

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Теоретичні основи електротехніки

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

підготовки *молодшого спеціаліста*

спеціальності *103 Науки про Землю*

спеціалізації *Експлуатація метеорологічних радіолокаційних станцій*

(шифр за ОПП ПП 3.01)

2017 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: цикловою комісією радіотехнічних та комп'ютерних дисциплін Харківського гідрометеорологічного технікуму Одеського державного екологічного університету

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: *Печеневська О.О., викладач Харківського гідрометеорологічного технікуму ОДЕКУ*

Обговорено та рекомендовано до затвердження науково-методичною радою Харківського гідрометеорологічного технікуму Одеського державного екологічного університету

«_____» _____ 20__ року, протокол №_____

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки молодших спеціалістів спеціальності «Науки про Землю» спеціалізації «Експлуатація метеорологічних радіолокаційних станцій».

Предметом навчальної дисципліни є вивчення електромагнітних явищ та їх застосування для отримання, передачі та перетворення електричної енергії.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ) базується на учбовому матеріалі математики та фізики і являється теоретичною базою для вивчення предметів спеціального циклу.

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

Розділ 1. Електричне поле.

Розділ 2. Лінійні електричні кола постійного струму

Розділ 3. Магнітне поле.

Розділ 4. Лінійні електричні кола змінного струму.

Розділ 5. Нелінійні кола.

Розділ 6. Перехідні процеси в електричних колах. Кола з розподіленими параметрами.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» є формування теоретичних знань та практичних навичок свідомого використання фізичних процесів, що протікають в електричних та магнітних колах; закономірностей, термінології, розуміння фізичного смислу параметрів різноманітних кіл; методики розрахунку однофазних електричних кіл постійного та змінного струму, трифазних кіл та магнітних кіл.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» є ознайомлення студентів з основними властивостями типових електричних кіл; засвоєння студентами понять та законів електротехніки; розуміння сутності процесів, що відбуваються в електромагнітних полях та електричних і магнітних колах, формування практичних навичок аналітичного й

експериментального дослідження основних процесів, що мають місце в електричних колах.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- визначення, формули, одиниці вимірювання характеристик електричного поля;
- поняття електричної ємності, електричного пробою, електричної міцності діелектрика, енергії електричного поля, типи конденсаторів, з'єднання конденсаторів;
- визначення, формули, одиниці вимірювання величин, які характеризують фізичні процеси в електричних колах;
- поняття електричного кола та його елементів, режими роботи електричних кіл;
- закон Ома, закон Джоуля – Ленца, закони Кірхгофа;
- алгоритми розрахунку електричних кіл різними методами;
- визначення, формули, одиниці вимірювання характеристик магнітного поля;
- закон повного струму, закон Ампера;
- магнітні властивості речовини, поняття магнітного гістерезису;
- поняття електромагнітної індукції, поточкозчеплення, ЕРС самоіндукції та взаємоіндукції, індуктивності, енергії магнітного поля;
- поняття синусоїдного струму, характеристики та засоби зображення синусоїдних величин;
- поняття активного та реактивного опору, активної та реактивної потужності, резонансу напруг та струмів, добротності;
- алгоритми розрахунку кіл змінного струму з послідовним та паралельним з'єднанням активних та реактивних елементів.
- поняття індуктивного зв'язку, розмітку затискачів індуктивно–зв'язаних елементів кола;
- поняття симетричних і несиметричних трифазних кіл, фазної та лінійної напруги і співвідношення між ними;
- схеми з'єднання споживачів зіркою і трикутником;
- поняття нелінійних елементів та нелінійних кіл, алгоритм розрахунку нелінійних кіл;

- поняття та класифікацію магнітних кіл, алгоритм розрахунку магнітних кіл;
- поняття перехідного та вільного процесу, закони комутації, вплив параметрів кола на перехідний процес.

