

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

**Робочий зошит
до виконання лабораторних робіт**

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю
141 «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»,
спеціалізацією «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»*

Електричні машини: Робочий зошит до виконання лабораторних робіт [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ю.А. Гайденко, С.С. Цивінський. – Електронні текстові данні (1 файл: 12 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018 – 75с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 7 від 29.03.2018 р.)
за поданням Вченої ради ФЕА (протокол № 7 від 26.02.2018 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

Робочий зошит
до виконання лабораторних робіт

Укладачі:

Гайденко Юрій Антонович, к.т.н., доцент

Цивінський Сергій Станіславович, к.т.н., доцент

Відповідальний
редактор

Васьковський Ю.М., д.т.н., професор

Рецензент

Ковбаса С.М., к.т.н., доцент

В даному навчальному посібнику містяться протоколи до виконання восьми лабораторних робіт з дисципліни «Електричні машини» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод». Лабораторні роботи охоплюють такі розділи дисципліни: «Трансформатори», «Асинхронні машини», «Синхронні машини» та «Машини постійного струму».

Вступ

Даний робочий зошит є доповненням методичних вказівок до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Електричні машини». В ньому подані форми звітності з восьми лабораторних робіт.

Робочий зошит розрахований на виконання експериментальних досліджень у лабораторії за темами що охоплюють основні розділи дисципліни: «Трансформатори», «Асинхронні машини», «Синхронні машини» та «Машини постійного струму».

Виконання лабораторних робіт сприяє набуттю вмінь та навичок по експериментальному дослідженню електричних машин і трансформаторів, а також оформленню результатів експериментів.

Поставлена мета досягається шляхом виконання студентами наступних вимог:

- обов'язкова підготовка до лабораторної роботи;
- суворе дотримання вимог техніки безпеки;
- дотримання правил і інструкцій з проведення лабораторної роботи;
- відповідне оформлення протоколу і захист результатів лабораторної роботи.

Зміст

Лабораторна робота №1 . Дослідження трифазного двохобмоткового трансформатора	1-1
Лабораторна робота №2 . Дослідження паралельної роботи двохобмоткових трифазних трансформаторів.....	2-1
Лабораторна робота №3 . Дослідження асинхронного двигуна з фазним ротором	3-1
Лабораторна робота №4 . Дослідження асинхронної машини з короткозамкненим ротором у режимах двигуна та генератора.....	4-1
Лабораторна робота №5 . Випробування трифазного синхронного генератора в автономному режимі роботи.....	5-1
Лабораторна робота №6 . Випробування синхронного двигуна.....	6-1
Лабораторна робота №7 . Випробування генератора постійного струму з незалежним збудженням.....	7-1
Лабораторна робота №8 . Випробування двигуна постійного струму паралельного і змішаного збудження.....	8-1

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Лабораторна робота №1

назва роботи

Виконав: _____

Перевірив: _____

Київ - _____

Лабораторна робота №1

Мета роботи

Програма роботи

Схема дослідження неробочого ходу трансформатора

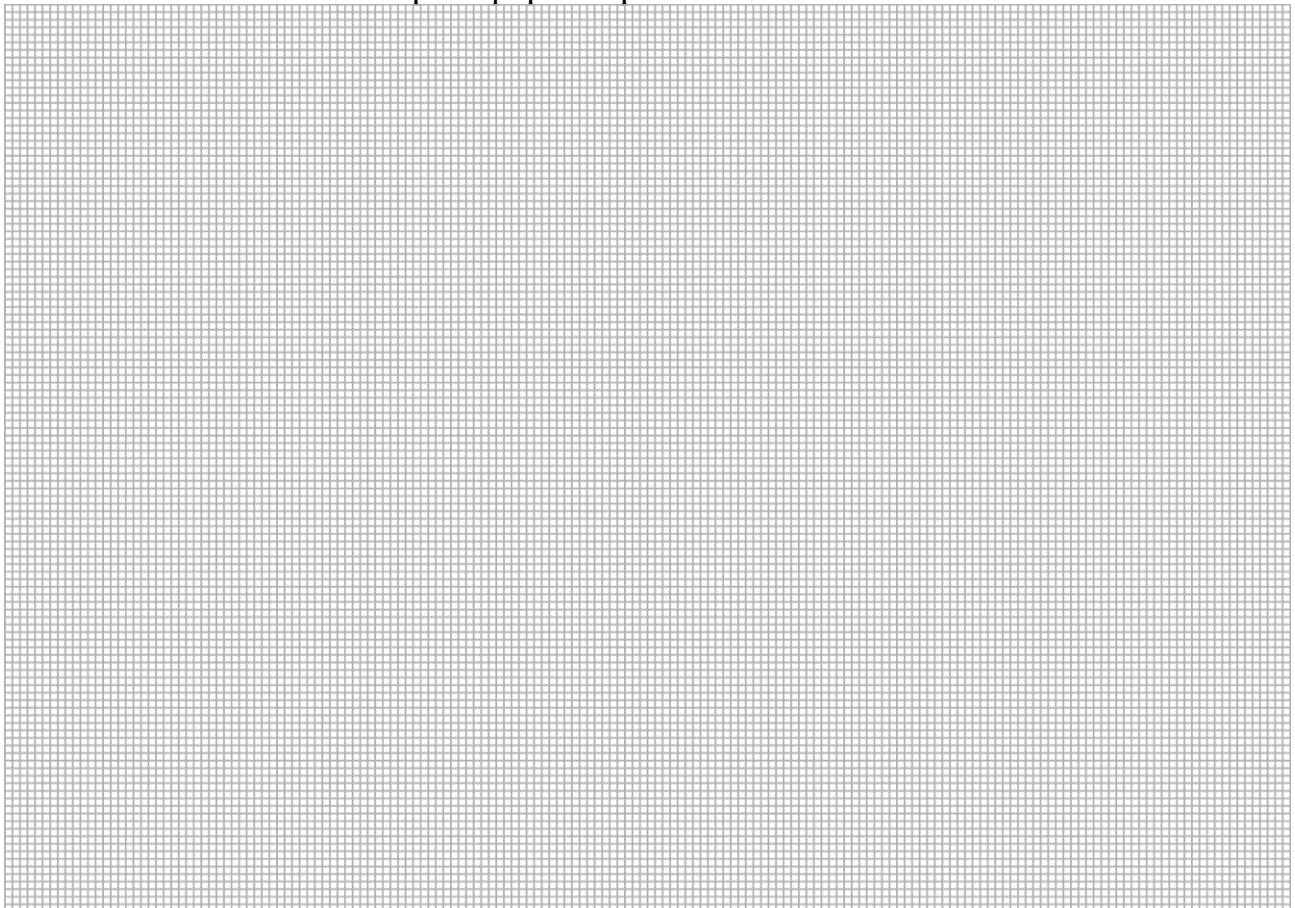
Лабораторна робота №1

Проведення роботи

Геометричні розміри пакетів магнітопроводу

Номер пакету стержня	Ширина пакету стержня	Довжина пакету стержня	Висота стержня	Ширина ярма	Довжина ярма	Висота ярма	Площа перерізу пакету стержня	Площа перерізу ярма	Загальна площа перерізу стержня	Об'єм стержня	Об'єм ярма
	$a_{ст}, см$	$b_{ст}, см$	$l_{ст}, см$	$b_{я}, см$	$l_{я}, см$	$a_{я}, см$	$см^2$	$см^2$	$см^2$	$см^3$	$см^3$

Ескіз магнітної системи трансформатора



Номінальні данні трансформатора

Лабораторна робота №1

Дослідження неробочого доходу

[illegible]

Визначення коефіцієнта трансформації

№ п/п	U_a	U_b	U_c	U_A	U_B	U_C	U_{20}
	C_u			C_u			C_u

Дослідження короткого замикання

[illegible]

Лабораторна робота №1

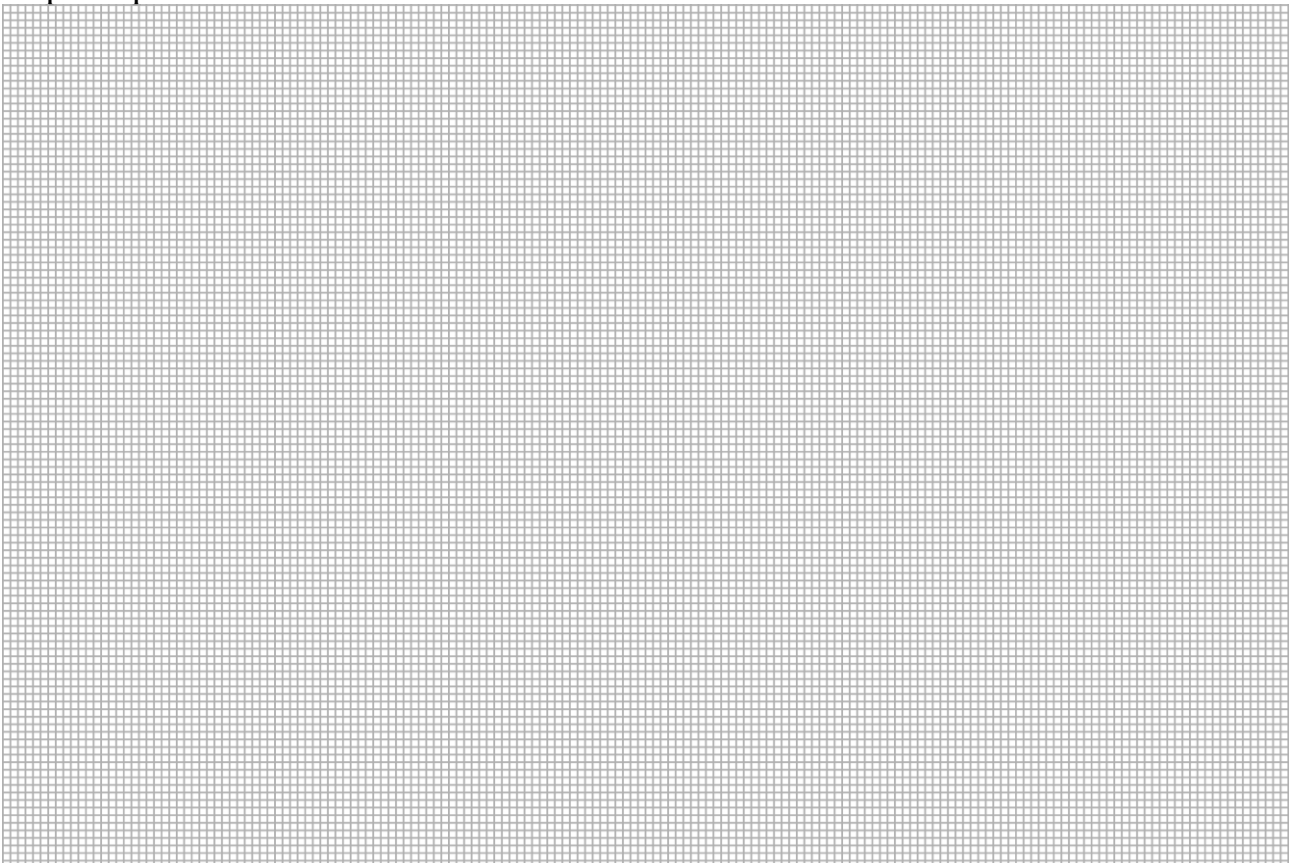
Опрацювання результатів дослідження

Дослідження НХ

Розрахункові величини дослідження НХ

№ п/п	$U_{0\phi}, B$	$I_{0\phi}, A$	P_0, Bm	$\cos \varphi_0$

Характеристики НХ



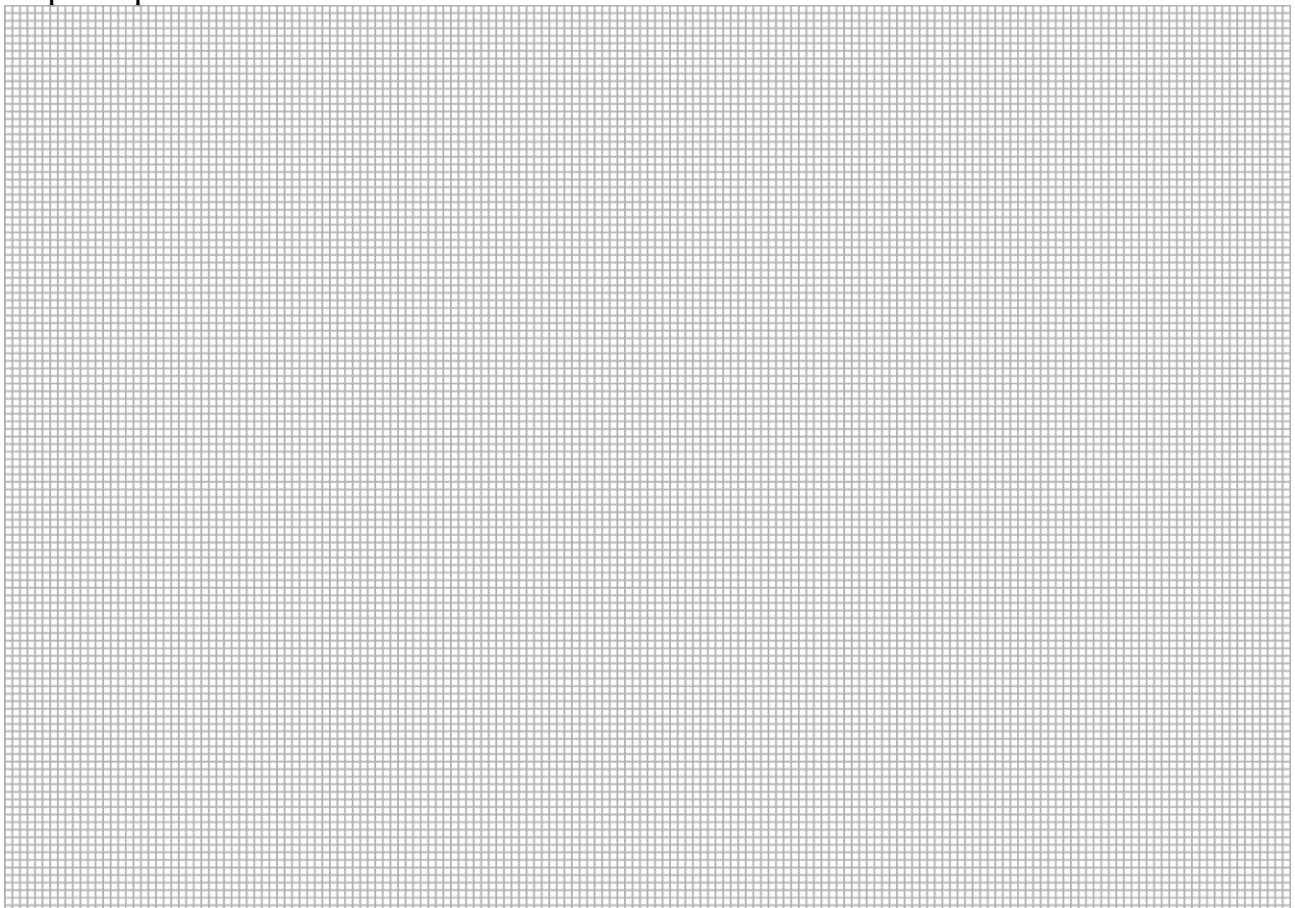
Лабораторна робота №1

Дослідження КЗ

Розрахункові величини досліду КЗ

№ п/п	$U_{кФ}, В$	$I_{кФ}, А$	$P_к, Вт$	$\cos \varphi_к$

Характеристики КЗ



Лабораторна робота №1

Параметри короткого замикання

Напруга КЗ

Визначення параметрів гілки намагнічування

Індукція в стержні і ярмі

Лабораторна робота №1

ККД трансформатора

β	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25
$\eta = f(\beta)$ при $\cos \varphi_2 = 0,8$						
$\eta = f(\beta)$ при $\cos \varphi_2 = 1$						

