

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту інноватики, природокористування та інфраструктури
Василь БРИЧ

«31»

2023 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з науково-педагогічної роботи

Віктор ОСІПОВИЧ

«31»

2023 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту новітніх освітніх технологій

Святослав ПИГЕЛЬ

«31»

2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни **«Теоретичні основи електротехніки»**

ступінь вищої освіти – **перший (бакалаврський) рівень**
галузь знань – **14 «Електрична інженерія»**

спеціальність – **141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

освітньо-професійна програма **«Енергетичний аудит»**

Кафедра бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу

| Форма навчання | Курс | Сем. | Лекції (год.) | Практ. заняття (год.) | Лаборат. заняття (год.) | ІРС, год | Тренінг і КПЗ (год.) | Самост. робота студ., (год.) | Разом, (год.) | Залік (сем.) | Екзамен, (сем.) |
|----------------|------|------|---------------|-----------------------|-------------------------|----------|----------------------|------------------------------|---------------|--------------|-----------------|
| Денна | II | 3-4 | 56 | 28 | 28 | 7 | 16 | 135 | 270 | 3 | 4 |
| Заочна | II | 3-4 | 16 | 8 | - | - | - | 246 | 270 | 3 | 4 |

Тернопіль – ЗУНУ
2023

31.12.2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавр галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», затвердженої Вченою радою ЗУНУ, протокол № 9 від 15.06.2022 р.

Робочу програму склав доцент кафедри, к.е.н., доцент,
Михайло ФЕДІРКО

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу, протокол № 1 від 28 серпня 2023 р.

Завідувач кафедри,
д.е.н., професор

Руслан БРУХАНСЬКИЙ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.

Керівник групи
забезпечення спеціальності,
д.е.н., професор

Петро ПУЦЕНТЕЙЛО

Гарант ОПІ
«Енергетичний аудит»,
д.е.н., професор

Петро ПУЦЕНТЕЙЛО

1. СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Теоретичні основи електротехніки»

Опис дисципліни

| Дисципліна – «Теоретичні основи електротехніки» | Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни |
|--|---|---|
| Кількість кредитів ECTS: - 9 | Галузь знань 14 «Електрична інженерія» | Статус дисципліни – дисципліна циклу професійної підготовки Мова навчання – українська |
| Кількість залікових модулів <i>Денна форма навчання – 4</i> | Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» | Рік підготовки – 2 <i>Денна – 2</i> <i>заочна - 2</i> Семестр: <i>Денна – 3,4</i> <i>заочна – 3,4</i> |
| Кількість змістових модулів – 4 | Ступінь вищої освіти – бакалавр | Лекції: <i>Денна - 56 год.</i> <i>Заочна - 16</i> Практичні заняття: <i>Денна - 28 год.</i> <i>Заочна - 8</i> Лабораторні роботи: 28 год. |
| Загальна кількість годин -270 | Освітньо професійна програма: «Енергетичний аудит». | Самостійна робота: <i>Денна – 135</i> <i>Заочна – 246</i> Індивідуальна робота <i>Денна –7</i> |
| Тижневих годин <i>денна форма - 19</i> <i>з них аудиторних:- 8</i> | | Вид підсумкового контролю – екзамен |

МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

2. Мета і завдання вивчення дисципліни

2.1.1. Мета дисципліни. Метою дисципліни є вивчення електромагнітних процесів в електричних колах та окремих пристроях; вивчення основних законів теорії електричних і магнітних кіл, ознайомлення з математичними методами їх аналізу та моделювання. Крім інтегральних співвідношень, які характеризують електричні і магнітні кола, студент повинен володіти і диференціальними категоріями, що відносяться до окремих точок середовища чи пристрою і є категоріями електромагнітного поля.

2.1.2. Завдання дисципліни. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання.

Знання:

- методів аналізу ustalених процесів у лінійних електричних колах постійного, періодичного синусоїдного та періодичного несинусоїдного струмів із зосередженими та розподіленими параметрами;
- енергетичних процесів у електричних колах;
- класичного та операторного методів аналізу перехідних процесів у лінійних електричних колах з одним чи двома накопичувачами енергії;
- особливостей перебігу електромагнітних процесів у нелінійних електричних та магнітних колах;
- будови та принципу дії поширених в інженерній практиці електротехнічних пристроїв (генераторів електричного струму, електродвигунів, трансформаторів, реакторів та ін.).

Уміння:

- формувати математичні моделі кола;
- розраховувати ustalений режим у лінійному електричному колі, в якому діють джерела постійної, синусоїдної або періодичної несинусоїдної електрорушійної сили;
- розраховувати ustalений режим у нелінійному електричному та магнітному колі графічним, графоаналітичним або числовим методом;
- аналізувати перехідні процеси у колі з одним та двома накопичувачами енергії;
- розраховувати ustalений та перехідний режим в однорідній довгій лінії;
- розраховувати електричне та магнітне поле нескладної конфігурації.

