

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

(назва факультету)

КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ І ФІЗИКИ

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
першого (бакалаврського) рівня освіти
(рівень вищої освіти)

на тему Розробка віртуальної лабораторної роботи з моделювання та дослідження однофазних кіл несинусоїдального струму

Виконав:	студент 4 курсу, групи <u>4ЕЛ</u>
спеціальності	<u>141. Електроенергетика,</u> <u>електротехніка</u> та <u>електромеханіка</u> (код і назва спеціальності)
освітньо- професійної програми	<u>Електротехніка,</u> <u>та електротехнології</u> (назва ОПП)
	<u>Яценко Ф.О.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Степанчиков Д.М.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Мешков Ю.Є.</u> (прізвище та ініціали)

Хмельницький - 2024 р.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: “Розробка віртуальної лабораторної роботи з моделювання та дослідження однофазних кіл несинусоїдального струму” включає в собі пояснювальну записку. Пояснювальна записка містить 77 сторінок формату А4, 24 рисунки, 8 таблиць, 20 використаних джерел, 11 слайдів електронної презентації, 2 додатка.

Ключові слова: несинусоїдальний струм, однофазні кола, гармонічний ряд Фур’є, віртуальна лабораторна робота.

Об’єктом дослідження є процеси протікання несинусоїдального електричного струму в однофазних колах, їх параметри та характеристики.

Мета роботи: розробка методики виконання та комп’ютерної реалізації віртуальної лабораторної роботи з моделювання та дослідження однофазних кіл несинусоїдального струму, створення індивідуальних завдань для дистанційного навчання.

Результатом роботи є розроблені комп’ютерна імітаційна модель та методика дослідження однофазних кіл несинусоїдального струму.

В роботі проаналізовано загальні відомості про однофазні електричні кола несинусоїдального струму, розглянуто їх характеристики, способи представлення періодичних несинусоїдальних сигналів. Створена комп’ютерна віртуальна лабораторна робота для комплексного лабораторного дослідження, розроблена методика у вигляді відповідних електронних файлів з описом завдань, списком індивідуальних завдань за варіантами, порядком проведення дослідження та формою звітності. Розглянуто питання виробничої санітарії, гігієни праці та техніки безпеки при роботі на сучасних обчислювальних машинах. Наведено опис порядку атестації робочих місць на підприємстві, в організації чи установі. Проведено технічний розрахунок освітлення виробничого приміщення.

ЗМІСТ

	стор.
Скорочення та умовні позначки	5
Вступ	6
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА	8
1.1 Теоретичні відомості про моделювання електротехнічних систем	8
1.1.1 Основні поняття теорії моделювання	8
1.1.2 Задачі моделювання	9
1.1.3 Класифікація видів моделей електротехнічних систем	10
1.1.4 Основні етапи моделювання електротехнічних систем	13
1.1.5 Способи і форми математичного опису електротехнічних систем	15
1.2 Програмні засоби моделювання в електротехніці	15
1.2.1 Опис системи комп'ютерної математики Maple	15
1.2.2 Загальний опис програмного пакету MATLAB	17
1.2.3 Загальний опис програмного пакету Electronics Workbench	20
1.3 Причини виникнення несинусоїдальних електричних характеристик	22
1.4 Висновки до оглядової частини	24
2. МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА	26
2.1 Методика подання періодичних несинусоїдальних функцій	26
2.1.1 Тригонометричний ряд Фур'є	26
2.1.2 Ряд Фур'є в комплексній формі	30
2.1.3 Графоаналітичний метод подання	31