Характеристики ККД

Лабораторна робота №1

Падіння вторинної напруги

β	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25
$U_2 = f(\beta)$ при $\cos \varphi_2 = 0,8$						
$U_2 = f(\beta)$ при $\cos \varphi_2 = 1$						

Зовнішні характеристики

Лабораторна робота №1

Висновки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Лабораторна робота №2

назва роботи

Виконав: _____

Перевірив: _____

Київ - _____

Лабораторна робота №2

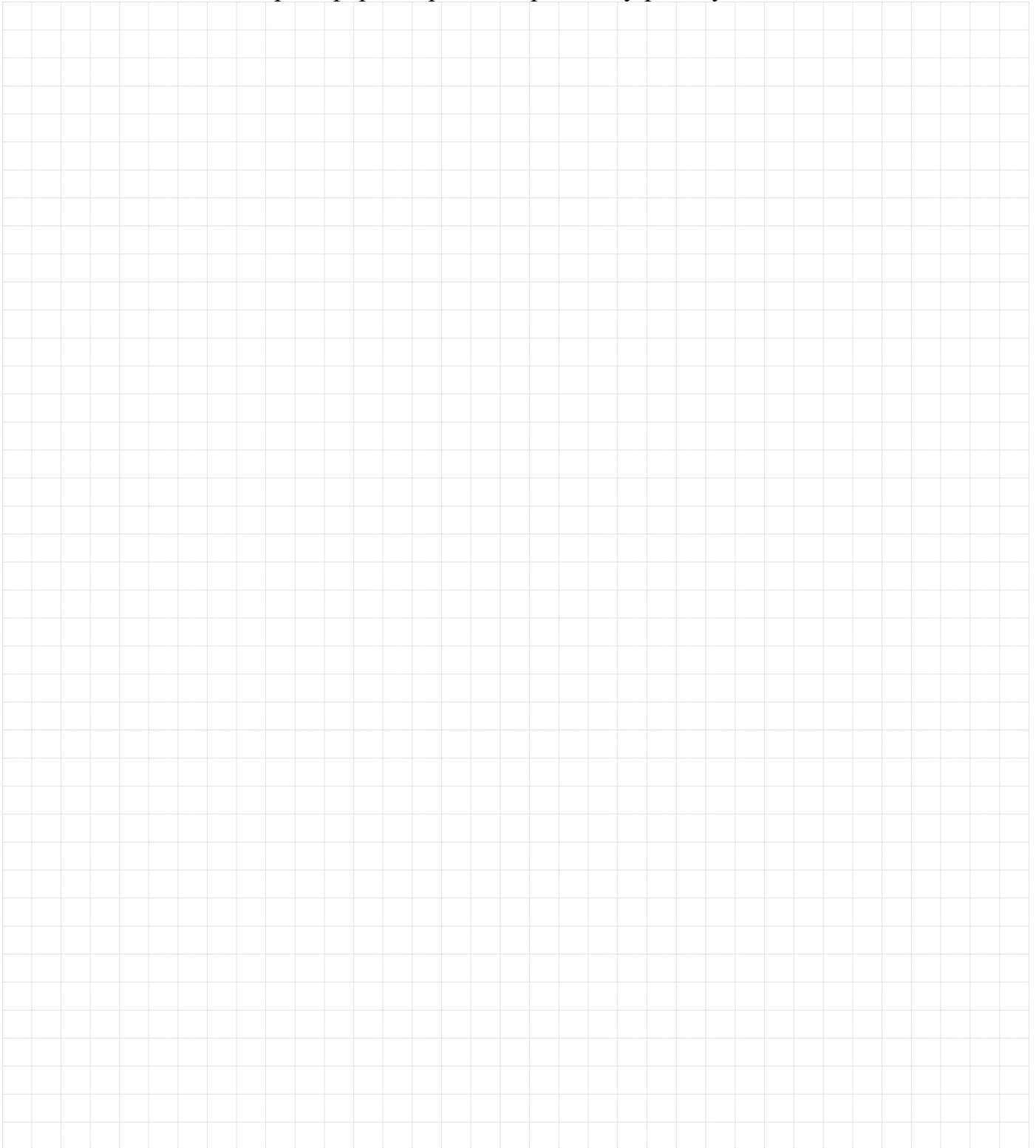
Мета роботи

Програма роботи

Схема дослідного визначення групи з'єднання обмоток та діаграма лінійних ЕРС для визначення групи з'єднання обмоток

Лабораторна робота №2

Схема ввімкнення трансформаторів на паралельну роботу



Лабораторна робота №2

Проведення роботи

Визначення груп з'єднань обмоток трансформатора

№ п/п	Схема з'єднання обмоток	Векторна діаграма лінійних ЕРС, кут- ве зміщення ЕРС	U_{AB}		U_{ab}		$U_{bB} = U_{cC}$		U_{bC}		U_{cB}				
			В	В	Формула	Розрахунок, В	Дослід, В	Формула	Розрахунок, В	Дослід, В	Формула	Розрахунок, В	Дослід, В		
1															
2															
3															
4															
5															
6															

Лабораторна робота №2

Зовнішні характеристики трансформатора при однакових напругах КЗ

[illegible]

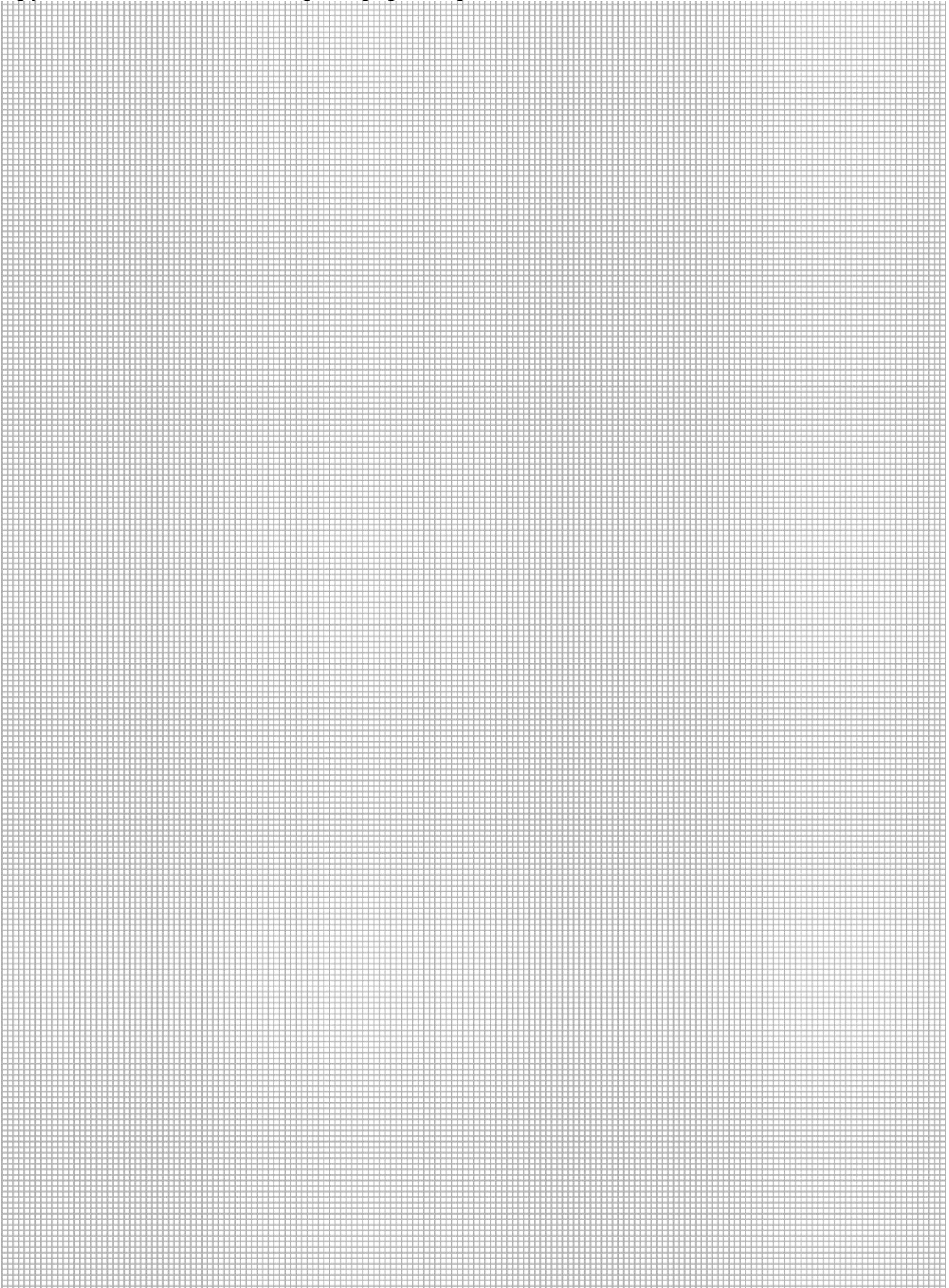
Зовнішні характеристики трансформатора при різних напругах КЗ

[illegible][illegible]

Лабораторна робота №2

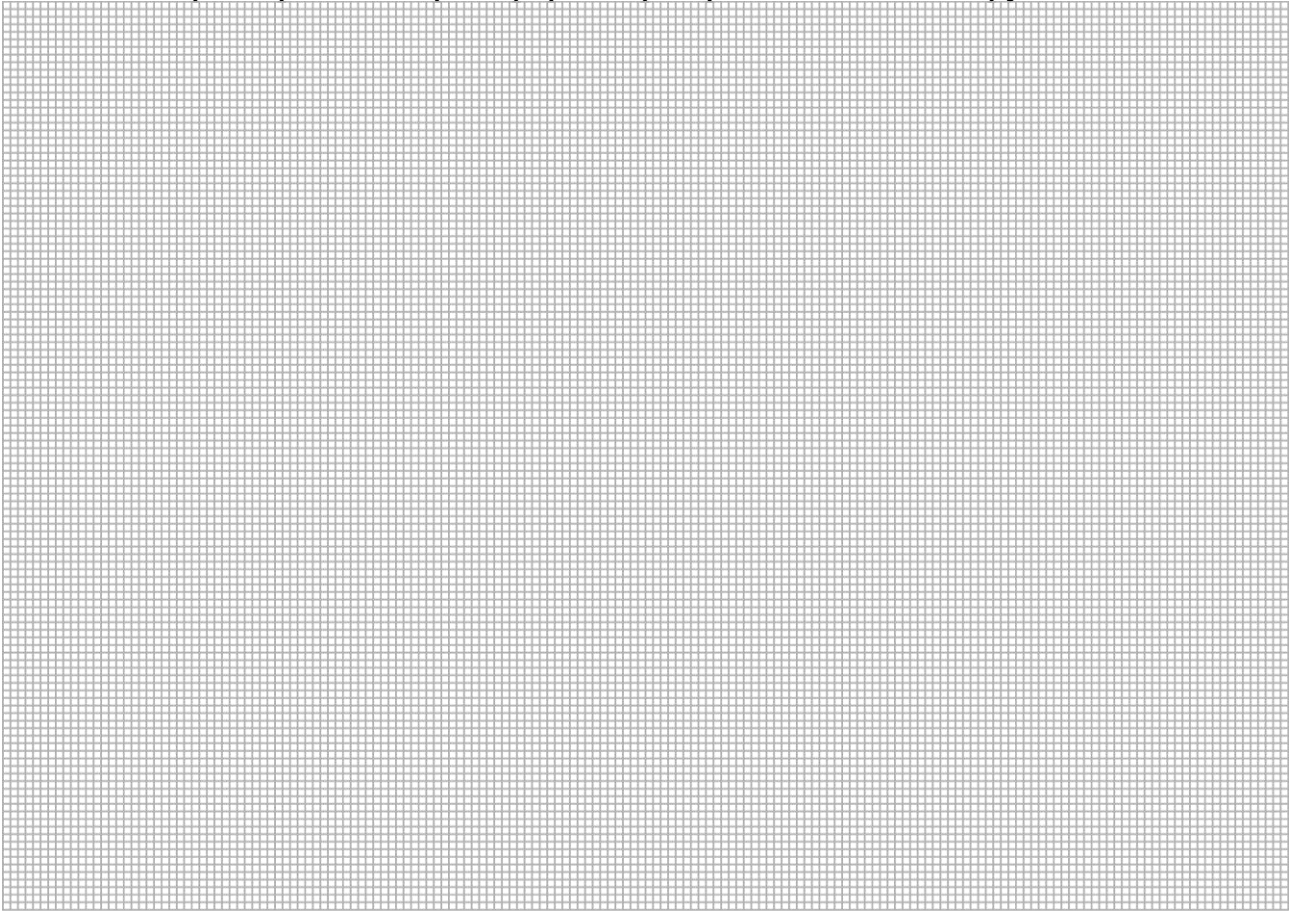
Опрацювання результатів дослідження

Групи з'єднань обмоток трансформатора

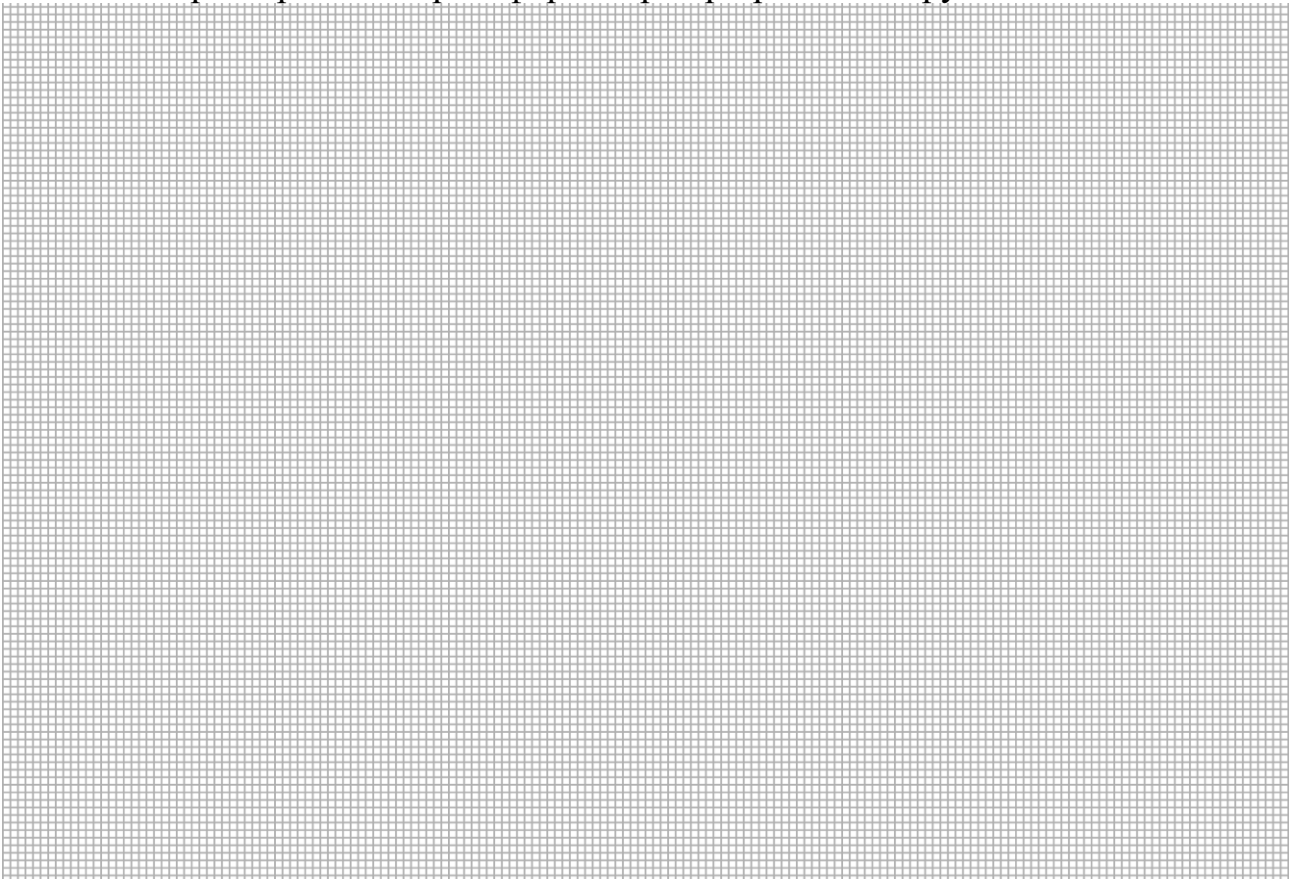


Лабораторна робота №2

Зовнішні характеристики трансформатора при однакових напругах КЗ



Зовнішні характеристики трансформатора при різних напругах КЗ



Лабораторна робота №2

Висновки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Лабораторна робота №3