Здатність до:

- практичного застосування методів моделювання і розрахунку процесів у технічних пристроях, принцип дії яких базується на використанні електромагнітних явищ;
- проведення експериментальних досліджень і узагальнення їх результатів;
- використання комутаційної та електровиміральної апаратури;
- самостійної роботи з навчальною, навчально-методичною і довідковою літературою у галузі електротехніки і суміжних дисциплін.

2.2. Найменування та опис компетентностей, формування яких забезпечує вивчення дисципліни:

Вивчення дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» забезпечує формування інтегральних, загальних та фахових компетентностей. Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей (згідно освітньо-професійної програми, яка розроблена на основі діючого стандарту вищої освіти за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (наказ МОН України № 867 від 20.06.2019 р.):

Загальні компетентності :

ЗК 1. Здатність застосовувати знання на практиці.

ЗК 6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК 7. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК 10. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

2.3. Передумови для вивчення дисципліни.

Вивчення дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» доцільне після оволодіння студентами знаннями з таких дисциплін як «Фізика», «Інженерна графіка» «Вища математика» та набуття ними відповідних фахових компетенцій.

2.4. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

За результатами вивчення дисципліни студент повинен продемонструвати такі результати навчання (згідно освітньо-професійної програми, яка розроблена на основі діючого стандарту вищої освіти за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (наказ МОН України № 867 від 20.06.2019 р.):

Програмні результати навчання (ПР):

Загальні (З) та фахові (Ф) компетенції (К):

(ЗК03) – здатність спілкування державною мовою як усно, так і письмово;

(ЗК05) – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

(ЗК06) – здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

(ЗК07) – здатність працювати в команді;

(ЗК08) – здатність працювати автономно.

(ФК12) - здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки;

(ФК15) - здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматичного електроприводу;

(ФК17) – здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання;

(ФК19) – здатність усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування;

(ФК20) - усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці;

(ФК21) – здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Знання:

(ПР02) – знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань;

(ПР03) – знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для практичних проблем у професійній діяльності;

(ПР05) – знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

Уміння:

(ПР11) – вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань;

(ПР18) – вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням;

Досвід: аудиторної та самостійної роботи при засвоєнні нового матеріалу; використання набутих знань при розв’язанні задач типового характеру; самостійного виконання індивідуальної розрахунково-графічної роботи.

3. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

«Теоретичні основи електротехніки»

Змістовий модуль 1

Лінійні електричні кола постійного струму

Тема 1. Основні поняття та закони електричного кола.

Предмет і мета дисципліни. Значення електрифікації, електротехніки, енергозбереження в умовах науково-технічної революції. Зв’язок дисципліни з іншими загальнотеоретичними і спеціальними дисциплінами. Організація навчальної роботи. Рекомендована література.

Електричне коло, його елементи. Вольтамперна характеристика (ВАХ) елементів. Лінійні і нелінійні елементи. Джерела енергії: джерело напруги, джерело струму. Схеми заміщення і ВАХ джерел енергії. Умови еквівалентності схем заміщення.

Топологічні елементи електричного кола. Граф кола. Закон Ома: для ділянки провідника, для гілки з ЕРС, для замкненого кола. Перший і другий закони Кірхгофа.

Тема 2. Методи розрахунку електричного кола.

Метод рівнянь Кірхгофа. Метод контурних струмів. Власні і міжконтурні опори. Баланс потужностей в електричному колі.

Метод вузлових потенціалів, метод вузлової напруги. Власні і міжвузлові провідності. Принцип і метод накладання дії джерел енергії.

Властивість взаємності і її використання. Вхідні і взаємні провідності гілок, їх розрахунки. Теорема компенсації.

Перетворення пасивних ділянок електричного кола: послідовне та паралельне з’єднання. Перетворення зірки і трикутника опорів. Перетворення час-тин схеми з джерелами енергії: послідовне з’єднання з джерелами ЕРС, паралельне з’єднання

з джерелами струму і ЕРС. Перенесення ЕРС.

Визначення двополюсника. Теорема про активний двополюсник. Метод активного двополюсника і його використання для розрахунку струму гілки. Схеми Тевенена і Нортена.

Передача енергії від активного двополюсника пасивному. Залежності напруг і потужностей при зміні навантаження лінії передачі. ККД лінії передачі електроенергії, максимальна потужність у навантаженні.

Умова передачі енергії при заданій потужності з мінімальними втратами. Перші лінії електропередачі Ф. Піроцького і М. Дебре.

Змістовий модуль 2

Лінійні електричні кола однофазного синусоїдного струму

Тема 3. Основні властивості електричного кола синусоїдного струму і його розрахунок

Миттєві значення струму, напруги, фаза коливань, початкова фаза, кут зсуву фаз. Часові діаграми. Діюче значення струму, напруги. Зображення синусоїдних струмів, напруг обертовими векторами та комплексними функціями. Векторні діаграми. Співвідношення між напругами і струмами на елементах кола змінного струму. Розрахункова схема кола змінного струму. Закони Кірхгофа для кола змінного струму.