2.2	Методика визначення головних характеристик та параметрів однофазних кіл несинусоїдального струму	31
2.2.1	Діючі і середні значення періодичних несинусоїдальних струмів і напруг	31
2.2.2	Потужності в колах несинусоїдального струму	33
2.2.3	Коефіцієнти, що характеризують періодичні несинусоїдальні струми та напруги	35
2.3	Способи опису періодичних несинусоїдальних функцій у системі комп'ютерної математики Maple	36
2.4	Висновки до методичної частини	39
3	ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА	41
3.1	Реалізація лабораторного дослідження у системі комп'ютерної математики Maple	41
3.1.1	Формулювання мети та змісту завдання дослідження	41
3.1.2	Приклад проведення дослідження	42
3.1.3	Дослідження впливу індуктивних та ємнісних елементів на форму кривої струму та напруги	51
3.2	Аналіз однофазних лінійних кіл несинусоїдального струму у пакеті Electronics Workbench	55
3.2.1	Складання електричної схеми та завдання вхідної напруги	55
3.2.2	Проведення вимірювань струму та напруги	57
3.3	Висновки до дослідницької частини	59
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	61
4.1	Загальна характеристика робочого місця	61
4.2	Опис порядку атестації робочих місць на підприємстві, в організації чи установі	65
4.3	Розрахунок освітленості робочого приміщення	68
4.4	Висновки до охорони праці	71

ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75
ДОДАТОК А Форми несинусоїдальної періодичної напруги	78
ДОДАТОК Б Апробація результатів дослідження	81

ВСТУП

У зв'язку з розвитком інформаційних технологій виникла потреба знайомити студентів із професійними комп'ютерними програмами вже на молодших курсах. Комп'ютерне моделювання в даний час перетворилося на одну з методологічних засад дослідження складних електротехнічних систем. У зв'язку з цим вивчення методів та проведення математичного моделювання електромеханічних систем є важливою ланкою в підготовці інженерів електромеханіків.

При створенні сучасних складних пристроїв багато часу приділяється процесу проектування. При цьому повинні дотримуватися високої точності та надійності розрахунків. Теоретичний підхід займає багато часу, експериментальний – матеріальних витрат. В цій зв'язку застосування моделювання дозволяє значною мірою покращити процес розробки та дослідження електротехнічних систем.

Тому **метою роботи** є розробка методики виконання та комп'ютерної реалізації віртуальної лабораторної роботи з моделювання та дослідження однофазних кіл несинусоїдального струму, створення індивідуальних завдань для дистанційного навчання.

Об'єкт дослідження: процеси протікання несинусоїдального електричного струму в однофазних колах, їх параметри та характеристики.

Предмет дослідження: методика моделювання та дослідження однофазних кіл несинусоїдального струму за допомогою сучасних систем комп'ютерної математики.

Для досягнення мети роботи необхідно вирішити наступні **завдання**:

1. Провести огляд програмних засобів для моделювання в електроенергетиці та електротехніці;
2. Проаналізувати причини виникнення несинусоїдальних електричних характеристик у колах змінного струму.

3. Розробити методику подання періодичних несинусоїдальних функцій з використанням гармонійного ряду Фур'є у тригонометричній формі та системи комп'ютерної математики Maple.

4. Розробити методику визначення головних характеристик та параметрів однофазних кіл несинусоїдального струму:

- діючих і середніх значень періодичних несинусоїдальних струмів і напруг;
- потужності в колах несинусоїдального струму;
- коефіцієнтів, що характеризують періодичні несинусоїдальні струми та напруги;

5. Створити індивідуальні завдання для проведення віртуальної лабораторної роботи з дослідження, розрахунку та аналізу лінійних однофазних кіл несинусоїдального струму.

6. Розробити методику виконання віртуальної лабораторної роботи та провести дослідження характеристик електричного кола з несинусоїдальною вхідною напругою при наявності активних і реактивних елементів.

7. Розглянути нормативно-методичні та організаційні заходи з охорони праці.

Методи дослідження: при проведенні дослідження використовувались методи математичного та комп'ютерного моделювання, теоретичні основи електротехніки, математичний аналіз.

Результати досліджень створюють наукову базу для застосування моделювання на сучасних комп'ютерах в області електротехніки, що дозволяє детально і глибоко вивчати різні технічні об'єкти в достатній повноті. Результати досліджень можна використовувати при створенні віртуального лабораторного практикуму з електротехнічних дисциплін. Знання студентами основ імітаційного та комп'ютерного моделювання дозволить з більшою ефективністю виконувати реальні проектні завдання.