назва роботи

Виконав: _____

Перевірив: _____

Київ - _____

Лабораторна робота №3

Мета роботи

Програма роботи

Схема дослідження асинхронного двигуна з фазним ротором

Лабораторна робота №3

Проведення роботи

Номінальні данні асинхронного двигуна

Визначення коефіцієнта

Дослід неробочого ходу

№ п/п	U_A	U_B	U_C	I_A	I_B	I_C	P_A	P_B	P_C	Ціна поділки шкали		
	Поділки									C_u	C_i	C_w

Лабораторна робота №3

Дослідження навантаження

[illegible]

Лабораторна робота №3

Опрацювання результатів дослідження

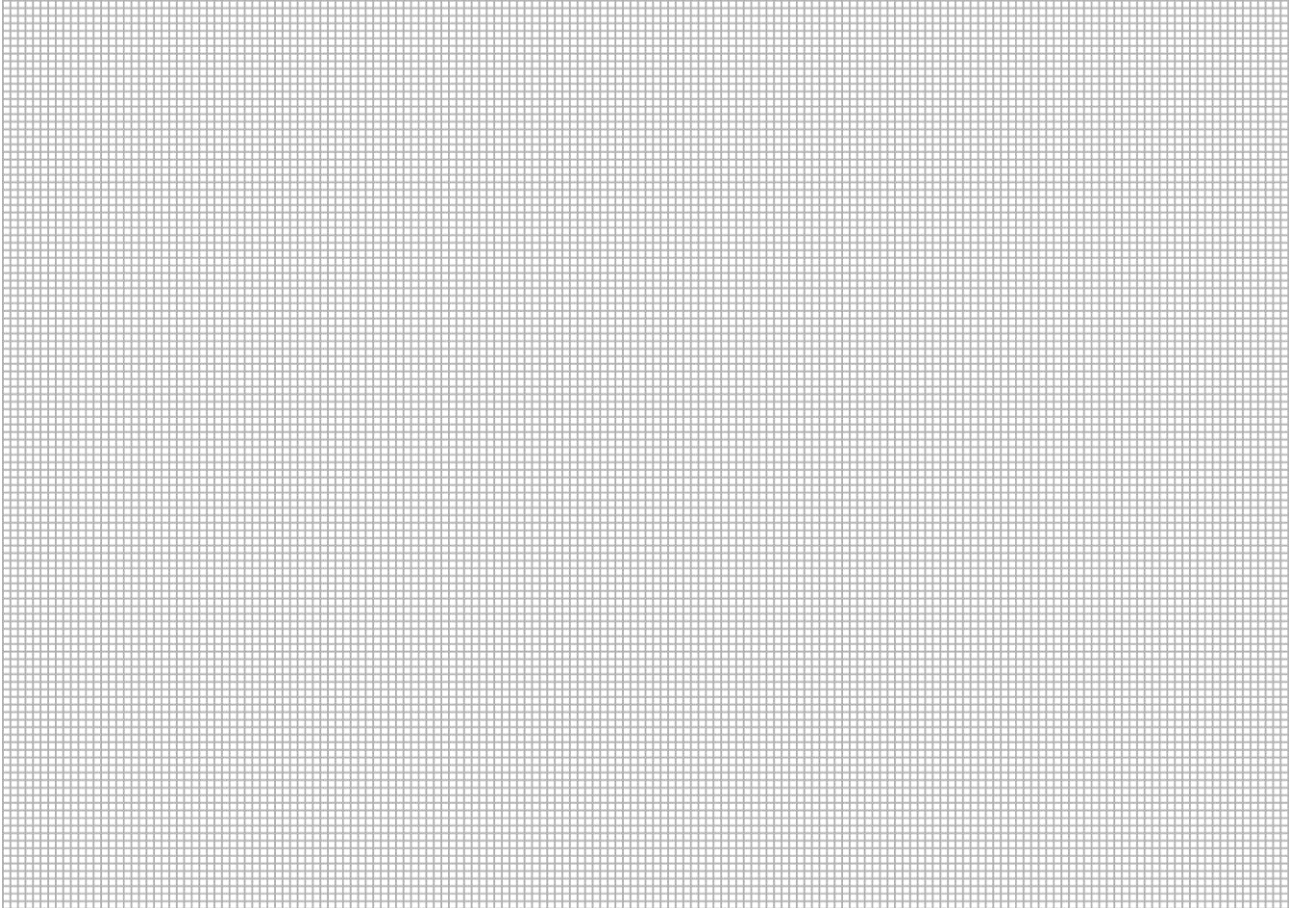
Дослідження НХ

Визначення параметрів НХ

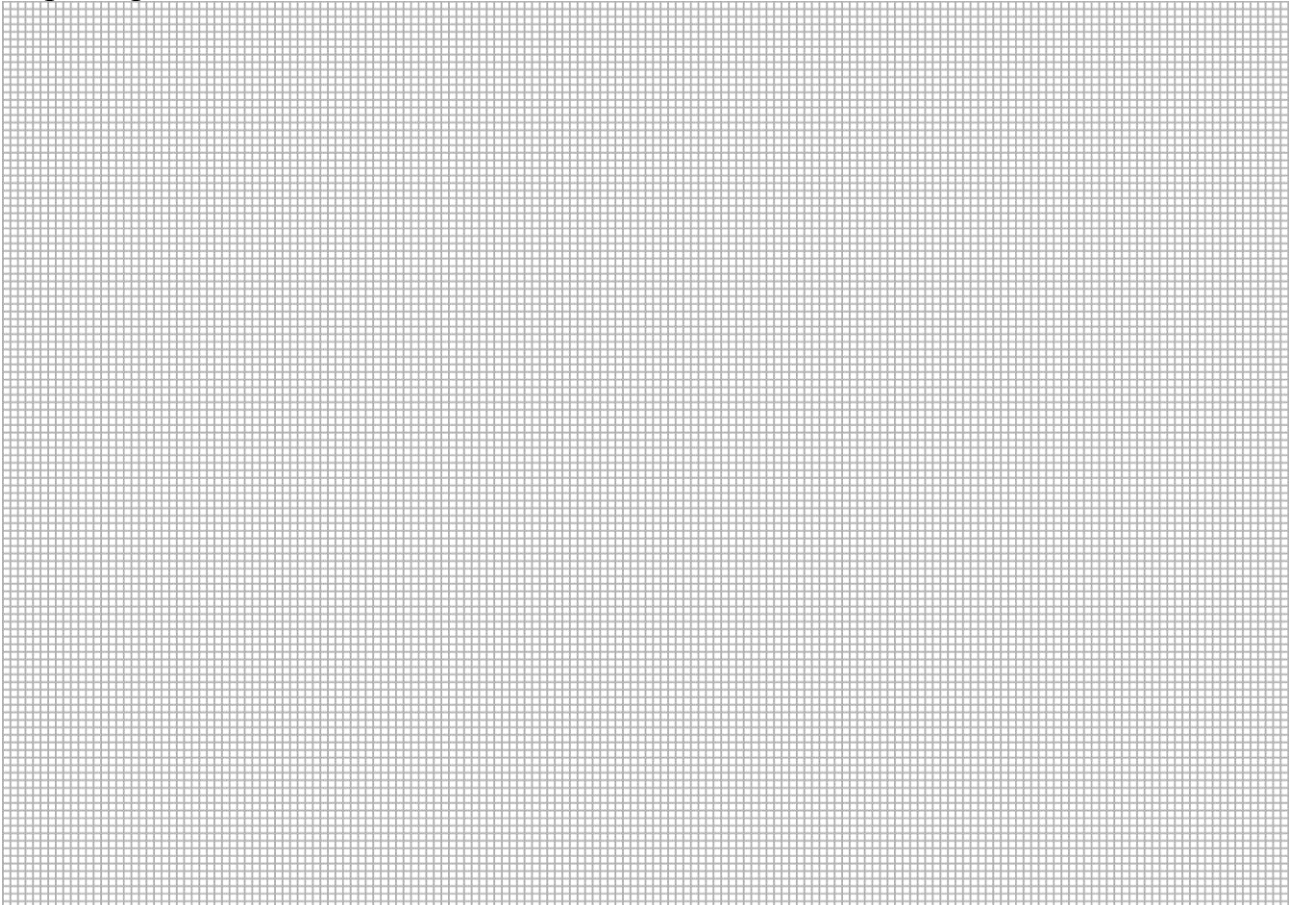
[illegible]

Лабораторна робота №3

Характеристики $p_{cm} + p_{mex} = f(U_0)$



Характеристики НХ



Лабораторна робота №3

Дослідження КЗ

Визначення параметрів КЗ

[illegible]

Характеристики КЗ

Лабораторна робота №3

Дослідження навантаження

Робочі характеристики асинхронного двигуна

[illegible]

Лабораторна робота №3

Робочі характеристики асинхронного двигуна

Висновки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Лабораторна робота №4

назва роботи

Виконав: _____

Перевірив: _____

Київ - _____

Лабораторна робота №4

Мета роботи

Програма роботи

Схема дослідження асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором

Лабораторна робота №4

Проведення роботи

Номінальні данні

Дослід неробочого ходу

№ п/п	U_A	U_B	U_C	I_A	I_B	I_C	P_A	P_B	P_C	Ціна поділки шкали		
	Поділки									C_u	C_i	C_w

Лабораторна робота №4

Дослідження навантаження

[illegible]This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Лабораторна робота №4

Опрацювання результатів дослідження

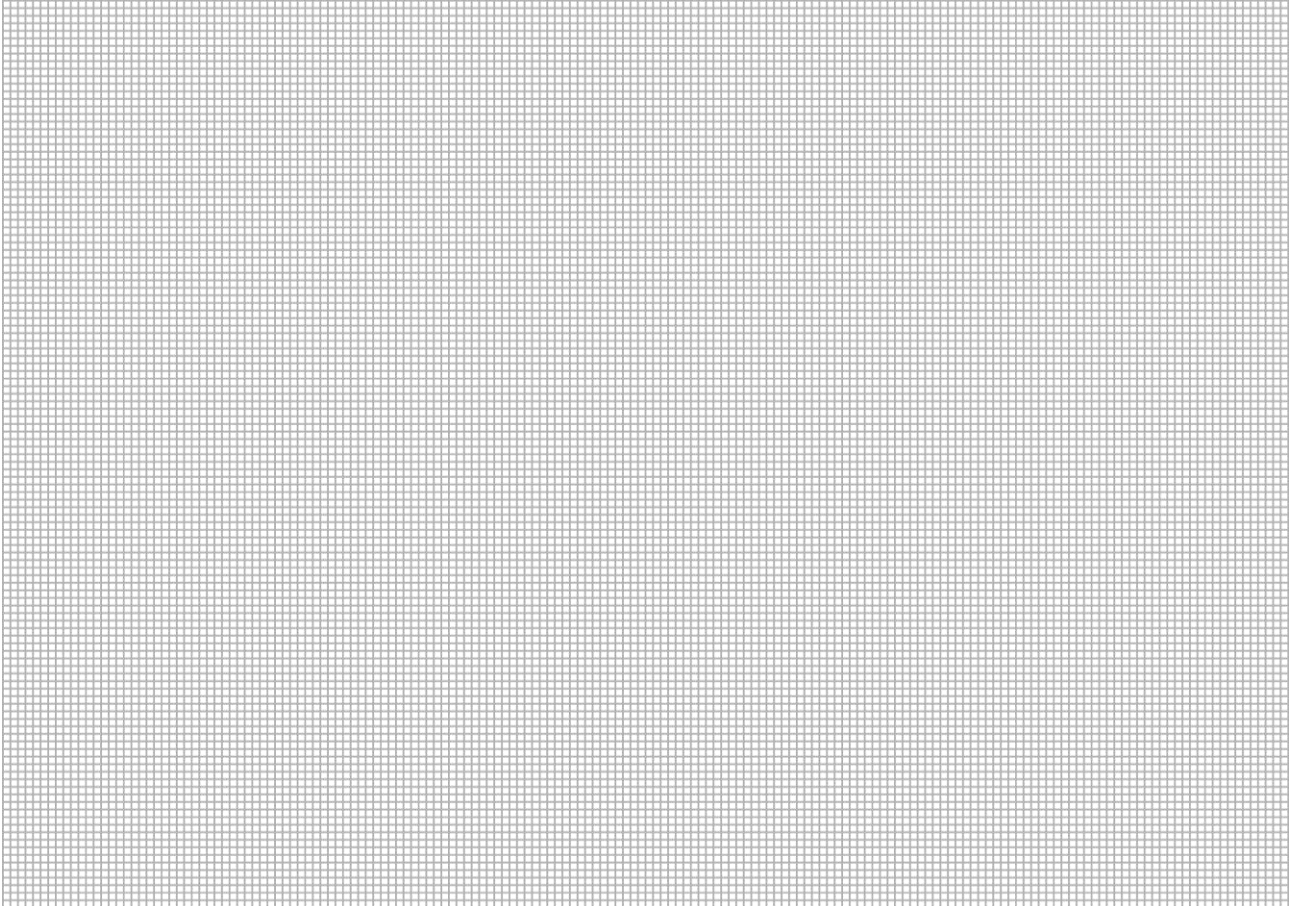
Дослідження НХ

Визначення параметрів НХ

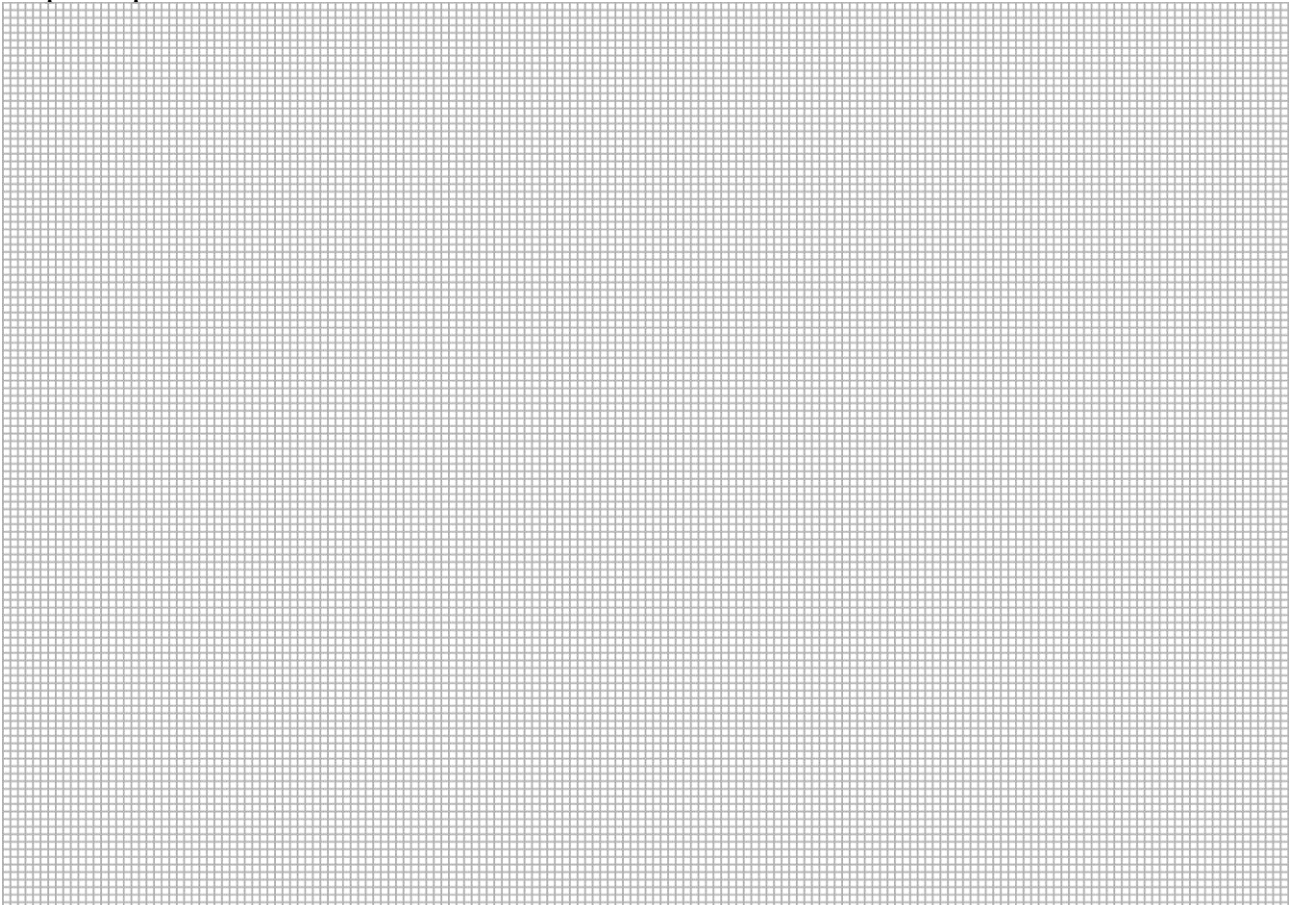
[illegible]