Елемент R при синусоїдному струмі: миттєві функції струму, напруги, потужності. Активна потужність, активний опір. Елемент L при синусоїдному струмі: миттєві функції струму, напруги, потужності. Реактивний опір індуктивності. Елемент C при синусоїдному струмі: миттєві функції струму, напруги, потужності. Реактивний опір ємності.

Комплексні зображення струму і напруги на резисторі, індуктивності, ємності. Векторні діаграми струму і напруги на елементах R , L , C . Комплексні опори елементів.

Рівняння напруг для послідовного з'єднання. Активна і реактивна напруга, активний і реактивний опір. Векторна діаграма послідовного з'єднання. Трикутники напруг і опорів. Рівняння для струмів паралельного з'єднання. Активний і реактивний струми, активна і реактивна провідність. Комплексна провідність. Векторна діаграма струмів паралельного з'єднання. Трикутники струмів і провідностей.

Співвідношення між сторонами трикутників опорів і провідностей. Розміщення трикутників на комплексній площині при активно-індуктивних та активно-ємнісних параметрах кола. Активна, реактивна і повна потужності кола. Співвідношення між потужностями і параметрами схеми. Комплексна потужність. Баланс потужностей.

Закони Ома і Кірхгофа в комплексній формі. Розрахунок простого кола: послідовне, паралельне, змішане з'єднання. Розрахунок складного кола: методиконтурних струмів та вузлових потенціалів в комплексній формі.

Тема 4. Електричні кола з індуктивно-зв'язаними елементами та їх розрахунок

Потоки і потокозчеплення самоіндукції і взаємоіндукції. Одноименні клєми (затискачі). Узгоджені і неузгоджені струми. Рівняння для напруг. Розрахунок електричного кола з індуктивно-зв'язаними елементами.

Використання методів рівнянь Кірхгофа та контурних струмів для розрахунку кола із взаємоіндукцією.

Рівняння для напруг послідовного з'єднання при узгоджених і незгоджених струмах. Еквівалентні опори котушок. Ефект “хибної” ємності. Рівняння для напруг паралельного з'єднання при узгоджених і неузгоджених струмах. Еквівалентні опори котушок при паралельному з'єднанні. Теплові втрати і активні потужності. Векторні діаграми паралельного з'єднання.

Рівняння для комплексних потужностей 2-х індуктивно-зв'язаних елементів. Активні і реактивні потужності взаємоіндукції. Умова передачі енергії від однієї котушки до іншої. Напрямок передачі. Магнітна розв'язка. Трансформатор без феромагнітного осердя.

Тема 5. Резонансні явища і частотні характеристики.

Основні визначення, векторні діаграми. Настроювальні і частотні характеристики послідовного контуру.

Резонанс у паралельному коливальному контурі з втратами. Умови виникнення резонансу. Можливості досягнення резонансу при зміні частоти. Спів-відношення між струмами і параметрами кола при резонансі. Векторна діаграмарезонансного стану. Енергетичні процеси при резонансі.

Частотні характеристики реактивних двополюсників: частотні характеристики двополюсника з одним, двома, трьома реактивними елементами. Нулі і полюси вхідного опору реактивного двополюсника. Загальні вимоги до частотної характеристики.

Вплив активних опорів на частотну характеристику кола.

Змістовий модуль 3

Лінійні електричні кола періодичнозмінного струму

Тема 6. Трифазні електричні кола та їх розрахунки

Співвідношення між фазними і лінійними напругами і струмами 3-фазного симетричного кола.

Розрахунок симетричного трифазного кола: розрахункова схема на фазу симетричного 3-фазного кола. Визначення струмів і напруг в розрахунковій схемі та у всіх фазах кола. Приклад розрахунку. Суміщена векторна діаграма напруг та струмів симетричного 3-фазного кола.

Баланс потужностей симетричного 3-фазного кола.

Розрахунок статичного несиметричного трифазного кола при відомій системі фазних ЕРС генератора, при відомій системі лінійних напруг генератора. Приклади розрахунків, векторні діаграми напруг і струмів.

Використання методу контурних струмів при розрахунку несиметричного 3-фазного кола.

Потужності трифазного кола. Комплексна потужність 3-фазного генератора при відомій системі фазних чи лінійних напруг. Вимірювання активної потужності 3-фазного кола одним, двома чи трьома ватметрами.

Вимірювання реактивної потужності симетричного 3-фазного кола.

Обертове магнітне поле.

Симетричні складові 3-фазної системи. Опори 3-фазного кола для прямої, зворотної і нульової послідовностей; розрахункові схеми. Розрахунок симетричного споживача при несиметричній системі вхідних напруг (динамічне навантаження).

Розрахунок 3-фазного кола з поперечною та повздовжньою несиметрією.

Тема 7. Електричні кола несинусоїдного періодичного струму

Розкладання періодичної несинусоїдної ЕРС в тригонометричний ряд Фур'є. Гармонічний склад симетричних несинусоїдних струмів.

Розрахунок миттєвих струмів. Визначення діючих значень струмів та напруг.