вміти:

- розраховувати ємності конденсаторів різних форм, еквівалентну ємність кола, енергію електричного поля;
- розв'язувати задачі з використанням закону Ома, закону Джоуля – Ленца;
- складати рівняння балансу потужностей для перевірки розрахунку електричних кіл;
- визначати параметри синусоїдних величин за їх рівняннями та графіками;
- розраховувати електричні кола постійного та змінного струму різними методами, будувати векторні діаграми;
- збирати електричні кола, вимірювати параметри електричних кіл постійного та змінного струму;
- пояснювати процес намагнічування речовини та циклічного перемагнічування феромагнетиків.
- визначати ЕРС самоіндукції, індуктивність котушки, енергію магнітного поля;
- розраховувати трифазні кола;
- знімати вольт – амперні характеристики нелінійних елементів;
- розраховувати нелінійні електричні кола графоаналітичним методом.
- розраховувати магнітні кола;
- визначати параметри перехідних процесів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 189 години / 5,25 кредитів ЄКТС.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Розділ 1. Електричне поле.

Тема 1.1. Електростатичне поле.

Електроенергія: отримання, передача, розподіл. Електричне поле та його основні характеристики: напруженість, потенціал, напруга. Закон Кулона. Симетричні електростатичні поля, що зумовлені зарядами. Теорема Остроградського – Гауса. Поняття про фізичну будову діелектрика. Поляризація діелектрика.

Сегнетоелектрики. Електричне зміщення. Діелектрична абсолютна та відносна проникність.

Тема 1.2. Електрична ємність.

Електрична ємність. Ємність плоского і циліндричного конденсаторів, двопровідної лінії. Поняття про електричний пробій і електричну міцність діелектрика. Електростатичні кола: послідовне, паралельне, мішане з'єднання конденсаторів, розрахунок еквівалентної ємності. Енергія електричного поля.

Розділ 2. Лінійні електричні кола постійного струму.

Тема 2.1. Фізичні процеси в електричних колах.

Стационарне електричне поле у провіднику при постійному електричному струмі. Електричний струм провідності (фізичне явище), його величина і напрямок, густина електричного струму. Питома електрична провідність і питомий електричний опір. Електричний опір провідника, залежність його від параметрів провідника та температури. Електричне коло та його основні елементи. Отримання електричної енергії з інших видів енергії. Електрорушійна сила (ЕРС). Закон Ома для ділянки та для повного кола. Короткі відомості про джерела електричної енергії. Потужність і ККД джерела електричної енергії. Перетворення електричної енергії в інші види енергії. Закон Джоуля - Ленца. Потужність і ККД приймача електричної енергії. Баланс потужностей в електричному колі. Режими роботи електричного кола і його елементів: номінальний, узгоджений, холостого ходу, короткого замикання. Схеми електричних кіл: принципова та розрахункова (схема заміщення). Схеми заміщення джерел ЕРС та струму, приймачів електричної енергії поняття про пасивні та активні елементи електричного кола.

Лабораторна робота № 1.

Тренувальні вправи у збиранні електричних схем. Вибір електровимірювальних приладів та апаратури для заданих умов роботи.

Лабораторна робота № 2.

Джерела ЕРС у режимах джерела і приймача електричної енергії. Баланс потужності в електричному колі.

Лабораторна робота № 3.

Дослідження режимів електричного кола та його елементів. Нерозгалужене коло зі змінним опором приймача енергії.

Тема 2.2. Розрахунок електричних кіл постійного струму.