Лабораторна робота №4

Характеристики $p_{ct} + p_{mex} = f(U_0)$



Характеристики НХ



Лабораторна робота №4

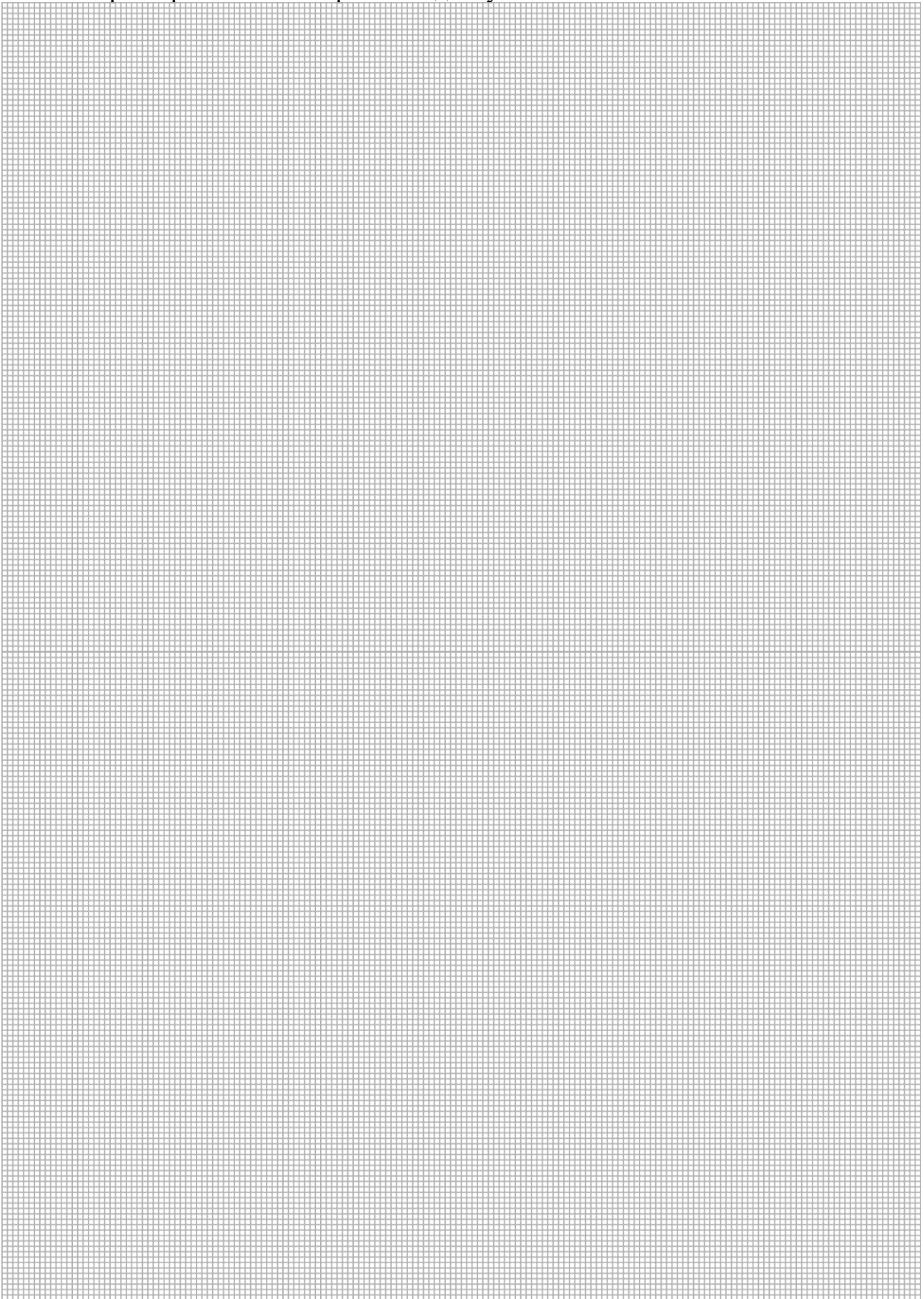
Дослідження навантаження

Робочі характеристики асинхронного двигуна

[illegible]

Лабораторна робота №4

Робочі характеристики асинхронного двигуна



Лабораторна робота №4

Висновки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Лабораторна робота №5

назва роботи

Виконав: _____

Перевірив: _____

Київ - _____

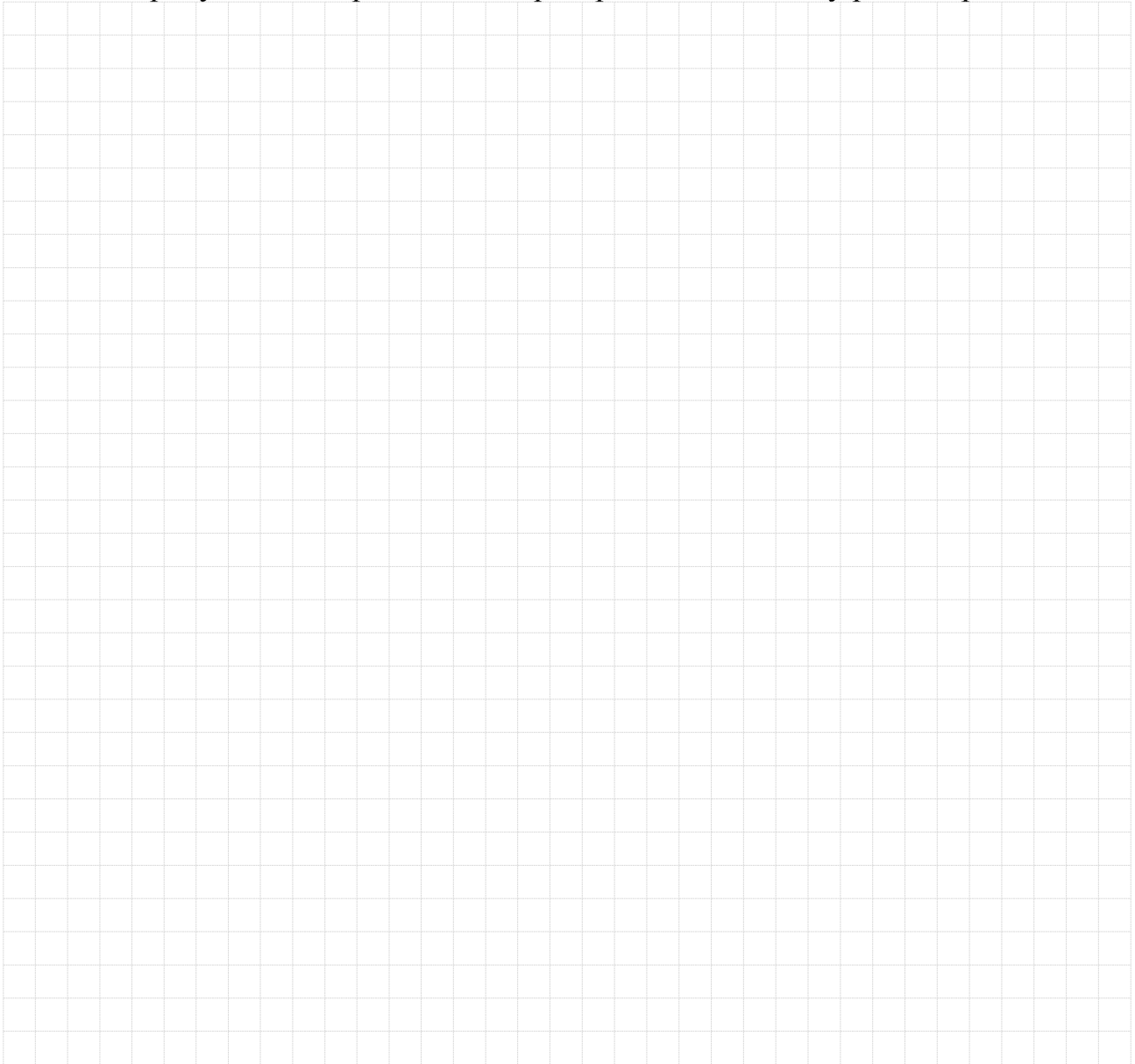
Лабораторна робота №5

Мета роботи

Програма роботи

Лабораторна робота №5

Схема випробувань синхронного генератора в автономному режимі роботи



Проведення роботи

Номінальні данні

Лабораторна робота №5

Характеристика неробочого ходу

№ п/п	Дослідні дані						Розрахункові дані			
	U_A	U_B	U_C	$I_{зб}$	C_U	C_I	$U_a(E_0) = \frac{\sum_{n=1}^3 U_n}{3}$	$I_{зб}$		
	поділок				ціна поділки шкали		B	в.о.	A	в.о.

Характеристика короткого замикання

№ п/п	Дослідні дані						Розрахункові дані			
	I_A	I_B	I_C	$I_{зб}$	C_{I_a}	$C_{I_{зб}}$	$I_a = \frac{\sum_{n=1}^3 I_n}{3}$	$I_{зб}$		
	поділок				ціна поділки шкали		A	в.о.	A	в.о.

Лабораторна робота №5

Зовнішні характеристики (при різних $\cos \varphi$)

№ п/п	Дослідні дані								Розрахункові дані			
	U_A	U_B	U_C	I_A	I_B	I_C	C_U	C_I	$U_a = \frac{\sum_{n=1}^3 U_n}{3}$	$I_a = \frac{\sum_{n=1}^3 I_n}{3}$		
	поділок						ціна поділки шкали		B	в.о.	A	в.о.
cos φ =												
cos φ =												

Лабораторна робота №5

Регулювальні характеристики (при різних $\cos \varphi$)

№ п/п	Дослідні дані						Розрахункові дані			
	$I_{3\phi}$	I_A	I_B	I_C	$C_{I_{3\phi}}$	C_{I_a}	$I_{3\phi}$		$I_a = \frac{\sum_{n=1}^3 I_n}{3}$	
	поділок				ціна поділки шкали		A	В.О.	A	В.О.
cos φ =										
cos φ =										

Лабораторна робота №5

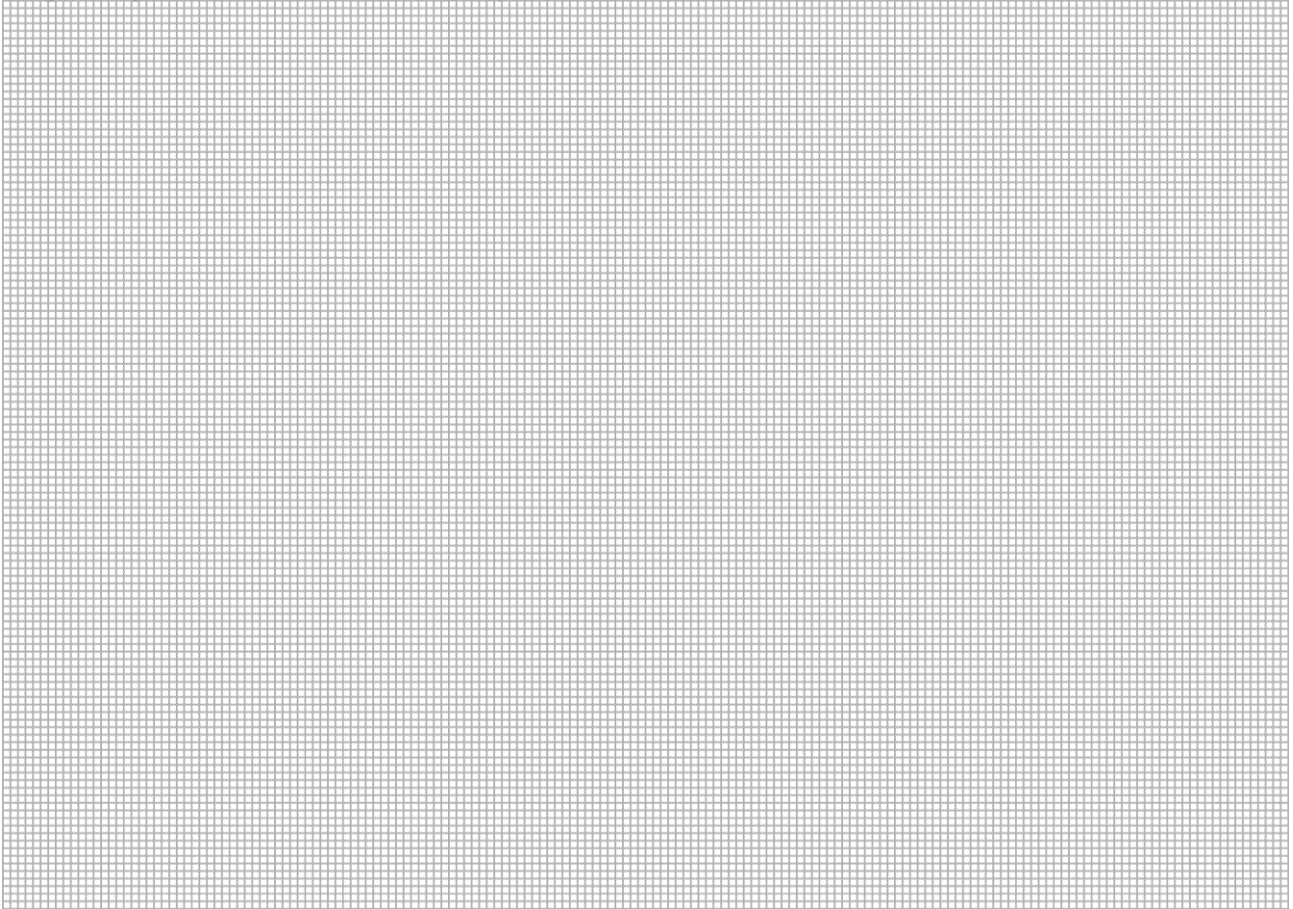
Індукційна навантажувальна характеристика

[illegible][illegible]

