varphi_i, ^\circ$
57	0,18	158	168



Покази приладів
вольтметра (U, V) та
амперметра (I, A)

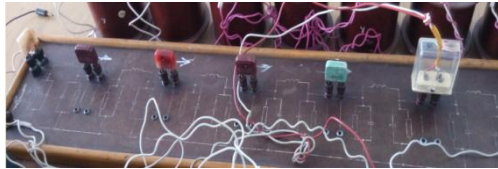


Початкова
фаза напруги
($\varphi_u, ^\circ$)



Початкова фаза
струму ($\varphi_i, ^\circ$)

Режим неробочого ходу



Шоста ділянка

Вузол виміру 1			
U, V	I, A	$-\varphi_u, ^\circ$	$-\varphi_i, ^\circ$
36	0,27	183	223



Покази приладів
вольтметра (U, V) та
амперметра (I, A)



Початкова
фаза напруги
($\varphi_u, ^\circ$)



Початкова фаза
струму ($\varphi_i, ^\circ$)



Сьома ділянка

Вузол виміру 1			
U, V	I, A	$-\varphi_u, ^\circ$	$-\varphi_i, ^\circ$
15	0,295	275	242



Покази приладів
вольтметра (U, V) та
амперметра (I, A)

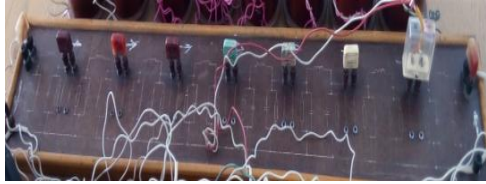


Початкова
фаза напруги
($\varphi_u, ^\circ$)



Початкова фаза
струму ($\varphi_i, ^\circ$)

Режим неробочого ходу



Восьма ділянка



Вузол виміру 1			
$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$-\varphi_{U,}^{\circ}$	$-\varphi_{I,}^{\circ}$
35	0,19	0327	248

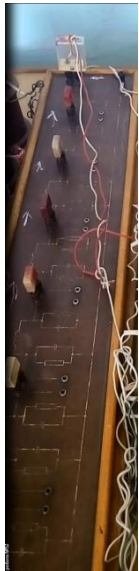
Покази приладів
вольтметра ($U, \text{В}$) та
амперметра ($I, \text{А}$)



Початкова
фаза напруги
($\varphi_u, ^{\circ}$)



Початкова фаза
струму ($\varphi_i, ^{\circ}$)



Дев'ята ділянка
(кінець лінії)



Вузол виміру 1			
$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$-\varphi_{U,}^{\circ}$	$-\varphi_{I,}^{\circ}$
40	0	335	-

Покази приладів
вольтметра ($U, \text{В}$) та
амперметра ($I, \text{А}$)



Початкова
фаза напруги
($\varphi_u, ^{\circ}$)

Режим короткого замикання

Виконати аналогічні виміри у разі короткого замикання вихідних затискачів ланцюгової схеми. Виміряти напруги, струми та їх початкові фази для всіх ланок при режимі короткого замикання ланцюгової схеми.

Покази приладів занести у відповідні графи табл. 52.2.

Режим	Вузол виміру									
	Вимірювана величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Короткого замикання	$U, \text{В}$	87,5	86	74	56	37	41,5	51	34	0
	$I, \text{А}$	0,53	0,39	0,35	0,35	0,37	0,265	0,06	0,22	0,3
	$-\varphi_u, ^\circ$	0	40	70	104	155	218	246	257	-
	$-\varphi_i, ^\circ$	-9	23	81	118	151	178	252	322	329



Рис. 12 Режим короткого замикання (вихідні клеми лінії приєднані до однієї точки)

Узгоджене навантаження

Між вихідними затискачами ланцюгової схеми ввімкнути навантаження, опір якого дорівнює характеристичному опору ланки. Виміряти напруги, струми та їх початкові фази для всіх ланок при узгодженому навантаженні ланцюгової схеми.

Покази приладів занести у відповідні графи табл. 52.2.

Режим	Вузол виміру									
	Вимірювана величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Узгодженого навантаження	$U, \text{В}$	88	76	61	55	48	37	31	21	24
	$I, \text{А}$	0,49	0,4	0,38	0,31	0,27	0,24	0,2	0,16	0,13
	$-\varphi_u, ^\circ$	0	39	75	120	158	203	251	296	340
	$-\varphi_i, ^\circ$	0	34	80	112	158	202	247	288	328



Рис. 13 Режим узгодженого навантаження (між вихідними затискачами ланцюгової схеми ввімкнуто навантаження)

**Пункти, що пов'язані з обробкою результатів
дослідів наведені у протоколі.**

Посилання на методичні вказівки до виконання лабораторних робіт:
Лабораторна робота №52. Дослідження однорідної симетричної ланцюгової схеми
<https://toe.fea.kpi.ua/download/laboratory/lab52.pdf>

Посилання на відео: <https://youtu.be/kuv59dNkevs>

Список літератури:

1. Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А., Шеховцов В.І. та Шидловська Н.А. Теоретичні основи електротехніки: підручник: У 3 т. / За заг. ред. І.М. Чиженка, В.С. Бойка. – К.: НТУУ “КПІ”, 2013. – 244 с.
2. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники, Т2. Учебник. - Л.: Энергоиздат, 1981. - 536 с.
3. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей: Учебник. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 528 с.