Задачі розрахунку електричних кіл. Топографічні елементи схеми електричних кіл: гілка, вузол, контур. Перший закон Кірхгофа та вузлові рівняння. Другий закон Кірхгофа та контурні рівняння. Нерозгалужене електричне коло: послідовне з'єднання опорів, еквівалентний опір нерозгалуженого електричного кола (ділянки кола); поняття про втрати напруги в проводах; послідовне з'єднання джерел ЕРС; потенційна діаграма нерозгалуженого кола. Розгалужене електричне коло: паралельне з'єднання опорів, провідність гілок та еквівалентна провідність групи гілок. Сумісне з'єднання опорів. Розрахунок електричних кіл шляхом згортання схем. Перетворення трикутника опорів в еквівалентну зірку і навпаки. Паралельне з'єднання джерел ЕРС. Розрахунок електричних кіл з двома вузлами методом вузлової напруги. Принцип накладання струмів у лінійних електричних колах, його застосування для розрахунку електричних кіл. Розрахунок складних електричних кіл за допомогою законів Кірхгофа. Метод контурних струмів. Метод еквівалентного генератора.

Лабораторна робота № 4.

Вивчення законів Кірхгофа до багато контурного кола.

Лабораторна робота № 5.

Перетворення трикутника опорів в еквівалентну зірку.

Лабораторна робота № 6. Вивчення принципу накладання струмів.

Розділ 3. Магнітне поле.

Тема 3.1. Магнітне поле постійного струму.

Магнітне поле постійного струму. Його основні характеристики: індукція, напруженість, абсолютна та відносна магнітні проникності середовища, магнітний потік, магнітне потокозчеплення, магнітна напруга. Правило свердлика. Закон Ампера. Намагнічуюча сила. Закон повного струму. Контур зі струмом у магнітному полі. Індуктивність. Визначення індуктивності кільцевої і циліндричної котушок. Магнітні властивості речовин. Намагнічування речовини. Властивості і застосування феромагнітних матеріалів. Крива намагнічування. Циклічне перемагнічування феромагнітних матеріалів. Магнітний гістерезис. Зміна магнітного поля на межі розділу двох середовищ.

Лабораторна робота № 7.

Побудова петлі магнітного гістерезиса за даними досліду.

Тема 3.2. Електромагнітна індукція.

Закон електромагнітної індукції. Правило Ленца. ЕРС, що індукується в контурі або котушці при зміні їх магнітного потокозчеплення. ЕРС, що індукується у провіднику, який рухається у магнітному полі. Правила правої і лівої руки. Принцип дії генератора та електродвигуна постійного струму. ЕРС самоіндукції та взаємоіндукції. Принцип дії трансформатора. Вихрові струми: виникнення, випадки їх використання; негативні наслідки вихрових струмів та засоби їх зменшення.

Розділ 4. Лінійні електричні кола змінного струму.

Тема 4.1. Загальні відомості про синусоїдний електричний струм

Синусоїдний струм, його параметри. Рівняння синусоїдних ЕРС і струмів. Фаза і початкова фаза, кутова частота, зсув за фазою. Графічні засоби зображення синусоїдних величин: у прямокутній системі координат; за допомогою радіус – векторів. Діючий струм, середнє значення синусоїдного струму. Векторна діаграма.

Тема 4.2. Розрахунок електричних кіл змінного струму.

Елементи кіл змінного струму: резистори, котушки індуктивності, конденсатори. Опір, індуктивність і ємність – параметри електричних кіл змінного струму. Кола змінного струму з ідеальним активним опором: графіки струму, напруги, потужності; векторна діаграма кола; поняття про активну потужність. Кола змінного струму з ідеальною індуктивністю: графіки струму, напруги, потужності; векторна діаграма кола; поняття про індуктивний опір, про індуктивну (реактивну) потужність. Кола змінного струму з ідеальною ємністю: графіки струму, напруги, потужності; векторна діаграма кола; поняття про ємнісний опір, про ємнісну (реактивну) потужність. Схема з послідовним з'єднанням активного і реактивного елементів: векторні діаграми, активна і реактивна складові. Вектора напруги, трикутники напруг та опорів. Схема з паралельним з'єднанням активного та реактивного елементів. Векторна діаграма, активна і реактивна складові. Вектора струму, трикутники струмів і провідностей; активна, реактивна і повна потужність котушки і конденсатора з втратами, трикутник потужностей. Розрахунок нерозгалужених кіл синусоїдного струму з одним джерелом живлення: коло з активним опором та індуктивністю (R,L), коло