Активна, реактивна та повна потужності несинусоїдного струму. Потужність спотворення. Вплив параметрів кола на форму кривих струмів при несинусоїдних напругах. Резонанс в колі з несинусоїдною ЕРС. Коефіцієнти, що характеризують несинусоїдні струми (напруги). Вимірювання періодичних струмів і напруг.

Системи прямої, зворотної та нульової послідовностей фаз в несинусоїдних фазних та лінійних напругах і струмах симетричного трифазного кола при з'єднанні в зірку чи трикутник. Співвідношення між фазними і лінійними напругами і струмами. Вплив схеми з'єднання обмоток трифазного генератора чи трансформатора на гармонічний склад струмів споживача.

Тема 8. Основи теорії чотириполосників

Класифікація 4-полосників. Рівняння 4-полосника у формах $\square Y \square, \square Z \square, \square A \square, \square B \square$. Визначення \underline{Y} і \underline{Z} - параметрів. Співвідношення між коефіцієнтами рівнянь. Умова симетрії 4-полосника. Матричні форми рівнянь 4-полосника.

Еквівалентні T - і Π - схеми заміщення пасивного 4-полосника. Співвідношення між \underline{A} - параметрами і опорами елементів схем заміщення. Визначення \underline{A} - параметрів 4-полосника із режимів неробочого ходу і к.з. 4-полосника.

Вхідні опори 4-полосника при навантаженні.

Вторинні параметри чотириполосника: характеристичні опори 4-полосника, коефіцієнт поширення 4-полосника; визначення коефіцієнта поширення через вхідні і вихідні напруги і струми та через \underline{A} -параметри. Коефіцієнт поширення симетричного 4-полосника. Вимірювання згасання 4-полосника в Неперах і Беллах.

Рівняння чотириполосника, виражені через вторинні параметри. Схеми з'єднань чотириполосників та їх рівняння.

Активний 4-полосник.

Змістовий модуль4
**Розрахунок перехідних процесів в лінійних
електричних колах**

Тема 9. Класичний метод розрахунку перехідних процесів.

Причини виникнення перехідних процесів. Закони комутації. Початкові умови. Перехідний, вимушений і вільний режими електричного кола. Послідовність розрахунку перехідного процесу класичним методом.

Перехідні процеси в колі R, L : характеристика вільного режиму, вмикання кола на постійну та синусоїдну ЕРС. Коротке замикання кола R, L .

Перехідні процеси в колі R, C : характеристика вільного режиму, вмикання кола з конденсатором на постійну та синусоїдну ЕРС. Коротке замикання кола R, C .

Аперіодичний розряд конденсатора: рівняння для струму та напруг на елементах кола, часові графіки струму та напруг. Граничний випадок аперіодичного розряду конденсатора на коло R, L .

Коливальний розряд конденсатора: умови виникнення коливального розряду, рівняння для струму та напруг на елементах кола, часові графіки струму та напруг. Декремент коливань та логарифмічний декремент.

Вмикання кола R, L, C на джерело постійної ЕРС: рівняння для струму та напруг на елементах кола при аперіодичному та коливальному зарядах конденсатора. Часові графіки струму та напруг.

Особливості розрахунку перехідного процесу при миттєвій зміні індуктивності чи ємності кола.

Тема 10. Операторний метод розрахунку перехідних процесів.

Пряме перетворення Лапласа та його основні властивості. Операторне зображення основних функцій. Зображення похідної та інтеграла; зображення напруги на індуктивності та ємності при відомому зображенні струму. Закон Ома та закони Кірхгофа в операторній формі. Операторні схеми.

Перехід від зображень струмів до оригіналів. Формула розкладання. Порядок розрахунку перехідного процесу операторним методом.

Тема 11. Розрахунок перехідних процесів при дії ЕРС довільної форми.

Одинична та імпульсна одинична функція. Перехідна характеристика елемента кола, перехідна провідність, імпульсна характеристика кола з послідовним з'єднанням R, L та R, C .

Операторні зображення одиничної та імпульсної одиничної функції.

Ввімкнення пасивного двополюсника на неперервно змінну вхідну напругу. Використання інтеграла Дюамеля при дії на коло ЕРС, яка має розриви неперервності. Різні форми запису інтеграла Дюамеля та рекомендації по їх використанню.