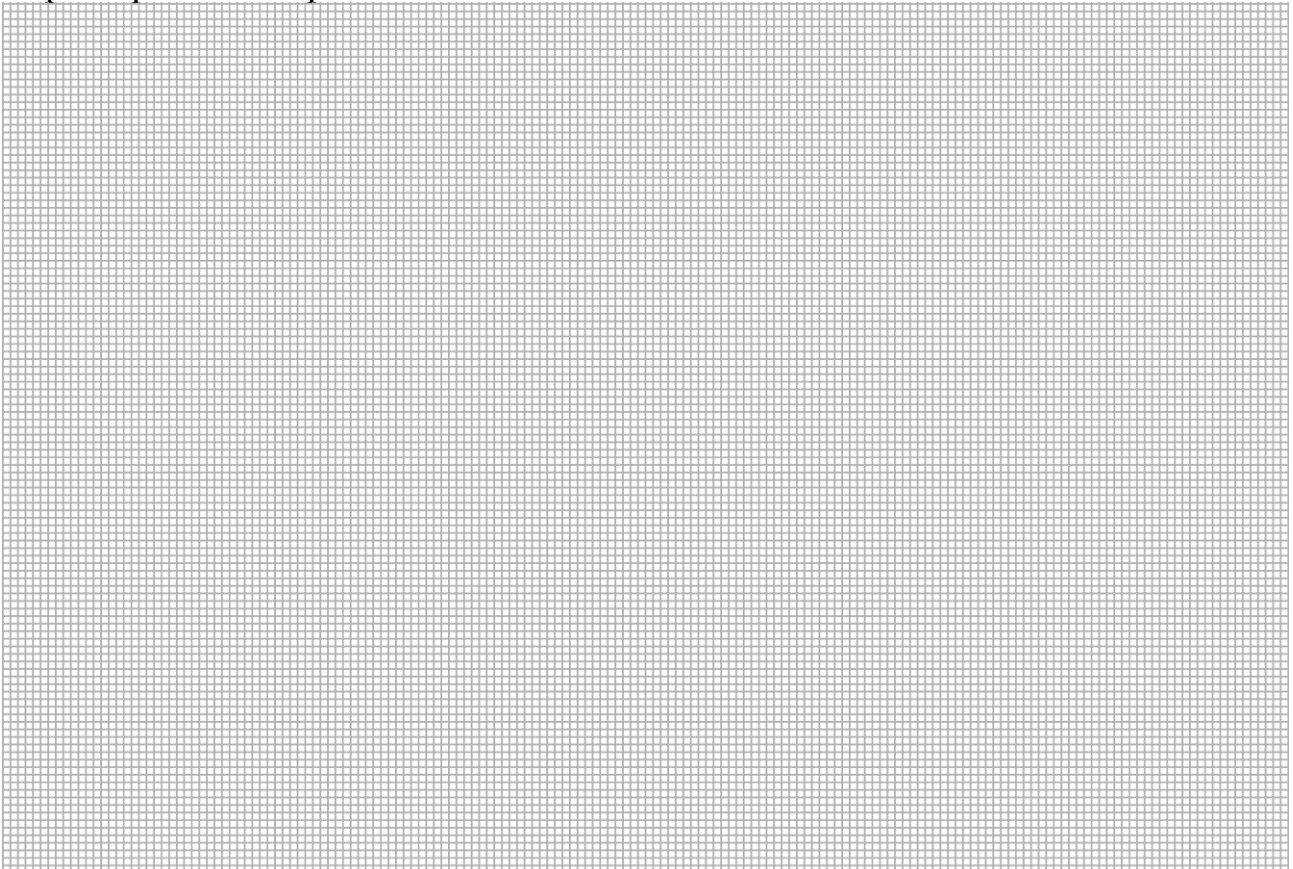
Лабораторна робота №5

Опрацювання результатів дослідження

Характеристики холостого ходу

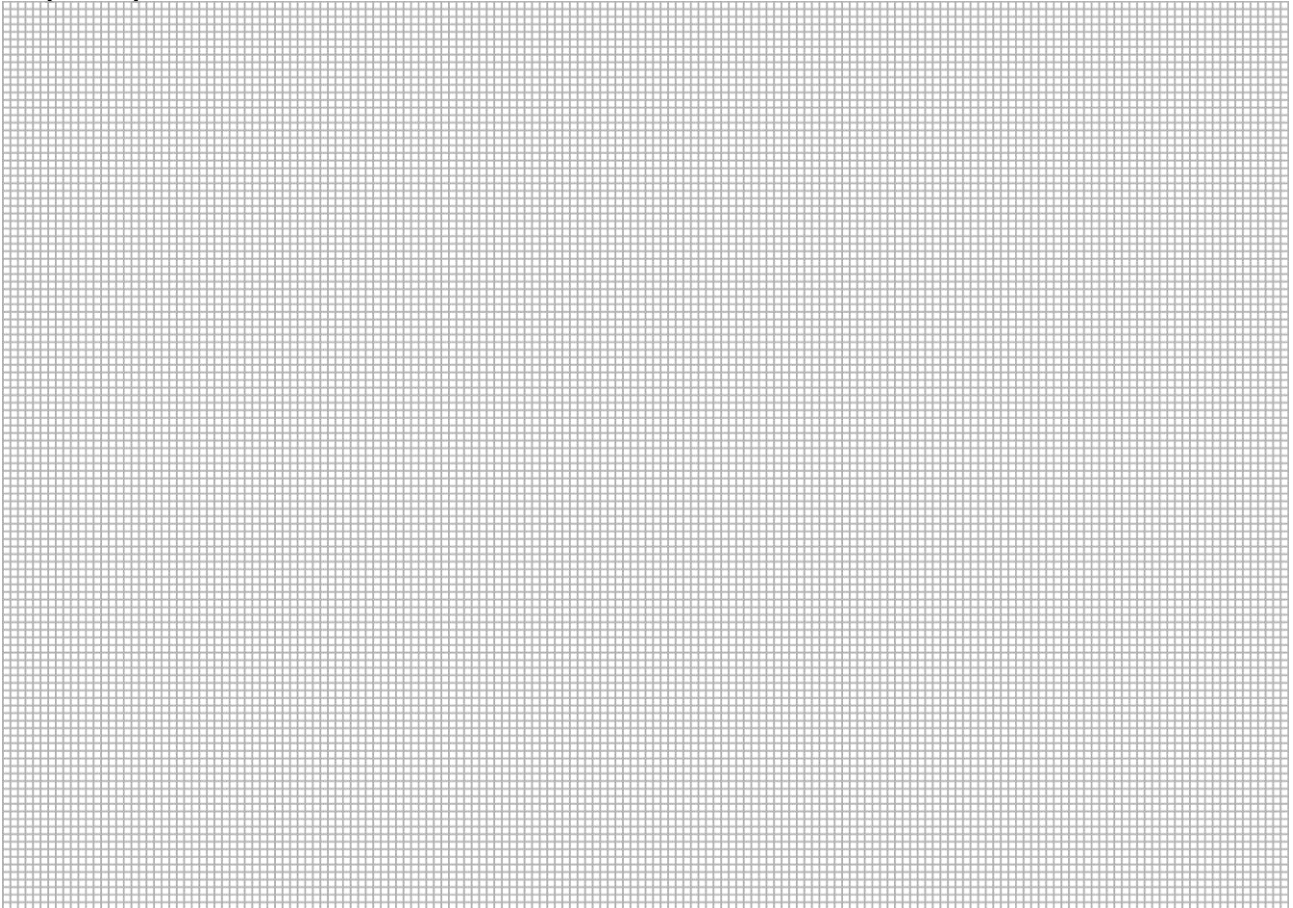


Характеристики короткого замикання

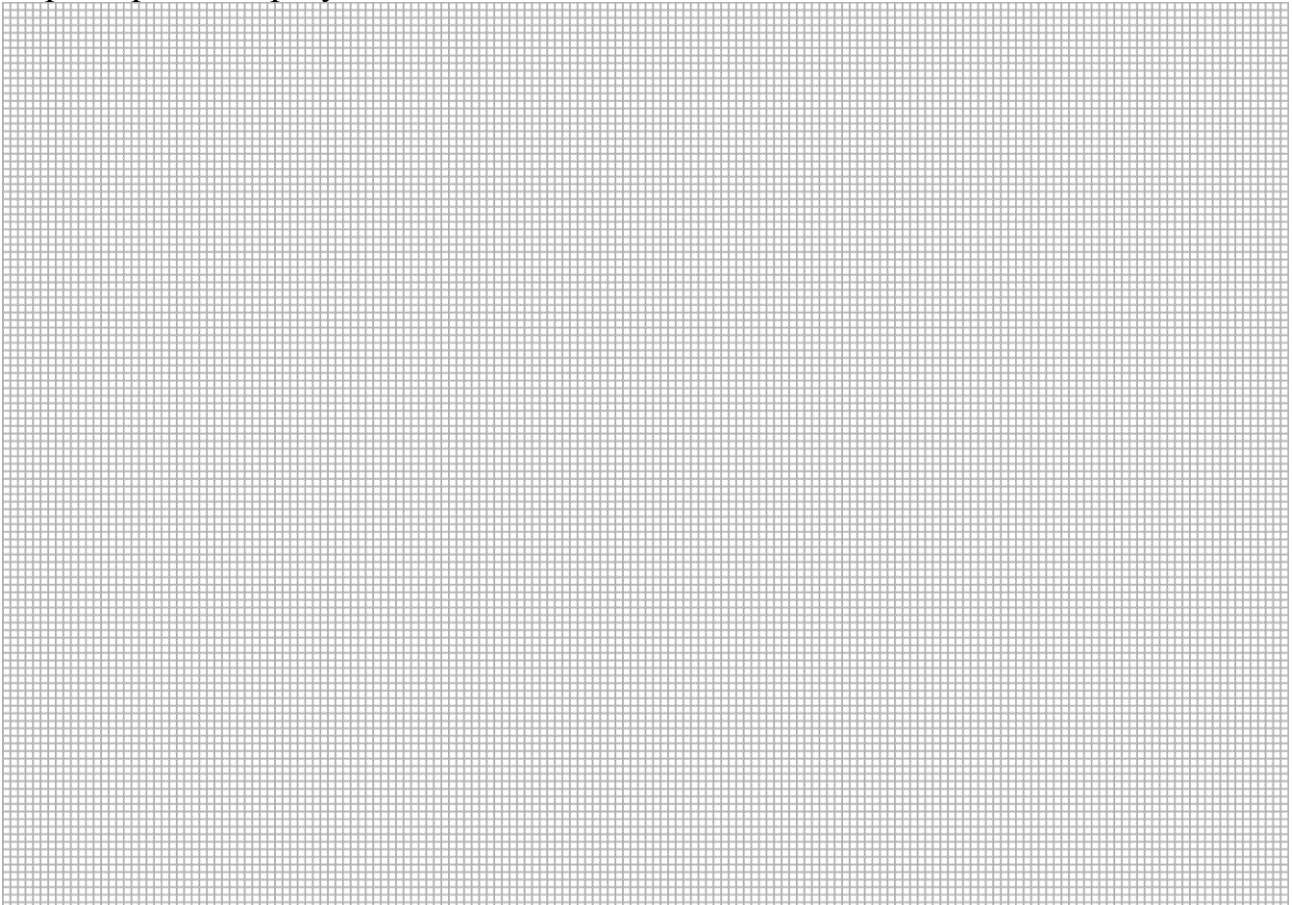


Лабораторна робота №5

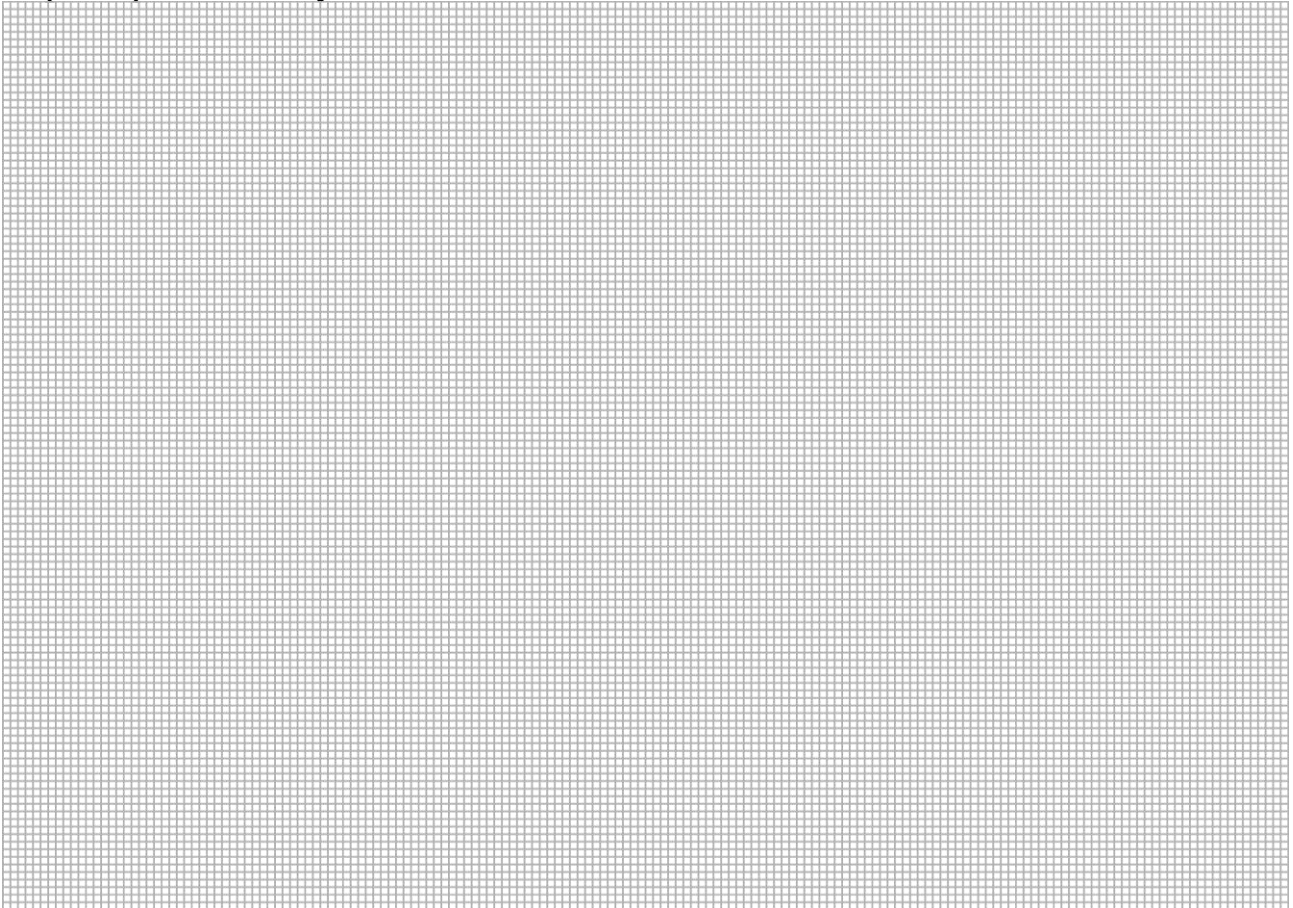
Характеристики зовнішні



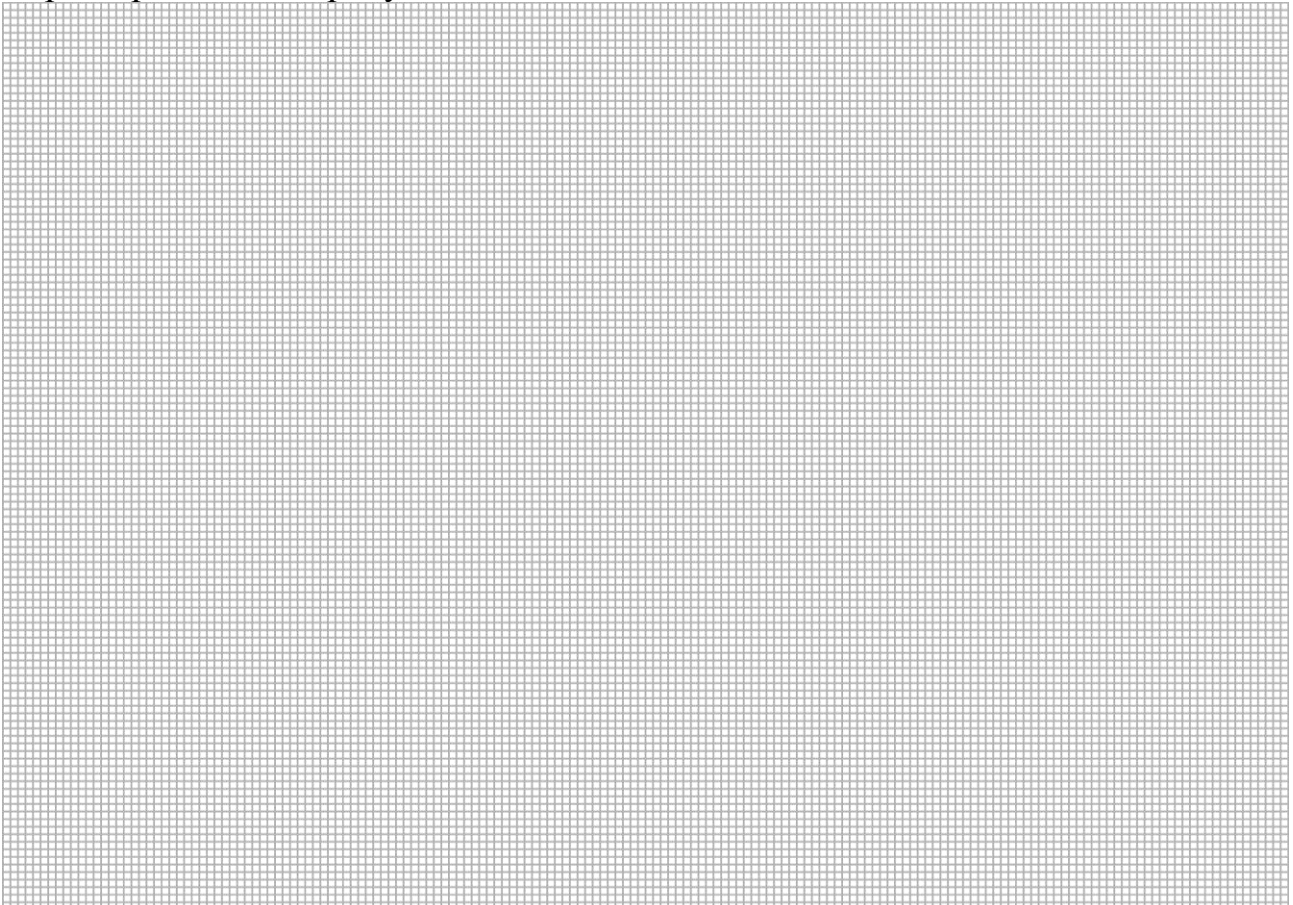
Характеристики регулювальні



Характеристика індукційна



Характеристичний трикутник



Лабораторна робота №5

Висновки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Лабораторна робота №6

назва роботи

Виконав: _____

Перевірив: _____

Київ - _____

Лабораторна робота №6

Мета роботи

Програма роботи

Схема випробувань синхронного трифазного двигуна

Лабораторна робота №6

Проведення роботи

Номінальні данні

V-подібні характеристики

[illegible]

Лабораторна робота №6

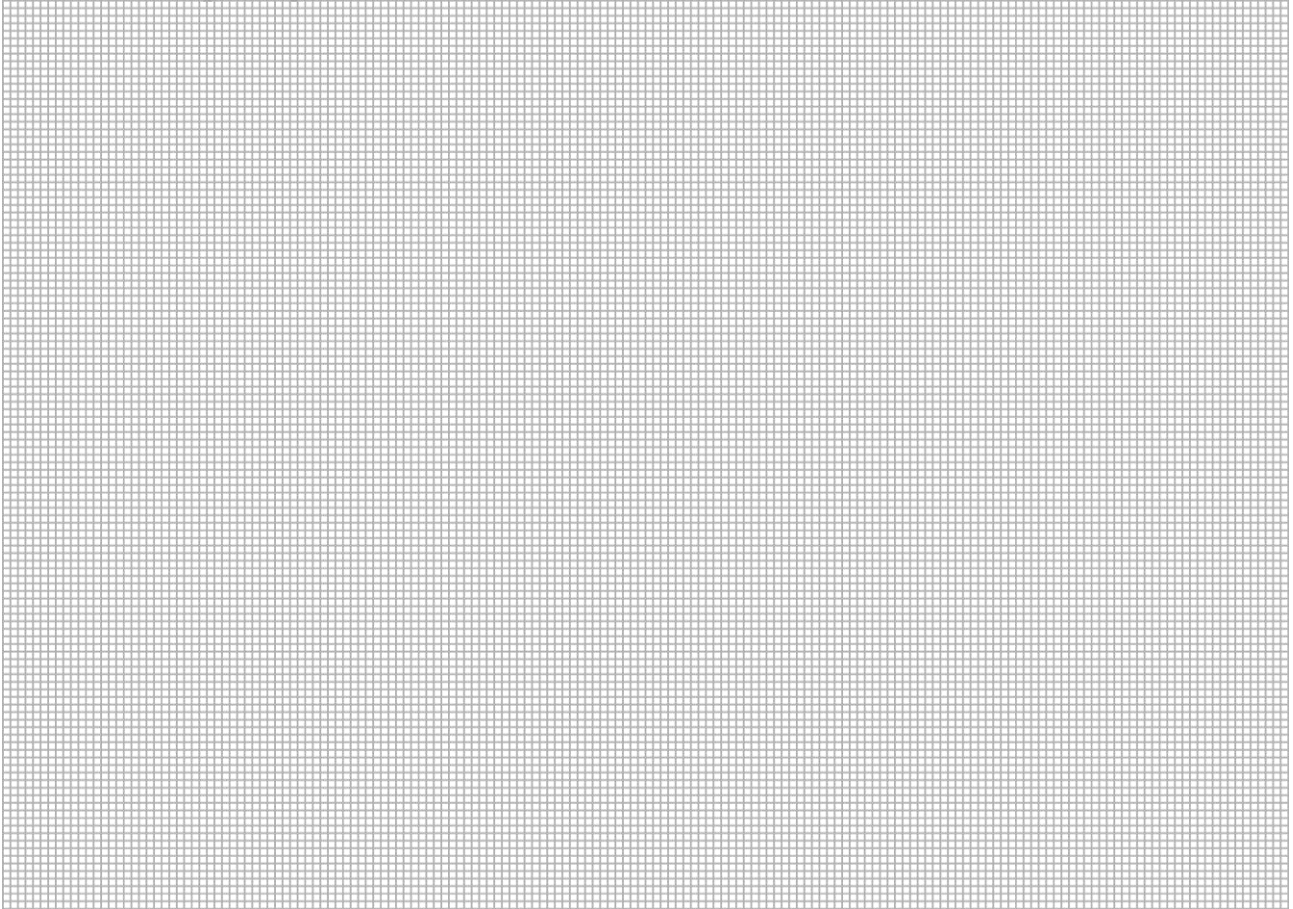
Робочі характеристики

[illegible]This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

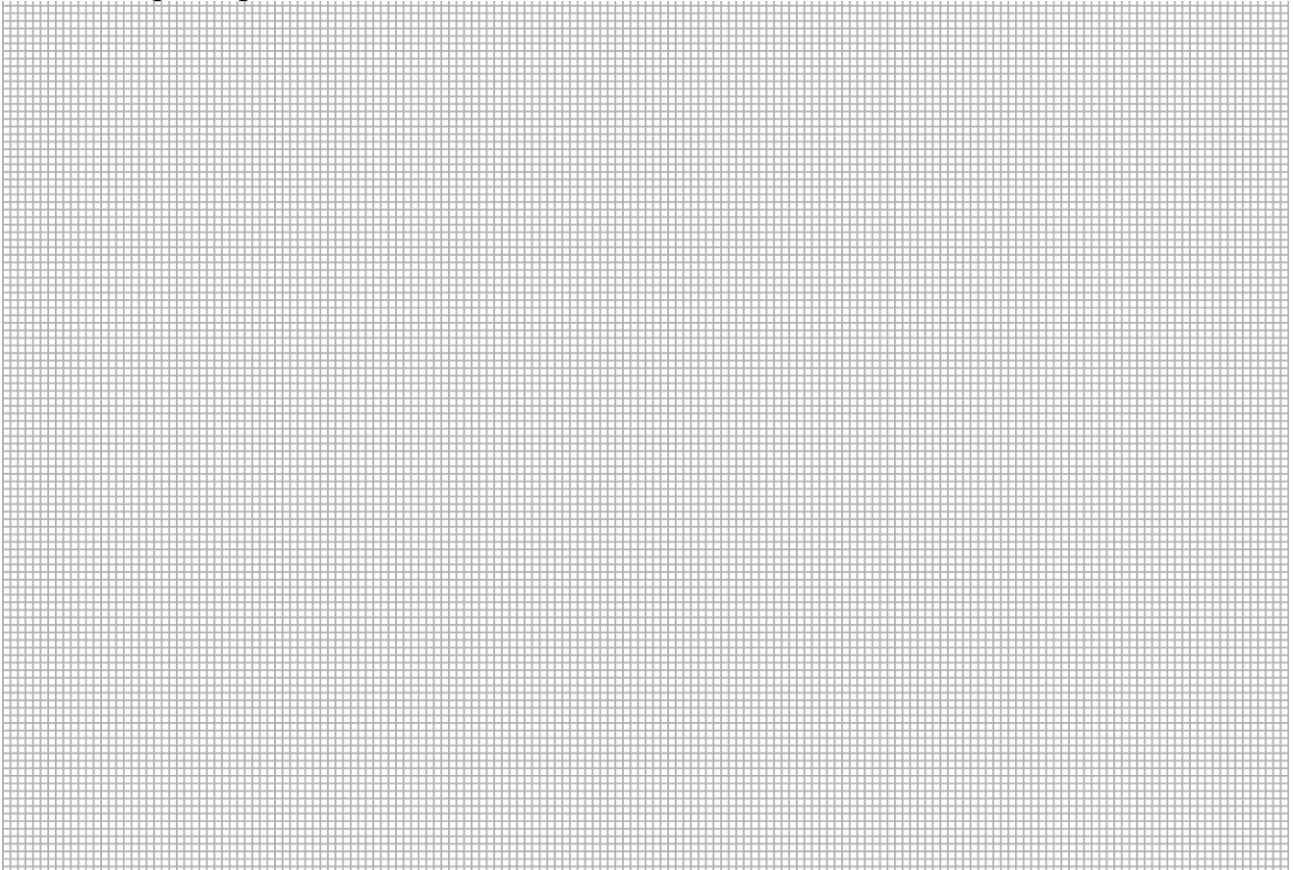
Лабораторна робота №6

Опрацювання результатів дослідження

V-подібні характеристики



Робочі характеристики



Лабораторна робота №6

Висновки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Лабораторна робота №7

назва роботи

Виконав: _____