з активним опором та ємністю (R,C), коло з активним опором, індуктивністю та ємністю (R,L,C) при різних співвідношеннях реактивних опорів; коло з довільною кількістю активних і реактивних елементів; побудова топографічної векторної діаграми. Резонанс напруг: умови, ознаки, частотні характеристики опорів, АЧХ, ФЧХ послідовного коливального контуру, добротність, частота вільних коливань, хвильовий опір. Розрахунок розгалужених кіл з двома вузлами, якщо джерело живлення одне: коло з паралельним з'єднанням котушки і конденсатора при різних співвідношеннях реактивних провідностей, розрахунок за допомогою векторної діаграми та методом провідностей; коло з довільною кількістю активних та реактивних елементів. Резонанс струмів: умови, ознаки, частотні характеристики опорів, АЧХ, ФЧХ паралельного коливального контуру, добротність, частота вільних коливань, хвильова провідність. Коефіцієнт потужності та його техніко – економічне значення. Синусоїдні струми та напруги у комплексних числах. Комплексний опір і провідність. Визначення потужності, якщо відомі комплексні напруга і струм. Закони Ома і Кірхгофа у символічній формі, аналогії з колами постійного струму. Розрахунок електричних кіл змінного струму з використанням комплексних чисел: метод перетворення, метод вузлової напруги, метод вузлових і контурних рівнянь.

Лабораторна робота № 8.

Послідовне з'єднання котушки і резистора. Визначення параметрів кола.

Лабораторна робота № 9.

Паралельне з'єднання конденсатора і резистора. Визначення параметрів кола.

Лабораторна робота № 10.

Резонанс напруг.

Лабораторна робота № 11.

Резонанс струмів.

Тема 4.3. Магнітне поле змінного струму.

Магнітне поле котушки при постійному і синусоїдному струмах. Пульсуюче магнітне поле. Розкладання пульсуючого магнітного поля на два, що обертаються. Магнітне поле, що обертається: трифазна система обмоток; отримання магнітного поля, що обертається. Принцип дії асинхронного електродвигуна.

Тема 4.4. Кола з взаємною індуктивністю.

Узгоджене і зустрічне вмикання магніто – зв'язаних котушок. Розмітка затискачів індуктивно – зв'язаних елементів кола, знаки ЕРС і напруг, що зумовлені взаємною індуктивністю, опір взаємної індуктивності. Послідовне і паралельне з'єднання індуктивно – зв'язаних елементів кола.

Лабораторна робота № 12.

Визначення параметрів (R,L,M) індуктивно – зв'язаних котушок.

Тема 4.5. Трифазні кола.

Схема будови трифазного генератора. З'єднання обмоток трифазного генератора зіркою і трикутником. Фазні і лінійні напруги та співвідношення між ними у симетричному колі. Симетричне навантаження у трифазному колі при з'єднанні фаз приймача зіркою і трикутником. Фазні та лінійні струми та співвідношення між ними. Розрахунок симетричного трифазного кола при з'єднанні приймача зіркою і трикутником. Потужність трифазного кола, якщо режим – симетричний. Поняття про несиметричне навантаження у трифазному колі. Призначення нейтрального проводу. Несиметричне трифазне коло при з'єднанні джерела і приймача зіркою і трикутником. Розрахунок трифазних кіл.

Лабораторна робота № 13.

Трифазне коло при з'єднанні споживачів трикутником.

Лабораторна робота № 14.

Трифазне коло при з'єднанні споживачів зіркою.

Тема 4.6. Поняття про електричні кола з несинусоїдними періодичними напругами і струмами.