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ ДИСЦИПЛІНИ

«Теоретичні основи електротехніки»

Денна форма навчання

| Тема | Кількість, годин, в т.ч. | | | | | | |
|---|--------------------------|-----------|-------------|-------------------|----------------------|--------------|--------------------|
| | Лекції | Практичні | Лабораторні | Самостійна робота | Індивідуальна робота | Тренінг, КПЗ | Контрольні заходи |
| Змістовний модуль 1. «Лінійні електричні кола постійного струму» | | | | | | | |
| Тема 1. Основні поняття та закони електричного кола. | 4 | 2 | 2 | 11 | - | 4 | Поточне оцінювання |
| Тема 2. Методи розрахунку електричного кола. | 4 | 4 | 4 | 12 | 1 | | |
| Змістовний модуль 2. «Лінійні електричні кола однофазного синусоїдного струму» | | | | | | | |
| Тема 3 Основні властивості електричного кола синусоїдного струму і його розрахунок | 8 | 4 | 4 | 12 | 1 | 4 | Поточне оцінювання |
| Тема 4. Електричні кола з індуктивно-зв'язаними елементами та їх розрахунок. | 6 | 2 | 2 | 12 | 1- | | Поточне оцінювання |
| Тема 5. Резонансні явища і частотні характеристики. | 4 | 2 | 2 | 12 | - | | Поточне оцінювання |
| Модульна робота 1 | | | | | | | Письмова робота |
| Змістовний модуль 3. «Лінійні електричні кола періодичного змінного струму» | | | | | | | |
| Тема 6. Трифазні електричні кола та їх розрахунки | 10 | 4 | 4 | 16 | 1 | 4 | Поточне оцінювання |
| Тема 7. Електричні кола несинусоїдного періодичного струму | 4 | 2 | 2 | 12 | 1 | | Поточне оцінювання |
| Тема 8. Основи теорії чотириполюсників | 4 | 2 | 2 | 12 | 1 | | Поточне оцінювання |
| Змістовний модуль 4. «Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах» | | | | | | | |
| Тема 9. Класичний метод розрахунку перехідних процесів. | 4 | 2 | 2 | 12 | - | 4 | Поточне оцінювання |
| Тема 10. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. | 4 | 2 | 2 | 12 | 1 | | Поточне оцінювання |
| Тема 11. Розрахунок перехідних процесів при дії ЕРС довільної форми. | 4 | 2 | 2 | 12 | - | | Поточне оцінювання |
| Модульна робота 2 | | | | | | | Письмова робота |
| Екзамен | | | | | | | |
| Разом | 56 | 28 | 28 | 135 | 7 | 16 | |

Структура залікового кредиту дисципліни «Теоретичні основи електротехніки»

| Тема | Заочна форма навчання | | |
|---|-----------------------|-----------|-------------------|
| | Лекції | Практичні | Самостійна робота |
| Тема 1. Основні поняття та закони електричного кола. | 1 | 0,5 | 21 |
| Тема 2. Методи розрахунку електричного кола. | 2 | 1 | 23 |
| Тема 3 Основні властивості електричного кола синусоїдного струму і його розрахунок. | 2 | 0,5 | 23 |
| Тема 4. Електричні кола з індуктивно-зв'язаними елементами та їх розрахунок | 1 | 1 | 22 |
| Тема 5 . Резонансні явища і частотні характеристики. | 1 | 0.5 | 22 |
| Тема 6. Трифазні електричні кола та їх розрахунки | 4 | 1 | 23 |
| Тема 7. Електричні кола несинусоїдного періодичного струму | 1 | 0,5 | 22 |
| Тема 8. Основи теорії чотириполосників | 1 | 1 | 23 |
| Тема 9. Класичний метод розрахунку перехідних процесів. | 1 | 1 | 23 |
| Тема 10. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. | 1 | 0,5 | 22 |
| Тема 11. Розрахунок перехідних процесів при дії ЕРС довільної форми. | 1 | 0,5 | 22 |
| Разом | 16 | 8 | 246 |

5. ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Засвоєння дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» неможливе без розв'язання різноманітних практичних задач.

Мета практичних занять – надати можливість студентам закріпити теоретичні положення навчальної дисципліни шляхом виконання певних завдань і набути умінь та досвіду їх практичного застосування.

Успіх занять забезпечується постановкою різноманітних задач, які вимагають застосування як стандартних методів, так і відшукування нестандартних підходів до розв'язання, аналізом отриманих результатів. Задачі, які розв'язуються на практичних заняттях, ілюструють загальнофізичні і розрахунково-теоретичні положення курсу і підбираються з урахуванням специфіки майбутнього фаху студентів. Головний акцент при проведенні практичних занять робиться на розвиток самостійного логічного мислення у студента і навичок використання розрахункових методів.

Заняття 1. Закон Ома, закони Кірхгофа. Потенціальна діаграма електричного кола.

Використання закону Ома для розгалуженого кола з одним джерелом ЕРС.

Розрахунок складного кола на основі рівнянь Кірхгофа. Визначення потенціалів різних точок кола, побудова потенціальної діаграми.

Заняття 2. Метод контурних струмів.

Послідовність розрахунку електричного кола методом контурних струмів. Визначення контурних опорів і контурних ЕРС. Визначення струмів віток через контурні струми. Складання балансу потужностей електричного кола. Метод вузлових потенціалів.

Послідовність розрахунку електричного кола методом вузлових потенціалів. Вибір опорного (базового вузла). Визначення вузлових провідностей і вузлових струмів. Визначення струмів віток. Складання балансу потужностей електричного кола.

Заняття 3. Метод накладання дії джерел енергії.