Перевірив: _____

Київ - _____

Лабораторна робота №7

Мета роботи

Програма роботи

Схема випробувань генератора з незалежним збудженням

Лабораторна робота №7

Проведення роботи

Номінальні данні

Характеристика неробочого ходу

№ п/п	Дослідні дані				Розрахункові дані			
	E_{a0}	$I_{зб}$	C_U	C_I	E_{a0}	$I_{зб}$		
	поділок		ціна поділки шкали		B	в.о.	A	в.о.

Характеристика короткого замикання

№ п/п	Дослідні дані				Розрахункові дані			
	$I_{a.к}$	$I_{зб}$	C_{I_a}	$C_{I_{зб}}$	$I_{a.к}$	$I_{зб}$		
	поділок		ціна поділки шкали		A	в.о.	A	в.о.

Лабораторна робота №7

Зовнішня характеристика на пониження напруги

№ п/п	Дослідні дані				Розрахункові дані			
	U_a	I_a	C_U	C_I	U_a	I_a		
	поділок		ціна поділки шкали		B	в.о.	A	в.о.

Зовнішня характеристика на підвищення напруги

№ п/п	Дослідні дані				Розрахункові дані			
	U_a	I_a	C_U	C_I	U_a	I_a		
	поділок		ціна поділки шкали		B	в.о.	A	в.о.

Лабораторна робота №7

Регулювальна характеристика

№ п/п	Дослідні дані				Розрахункові дані			
	$I_{зб}$	I_a	$C_{I_{зб}}$	C_{I_a}	$I_{зб}$		I_a	
	поділок		ціна поділки шкали		A	в.о.	A	в.о.

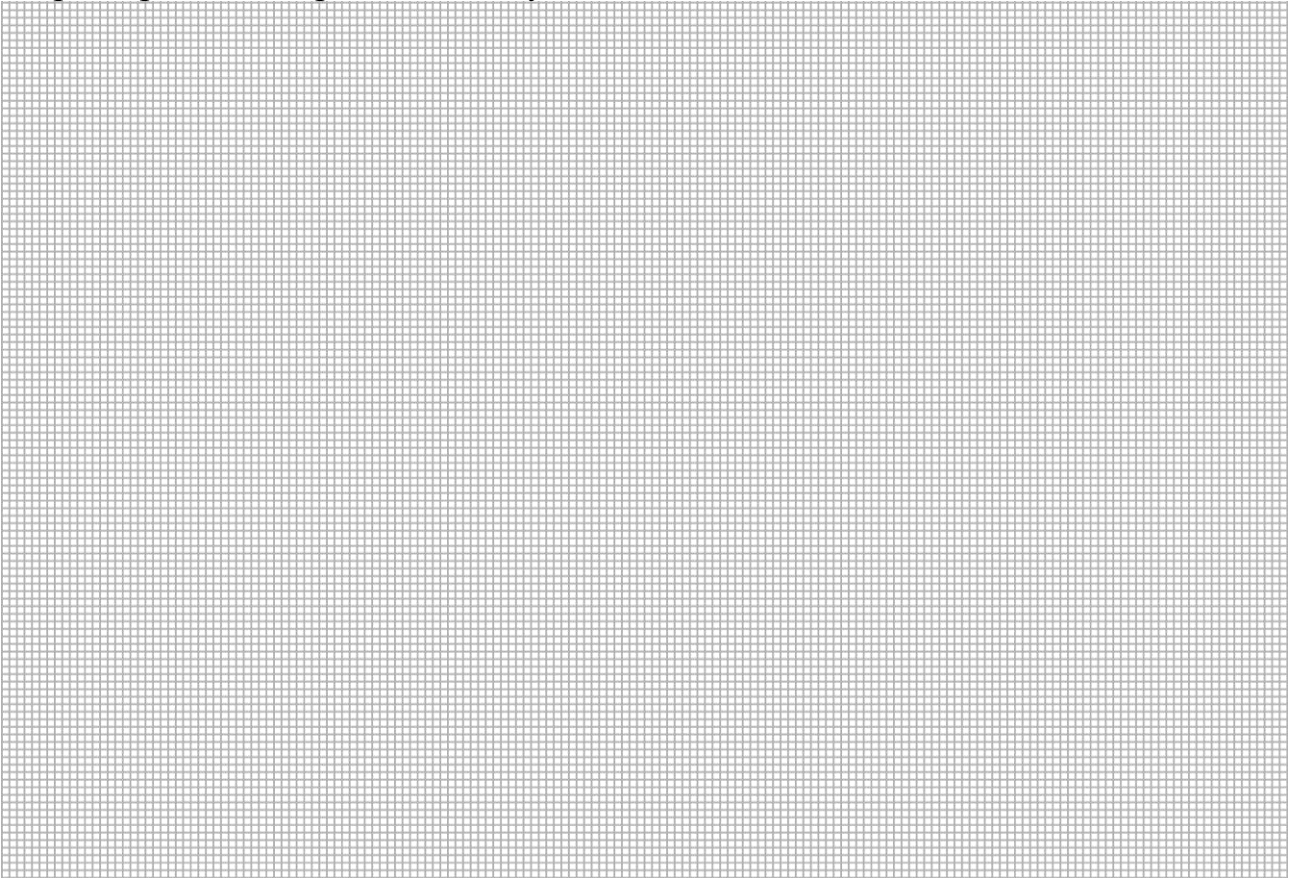
Навантажувальна характеристика

№ п/п	Дослідні дані				Розрахункові дані			
	U_a	$I_{зб}$	C_U	C_I	U_a		$I_{зб}$	
	поділок		ціна поділки шкали		B	в.о.	A	в.о.