Причини виникнення несинусоїдних ЕРС, напруг і струмів в електричних колах. Розклад несинусоїдної періодичної величини у тригонометричний ряд: аналітичний вираз, деяких несинусоїдних кривих, що зустрічаються у електротехніці. Діюче значення несинусоїдного періодичного струму (напруги). Поняття про коефіцієнт форми та амплітуди. Потужність кола з несинусоїдним струмом. Порядок розрахунку лінійного електричного кола з несинусоїдною напругою на його вході.

Розділ 5. Нелінійні кола.

Тема 5.1. Нелінійні електричні кола постійного струму.

Нелінійні елементи електричних кіл постійного струму, їх вольт – амперні характеристики. Графоаналітичний метод розрахунку нелінійних електричних кіл з послідовним з'єднанням нелінійних елементів; з паралельним з'єднанням нелінійних елементів.

Лабораторна робота № 15.

Зняття вольт – амперних характеристик нелінійних елементів та перевірка дослідом розрахунку нелінійних кіл.

Тема 5.2. Нелінійні електричні кола змінного струму.

Загальна характеристика нелінійних кіл та нелінійних елементів змінного струму. Кола з нелійними активними опорами; кола з вентилями. Приклади кіл з нелійними опорами (випрямлення змінного струму, регулювання величини струму). Електричні кола з нелінійною індуктивністю. Вплив магнітного гістерезисна та вихрових струмів на струм у котушці з феромагнітним осердям; втрати енергії у феромагнітному осерді котушки; векторна діаграма котушки з урахуванням втрат енергії в осерді. Приклади використання котушок з феромагнітним осердям; поняття про ферорезонанс та його використання. Поняття про нелінійну ємність у колі змінного струму.

Тема 5.3. Магнітні кола.

Класифікація магнітних кіл. Закон повного струму у застосуванні до магнітного кола. Розрахунок нерозгалуженого однорідного магнітного кола: рішення прямої і зворотної задач; поняття про магнітний опір. Розрахунок нерозгалуженого неоднорідного кола: рішення прямої задачі: метод послідовних приближень та графоаналітичне рішення зворотної задачі. Розрахунок розгалуженого симетричного магнітного кола. Розрахунок магнітного кола з постійним магнітом.

Розділ 6. Перехідні процеси у електричних колах. Кола з розподіленими параметрами.

Тема 6.1. Поняття про перехідні процеси.

Основні поняття та визначення: режим, що встановився; перехідний та вільний процес у електричних колах. Перший закон комутації та його наслідки; другий закон комутації та його наслідки. Графік перехідної напруги на конденсаторі.

Постійна часу кола. Рівняння кривої перехідної напруги. Примушена та вільна складові напруги на конденсаторі. Рівняння і графік зарядного струму. Вплив напруги джерела та параметрів кола на перехідний процес. Розрядка конденсатора на опір. Графіки та рівняння напруги на конденсаторі та струму в колі при розрядці. Включення та відключення котушки індуктивності при постійній напрузі. Коротке замикання у колі синусоїдного струму: схема заміщення кола короткого замикання, рівняння перехідного струму, графіки перехідного процесу при короткому замиканні кола; вплив початкової фази напруги на перехідний процес короткого замикання.

Тема 6.2. Електричні кола з розподіленими параметрами.

Поняття про розподілені параметри та приклади електричних кіл з розподіленими параметрами. Схеми заміщення однорідної лінії з втратами і без втрат. Довга лінія без втрат, її режими роботи та параметри.

3. Рекомендована література

1. Евдокимов Ф.Е. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1981.
2. Агасьян М.В., Мартиненко О.Г. Основы электрорадиотехнических кил. -К.: Вища школа, 1993.
3. Родзевич В.Е. Загальна електротехніка. – К.: Вища школа, 1993.
4. Зайчик М.Ю. Сборник задач и упражнений по ТОЭ. – М.: Энергоиздат, 1988

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен

5. Засоби діагностики успішності навчання: тестові комплекти завдань, задачі та завдання для семінарських занять, робочий зошит для самостійної роботи студентів, індивідуальні домашні завдання, екзаменаційні білети.