Послідовність розрахунку електричного кола методом накладання. Видалення джерел енергії (джерела ЕРС, джерела струму) зі схеми. Розрахункові схеми часткових режимів кола. Визначення результуючих струмів гілоккола.

Еквівалентні перетворення у лінійних електричних колах. Перетворення пасивних ділянок електричного кола: послідовне та паралельне з'єднання, перетворення зірки і трикутника опорів. Перетворення частин схеми з джерелами енергії.

Метод активного двополюсника.

Послідовність розрахунку електричного кола методом активного двополюсника. Визначення еквівалентних параметрів двополюсника.

Заняття 4. МК-1а: використання методів контурних струмів, вузлових потенціалів та еквівалентного генератора для розрахунку складного електричного кола.

Передача максимальної потужності від активного двополюсника пасивному.

Заняття 5. Розрахунок кола синусоїдного струму при послідовному та паралельному з'єднанні елементів. Використання закону Ома та першого закону Кірхгофа в комплексній формі. Миттєві значення струмів і напруг, векторні діаграми.

Заняття 6. Розрахунок кола синусоїдного струму змішаного з'єднання.

Послідовно-паралельне з'єднання елементів і його розрахунок символічним методом. Визначення комплексних еквівалентних опорів мішаного з'єднання, розрахунок комплексних струмів і напруг гілок. Векторні діаграми струмів і напруг. Складання балансу потужностей кола.

Заняття 7. Розрахунок складного кола синусоїдного струму.

Використання методів контурних струмів та вузлових потенціалів для розрахунку складного кола синусоїдного струму. Складання балансу потужностей кола.

Заняття 8. Використання методу еквівалентного генератора у колі синусоїдного струму.

Заняття 9. МК-1б: розрахунок кола синусоїдного струму символічним методом.

Заняття 10. Розрахунок послідовного та паралельного з'єднання двох індуктивно-зв'язаних котушок. Побудова векторних діаграм.

Заняття 11. Розрахунок розгалуженого кола з індуктивними зв'язками.

Використання методу контурних струмів для розрахунку розгалуженого кола із взаємоіндукцією. Власні та міжконтурні комплексні опори при наявності індуктивно зв'язаних гілок у контурах. Потужність взаємоіндукції, баланс потужностей.

Заняття 12. Розрахунок резонансного стану нерозгалуженого кола.

Використання умови резонансу для визначення параметрів кола. Розрахунок струму та напруг на ділянках кола; побудова суміщених векторних діаграм струмів та напруг для резонансного стану кола.

Заняття 13. Резонансні явища у розгалуженому електричному колі.

Визначення параметрів кола при резонансі. Розрахунок струмів та напруг на ділянках кола; побудова суміщених векторних діаграм струмів та напруг для резонансного стану кола.

Заняття 14. Якісний аналіз частотної характеристики двополюсника. Складання рівняння для вхідного опору та визначення нулів і полюсів функції. Побудова частотної характеристики.

Заліковий модуль 2

Заняття 1. Розрахунок трифазного симетричного кола.

Розрахункова схема на фазу симетричного 3-фазного кола. Визначення струмів і напруг в розрахунковій схемі та у всіх фазах кола. Суміщена векторна діаграма напруг і струмів симетричного трифазного кола.

Заняття 2. Розрахунок несиметричного трифазного кола при з'єднанні споживачів зіркою чи трикутником.

Розрахунок несиметричного трифазного кола при з'єднанні споживачів зіркою: а) з нейтральним проводом; б) без нейтрального проводу.

Розрахунок несиметричного трифазного кола при з'єднанні споживачів трикутником. Побудова векторних діаграм напруг та струмів.

Використання методу еквівалентних перетворень для спрощення 3-фазного кола. Розрахунок спрощеного кола та знаходження струмів і напруг у вихідній схемі. Складання балансу потужностей 3-фазного кола, побудова суміщених векторних діаграм.

Заняття 3. Використання методу симетричних складових для розрахунку несиметричного трифазного кола з динамічним навантаженням.

Визначення симетричних складових несиметричної системи напруг. Побудова розрахункових схем для симетричних складових. Складання основних рівнянь по розрахунковим схемам та додаткових рівнянь за умовою несиметрії. Визначення струмів і напруг симетричних складових та розрахунок результуючих струмів і напруг.

Заняття 4. Розрахунок лінійного електричного кола з несинусоїдною ЕРС.

Розкладання періодичної несинусоїдної ЕРС в тригонометричний ряд Фур'є.

Розрахунок миттєвих струмів та визначення діючих значень струмів і напруг. Визначення потужностей кола несинусоїдного струму та складання балансу потужностей.

Особливості протікання струмів прямої, зворотної та нульової послідовностей фаз в симетричному трифазному колі при з'єднанні в зірку чи три- кутник. Розрахунок миттєвих значень струмів і напруг. Визначення діючих значень фазних і лінійних струмів і напруг симетричного трифазного кола.

Заняття 5а. МК-1: а) розрахунок трифазного кола синусоїдного струму; б) розрахунок кола з періодичною несинусоїдною ЕРС.