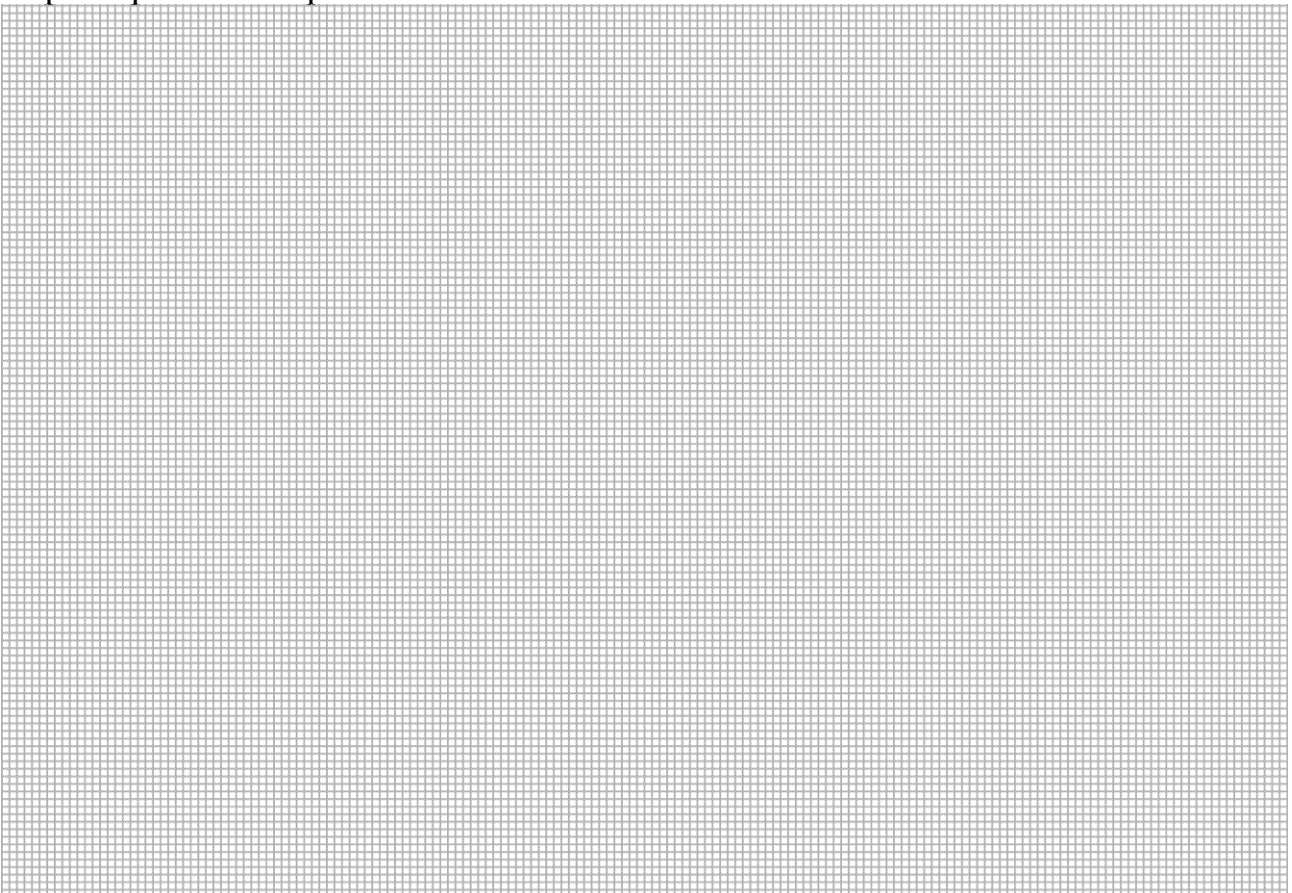
Лабораторна робота №7

Опрацювання результатів дослідження

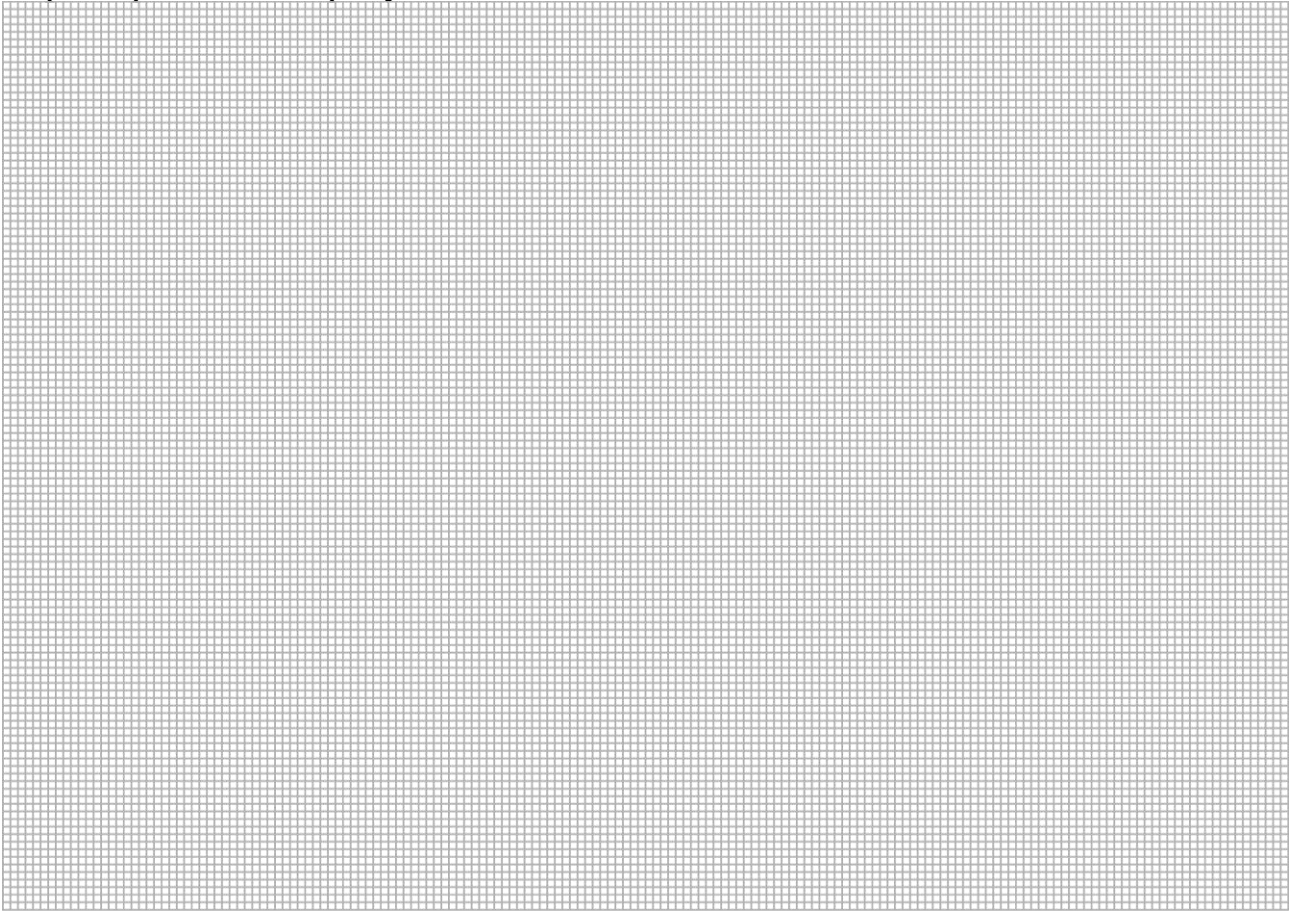
Характеристики неробочого ходу



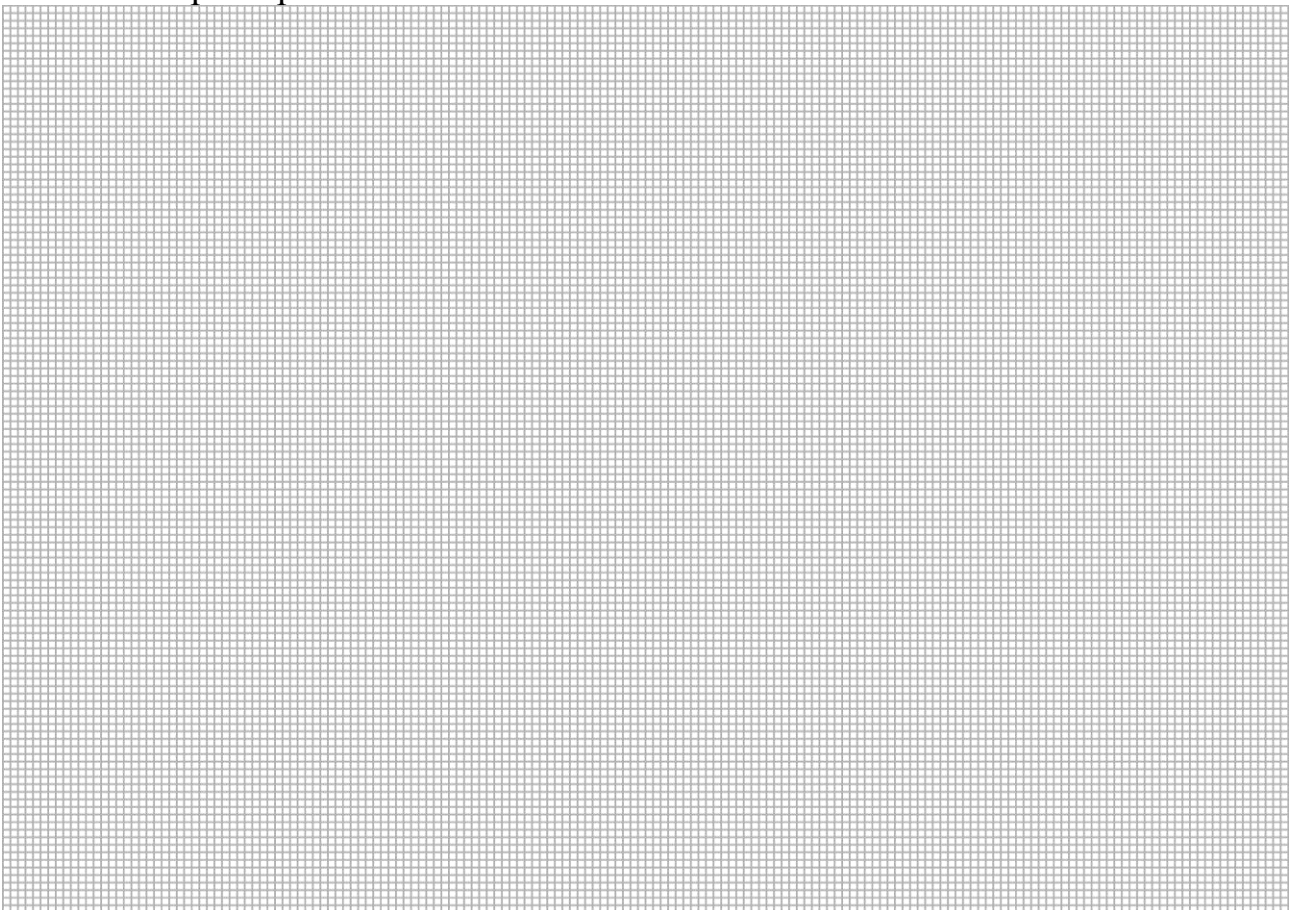
Характеристики короткого замикання



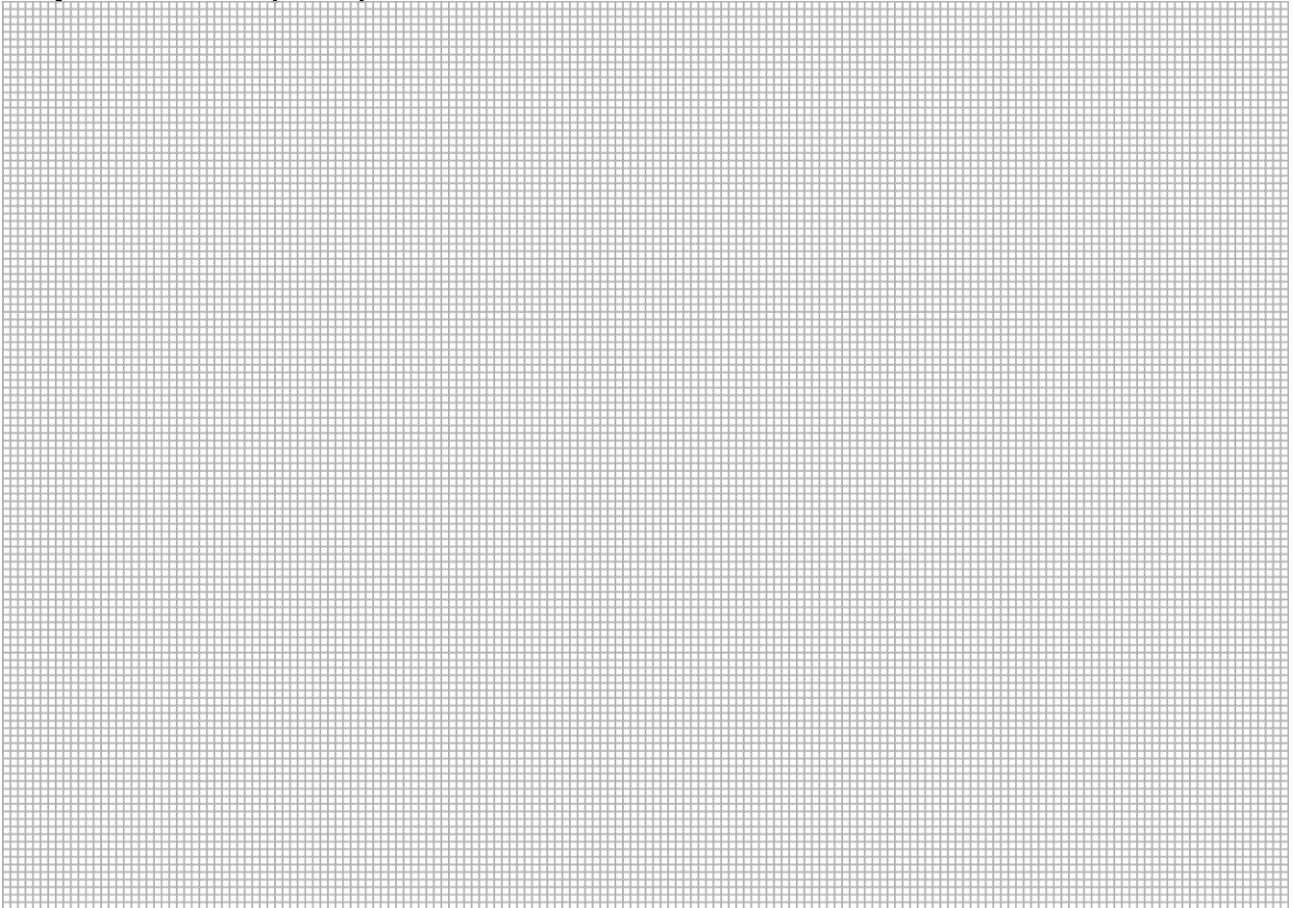
Характеристичний трикутник



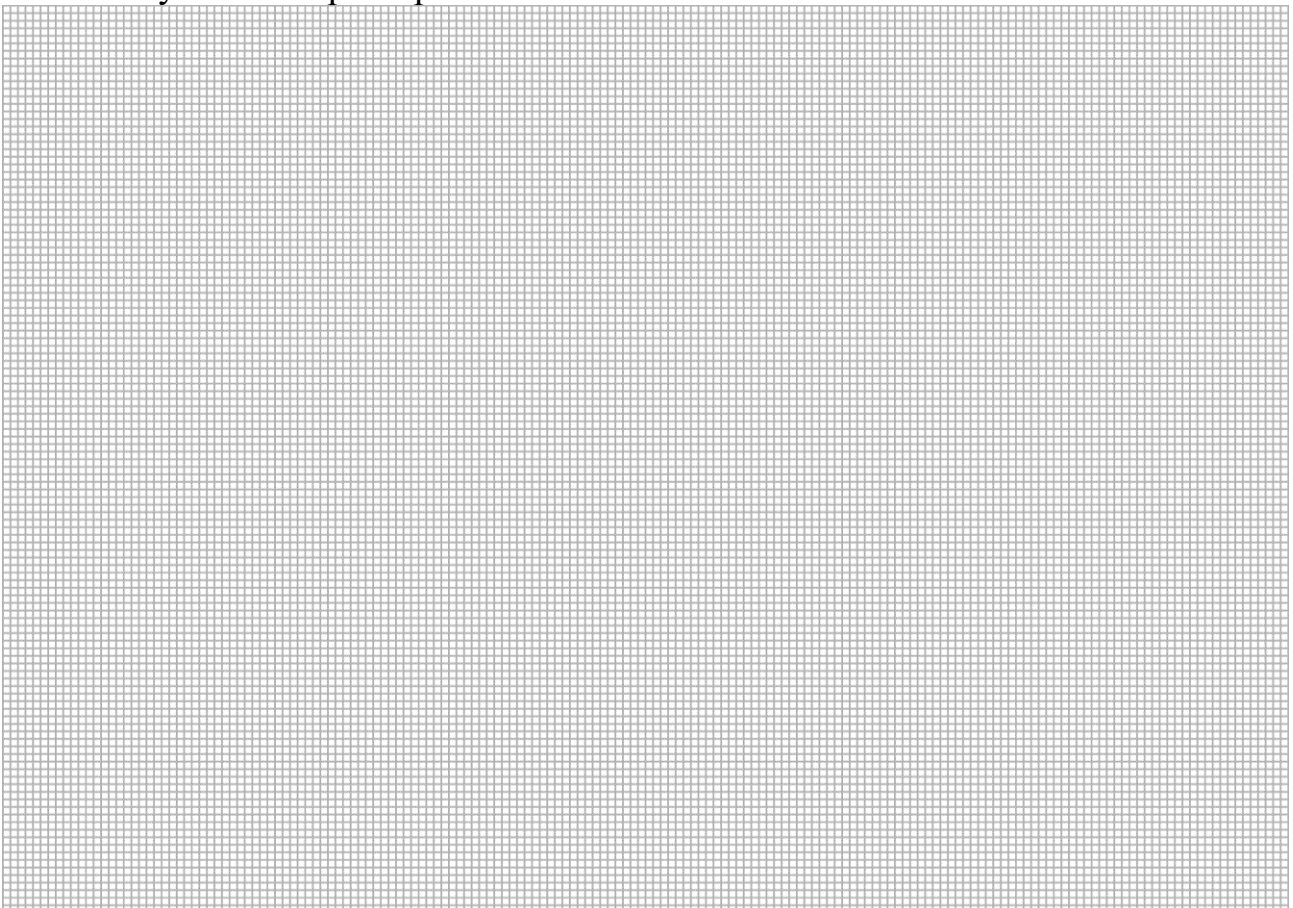
Зовнішні характеристики



Регулювальна характеристика



Навантажувальна характеристика



Лабораторна робота №7

Висновки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Лабораторна робота №8

назва роботи

Виконав: _____

Перевірив: _____

Київ - _____

Лабораторна робота №8

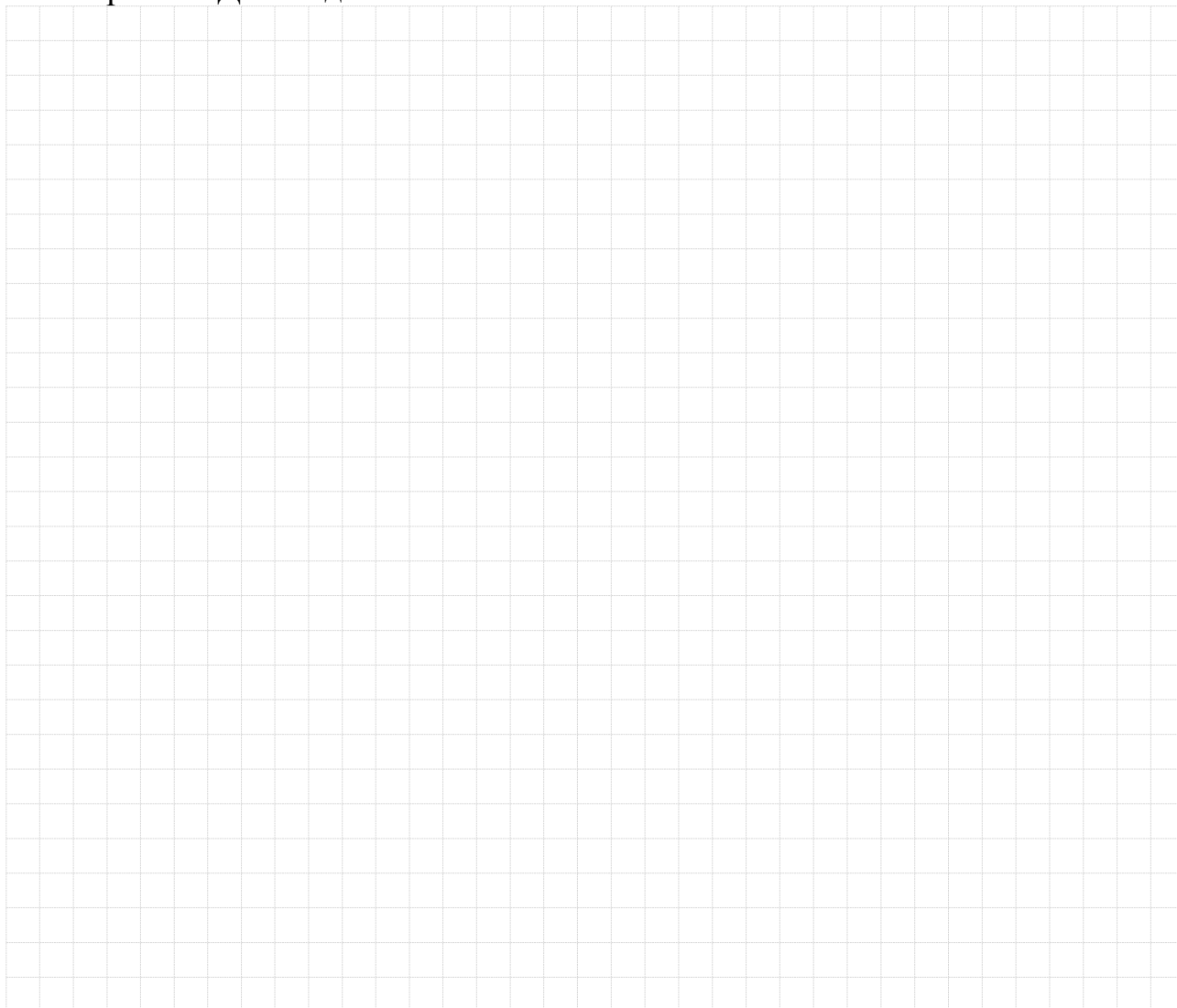
Мета роботи

Програма роботи

Схема випробування ДПС в режимі неробочого ходу

Лабораторна робота №8

Схема роботи ДПС під навантаженням



Проведення роботи

Номінальні данні

Лабораторна робота №8

Характеристика неробочого ходу

№ п/п	Дослідні дані							Розрахункові дані		
	E_{a0}	$I_{зб}$	I_a	C_U	$C_{I_{зб}}$	C_{I_a}	n	E_{a0}	$I_{зб}$	I_a
	поділок			ціна поділки шкали			об/хв	B	A	A

Регулювальна характеристика ДПС

Струм збудження $I_{зб}$, A						
Швидкість обертання n , об/хв						

Лабораторна робота №8

Робочі характеристики по схемі паралельного збудження

№ п/п	Дослідні дані							Розрахункові дані		
	U_a	I_a	$I_{зб}$	C_U	C_{I_a}	$C_{I_{зб}}$	n	U_a	I_a	$I_{зб}$
	поділок			ціна поділки шкали			об/хв	B	A	A

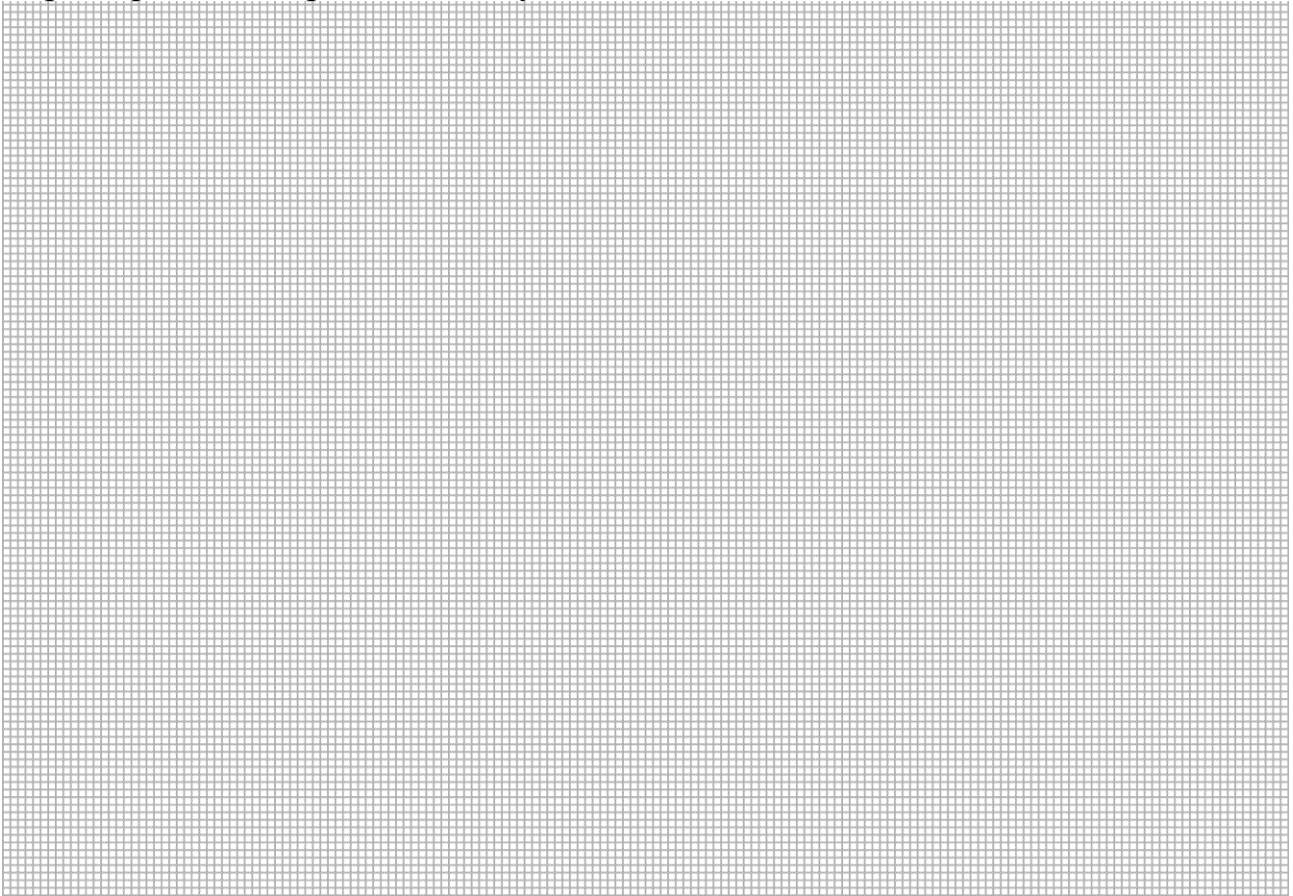
Робочі характеристики по схемі змішаного збудження при узгодженому вмиканні обмоток

№ п/п	Дослідні дані							Розрахункові дані		
	U_a	I_a	$I_{зб}$	C_U	C_{I_a}	$C_{I_{зб}}$	n	U_a	I_a	$I_{зб}$
	поділок			ціна поділки шкали			об/хв	B	A	A

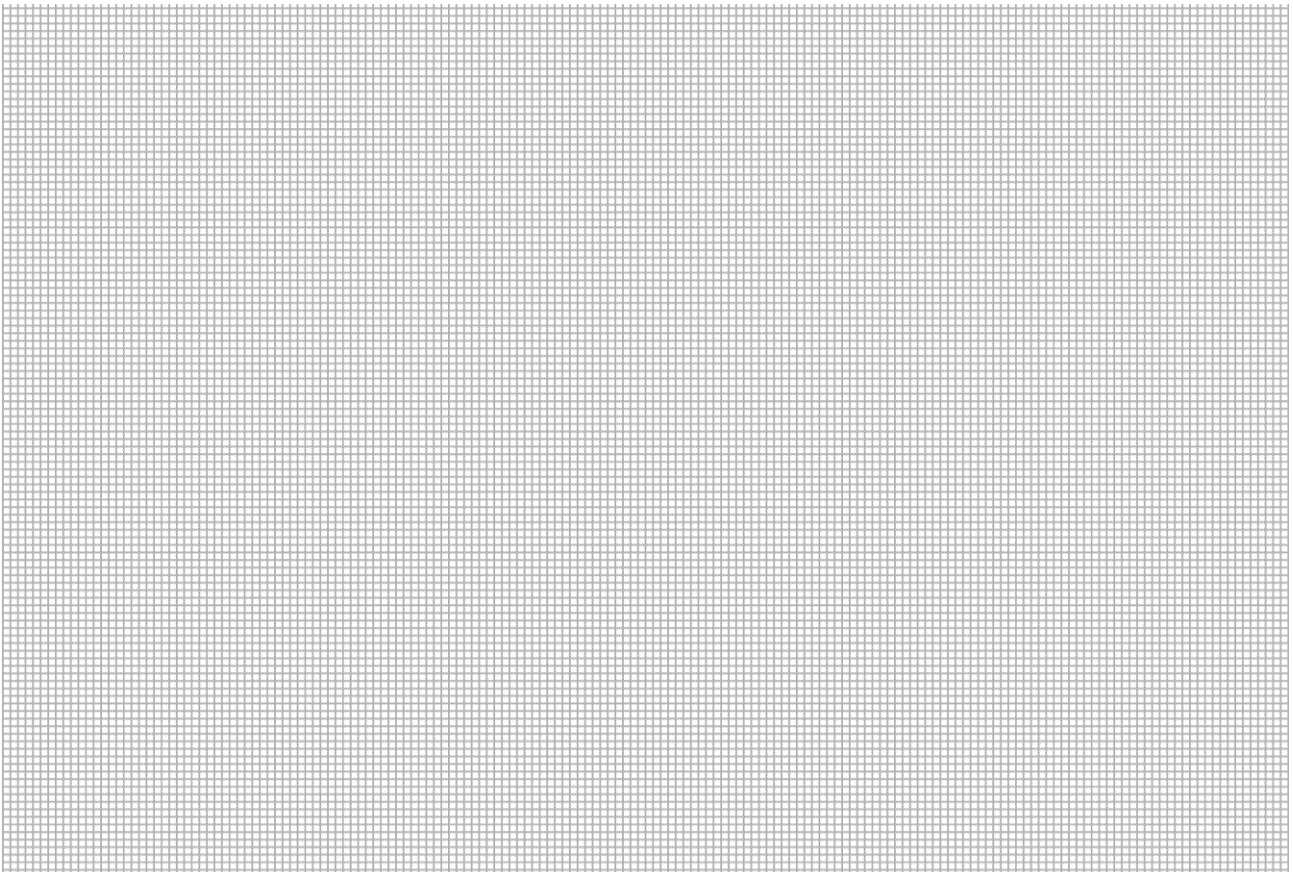
Лабораторна робота №8

Опрацювання результатів дослідження

Характеристики неробочого ходу



Залежність $P_{a0} = f(E_{a0}^2)$



Лабораторна робота №8

Залежність $p_{mex} = f(n)$

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Лабораторна робота №8

Робочі характеристики

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Лабораторна робота №8

Висновки