Заняття 5б. Визначення коефіцієнтів рівнянь 4-полюсника різних форм запису. Визначення \underline{Y} - та \underline{Z} - параметрів 4-полюсника; визначення \underline{A} - параметрів із режимів неробочого ходу та короткого замикання. Вторинні параметри чотирьохполюсника.

Заняття 6. Розрахунок перехідного процесу у колі з одним накопичувачем енергії при дії постійних та синусоїдних джерел енергії.

Розрахунок усталених режимів до та після комутації. Складання характеристичного рівняння кола та визначення його коренів. Розрахунок початкових умов для струмів і напруг. Знаходження розв'язків для вільних складових струмів і напруг та загальних розв'язків. Побудова часових графіків перехідних струмів та напруг.

Заняття 7. Розрахунок перехідного процесу у колі з двома накопичувачами енергії при дії постійних синусоїдних джерел енергії.

Розрахунок усталених режимів до та після комутації. Складання характеристичного рівняння кола та визначення його коренів. Особливості розрахунку початкових умов для струмів і напруг при двох накопичувачах енергії. Знаходження розв'язків для вільних складових при дійсних та комплексно-спряжених коренях. Особливості визначення сталих інтегрування. Запис загальних розв'язків для перехідних струмів та напруг.

Заняття 8. Операторний метод розрахунку перехідного процесу в електричному колі з двома накопичувачами енергії.

Розрахунок усталеного режиму до комутації та визначення незалежних початкових умов. Побудова операторної розрахункової схеми. Складання рівнянь для зображень струмів (напруг) та знаходження зображень шуканих величин. Знаходження оригіналів струмів (напруг).

Заняття 9а. Використання інтеграла Дюамеля при розрахунку перехідного процесу.

Визначення перехідних провідностей, та перехідних характеристик елементів кола. Вибір необхідної форми інтегралу Дюамеля та її використання для розрахунку перехідного струму чи напруги при дії на коло ЕРС довільної форми.

Заняття 9б. МК-2: розрахунок перехідних процесів в лінійному електричному колі.

електричного поля струмів.

Теми лабораторних робіт.

1. Закони Ома і Кірхгофа. Потенціальна діаграма електричного кола.
2. Послідовне, паралельне та мішане сполучення елементів електричного кола синусоїдного струму.
3. Електричні кола із взаємною індукцією.
4. Резонанс напруг.
5. Резонанс струмів.
6. Дослідження трифазного електричного кола при з'єднанні джерела і приймача зіркою.
7. Дослідження трифазного електричного кола при з'єднанні приймача трикутником.
8. Дослідження симетричних складових трифазної системи напруг.
9. Дослідження котушки з феромагнітним осердям.

6. КОМПЛЕКСНЕ ПРАКТИЧНЕ ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ»

Згідно з структурою навчальної\ дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» передбачається виконання комплексного практичного індивідуального завдання (КПЗ). Захищене і зараховане завдання є допуском студента до здачі іспиту з курсу. КПЗ виконується студентом особисто в окремому робочому зошиті. Мета виконання КПЗ-закріплення теоретичних знань з навчальної дисципліни, оволодіння методикою та практичними навичками розрахунку електричних кіл.

КПЗ побудоване у вигляді теоретичних і практичних завдань за основними темами курсу. Кожен студент виконує свій варіант завдання.

КПЗ виконується згідно «Методичних вказівок до виконання КПЗ».

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

У навчальному процесі застосовуються: лекції, практичні заняття, в тому числі у комп'ютерному класі, лабораторні роботи, тренінги, самостійна робота, індивідуальні заняття, виконання КПЗ, робота з Інтернет-ресурсами.

8. МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

У процесі вивчення дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне оцінювання (опитування, тестування, виконання лабораторних завдань, доповіді, реферати);
- проміжне модульне оцінювання;
- оцінювання результатів виконання КПЗ;
- підсумкове оцінювання (екзамен).

Політика оцінювання

Політика щодо граничних термінів і перескладання: Для виконання індивідуальних завдань і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів відбувається з дозволу керівництва факультету (інституту) за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Письмові роботи підлягають перевірці на наявність плагиату та допускаються до захисту з коректними текстовими запозиченнями. Використання друкованих і електронних джерел інформації під час контрольних заходів та екзаменів заборонене.

Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Структура залікового кредиту для студентів (екзамен) %:

| Заліковий модуль 1 | Заліковий модуль 2 | Заліковий модуль 3 (КПЗ і Тренінг) | Заліковий модуль 4 (екзамен) | Разом |
|---|---|---|--|-------|
| 20% | 20% | 20% | 40% | 100% |
| 1. Усне опитування на заняттях: 6 тем по 4 бали – мах 24 балів. 2. Письмова робота – мах 76 балів. | 1. Усне опитування на заняттях: 5 тем по 4 бали – мах 20 балів. 2. Письмова робота – мах 80 балів. | 1. Підготовка КПЗ – мах 40 балів. 2. Захист КПЗ – мах 40 балів. 3. Участь у тренінгах – мах 20 балів. | 1. Тестові завдання (10 тестів по 3 бали) – мах 30 балів. 2. Теоретичне питання – мах 30 балів. 3. Задачі (2 задачі по 20 балів) мах 40 балів. | |

Шкала оцінювання:

| За шкалою ЗУНУ | За національною шкалою | За шкалою ECTS |
|----------------|------------------------|--|
| 90–100 | Відмінно | A (відмінно) |
| 85–89 | Добре | B (дуже добре) |
| 75–84 | | C (добре) |
| 65–74 | Задовільно | D (задовільно) |
| 60–64 | | E (достатньо) |
| 35–59 | Незадовільно | FX (незадовільно з можливістю повторного складання) |
| 1–34 | | F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом) |

9. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

| № | Найменування | Номер теми |
|----|---|---------------|
| 1. | Мультимедійний проектор | 1-30 |
| 2. | Екран проєкційний | 1-30 |
| | Комп'ютеризована аудиторія, доступ до мережі Інтернет | 1-30 |
| 3. | Базове програмне забезпечення: ОС Windows 10 – згідно ліцензії Microsoft IT Academy та Microsoft DreamSpark for Students. Стандартне програмне забезпечення базових інформаційних технологій: MS Office (Excel), телекомунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox, ZOOM, MOODLE, Viber) | 1-30 |
| 4. | Лабораторне обладнання | 1-30 |

10. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базова література:

1. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І.А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. – 272 с.
2. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І.А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 2: Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зо-середженими параметрами. Нелінійні та магнітні кола.– К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2008. 224 с.
3. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І.А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 3: Електричні кола з розподіленими параметрами. Теорія електромагнітного поля. К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2013. 224 с.
4. А.А Щерба, І.А. Курило,Є.А. Кудря, І.Н.Намацалюк, В.І.Чибеліс,Ю.В.
5. Перетятко. “Лінійні електричні кола синусоїдного та періодичного несинусоїдного струмів” Київ “Лазурит-Поліграф” 2012. 249
6. Перхач В.С. Теоретична електротехніка. Лінійні кола. К.: ”Вища школа”,1992. 439 с.

Посібники та методичні вказівки до лабораторного практикуму:

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теоретичних основ електротехніки: цикл 1./ Укл. А.А. Щерба, В.С. Бойко, В.І. Чибеліс, І.А. Курило. К., НТУУ "КПІ", 2008. 28 с.
2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теоретичних основ електротехніки: цикл 2. Укл. А.А. Щерба, В.С. Бойко, В.І. Чибеліс та інші. К., НТУУ "КПІ", 2008. 36 с.

3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теоретичних основ електротехніки: цикл 3./ Укл. А.А. Щерба, В.С. Бойко, В.І. Чибеліс та інші. К., НТУУ "КПІ", 2008. 32 с.
4. Методичні вказівки до лабораторного практикуму по ТОЕ. Цикл 4. К.: КПІ, 2005. 56 с.
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з ТОЕ. Цикл 5. К.: КПІ, 2005. 48 с.
6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з ТОЕ. Цикл 6. К.: КПІ, 2005. 48 с.

Методичні вказівки до розрахунково-графічних робіт

7. Розрахунок електричних кіл постійного струму. Навчальне видання. / Уклад.: І.А. Курило, І.Н. Намацалюк, А.А. Щерба. К.: НТУУ "КПІ", ФЕА, 2006. – 51 с.
8. Розрахунок електричних кіл синусоїдного однофазного струму. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт. / Уклад.: І.А. Курило, І.Н. Намацалюк, А.А. Щерба. – К.: НТУУ "КПІ", 2004. – 82 с.
9. "Симетричні складові та вищі гармоніки у трифазних колах". Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт з курсу "ТОЕ". / Уклад.: А.А. Щерба, І.А. Курило, І.Н. Намацалюк, В.І. Чибеліс, Г.І. Сторожилова, Ю.В. Перетятко. К.: НТУУ "КПІ", 2008. 79 с.
10. Розрахунок перехідних процесів у складних електричних колах. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» для студ. усіх форм навч. / Уклад.: А.А. Щерба, В.І. Чибеліс, Л.Д.Третьякова та ін. – К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2005.
11. Курило І.А., Намацалюк І.Н., Шеховцов В.І. "Електричні кола з розподіленими параметрами. Усталені режими". К.: НМКВО, 1993. 96 с.
12. Методичні вказівки та розрахунково-графічні завдання з ТОЕ "Розрахунок усталених та перехідних процесів у колах з розподіленими параметрами. ". К.: КПІ, 2007. 44 с.
13. Методичні вказівки та розрахунково-графічні завдання з ТОЕ "Нелінійні електричні і магнітні кола постійного струму". К.: НТУУ "КПІ", 2005. 44 с.

Державні стандарти

14. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення.
15. ДСТУ 2815-94 Електричні та магнітні кола та пристрої.
16. ДСТУ 3120-95 Електротехніка. Літерні позначення основних величин.