



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Спеціальні конструкції та режими електричних машин

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Інститут

ННІ електроенергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Електромеханіка

Кафедра

Електричні машини (126)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Профільна, вільного вибору

Семестр

1

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Шайда Віктор Петрович

viktor.shaida@khp.edu.ua

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електричних машин

Автор та співавтор понад 75 наукових та методичних публікацій. Викладає дисципліни: Електричні машини, Технологія електромашинобудування, Виробництво електричних машин, Спеціальні конструкції та режими електричних машин, Проектування та технологія виготовлення машин постійного струму.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Несиметричні режими виникають внаслідок відхилення умов роботи електричних машин (ЕМ) від нормальних: через аварії в мережі та несправності ЕМ, відхилення параметрів якості напруги живлення чи неоднакові навантаження у різних фазах. До них же відносять перехідні режими роботи ЕМ, такі як пуск або гальмування. Дисципліна вивчає сутність електромагнітних процесів у ЕМ, що супроводжують ці режими, їх моделювання, дослідження впливу цих режимів на роботу та параметри ЕМ.

Значну частку ЕМ, що знаходяться у експлуатації, складають ЕМ спеціальних конструкцій. Відповідно фахівцю необхідно знати галузі їх застосування, будову та принцип дії.

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування бази знань і наукового підходу по дослідженню електромагнітних процесів в ЕМ при несиметричних режимах їх роботи та визначенню параметрів ЕМ при роботі у цих режимах. Вивчення будови, принципу дії та галузей застосування ЕМ спеціальних конструкцій: трансформаторів, ЕМ як змінного так і постійного струму.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати самостійно та в команді.

Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові та технічні методи і відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні, математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.

Знання і розуміння електромагнітних процесів, механізмів та наслідків роботи ЕМ у несиметричних режимах.

Здатність застосовувати відповідні методи аналізу і моделювання несиметричних режимів роботи ЕМ.

Здатність визначати, як теоретично так і практично, параметри ЕМ при несиметричних режимах роботи.

Знання і розуміння будови, принципу дії та причин застосування ЕМ спеціальних конструкцій.

Результати навчання

Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.

Демонструвати розуміння електромагнітних процесів, механізмів та наслідків роботи ЕМ у несиметричних режимах.

Здійснювати аналіз і моделювання несиметричних режимів роботи ЕМ.

Визначати параметри ЕМ при несиметричних режимах роботи як шляхом математичного моделювання так і практичного випробування.

Знати принципи побудови та дії ЕМ спеціальних конструкцій, вміти вибирати та застосовувати їх, відповідно до галузі призначення.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 56 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліна базується на освітній програмі підготовки бакалавра.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій, при їх викладанні використовується інформаційно-рецептивний метод та метод проблемного викладу.

Лабораторні роботи передбачають ознайомлення з методами експериментального визначення характеристик ЕМ і трансформаторів при несиметричних режимах.

На практичних заняттях використовується репродуктивний та евристичний методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій при моделюванні перехідних процесів в ЕМ і трансформаторах. При виконанні індивідуального завдання застосовуються елементи дослідницького методу.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ. Несиметричні режими роботи трансформаторів.

Структура курсу. Основні схеми з'єднання обмоток та параметри трифазних трансформаторів. Причини виникнення несиметричних режимів роботи трансформаторів та їх негативні наслідки. Метод аналізу несиметричних режимів. Умови (припущення) аналізу несиметричних режимів. Опір трансформатора струмам прямої і зворотної послідовності. Струми та магнітні потоки нульової послідовності.

Тема 2. Трансформація несиметричних струмів.

Трансформація струмів прямої, оборотної і нульової послідовності, основні рівняння. Трансформація струмів для різних способів з'єднання обмоток трансформатора. Опір трансформатора струмам нульової послідовності. Експериментальне визначення опору нульової послідовності.

Тема 3. Недотримання симетрії напруг трансформатора при несиметричному навантаженні.

Недотримання симетрії первинних напруг трансформатора, рівняння та векторна діаграма. Недотримання симетрії вторинних напруг трансформатора, рівняння та векторна діаграма.

Тема 4. Однофазне та двофазне коротке замикання трансформатора.

Однофазне коротке замикання трансформатора для різних способів з'єднання обмоток, основні рівняння та векторна діаграма. Двофазне коротке замикання трансформатора для різних способів з'єднання обмоток, основні рівняння та векторна діаграма.

Тема 5. Несиметричні режими роботи синхронних генераторів (СГ).

Причини виникнення несиметричних режимів роботи СГ та їх негативні наслідки. Рівняння СГ при несиметричному режимі роботи. Струми та опори: прямої, зворотної та нульової послідовності. Експериментальне визначення параметрів СМ.

Тема 6. Несиметричні короткі замикання СГ.

Загальні рівняння для всіх типів короткого замикання СГ. Двофазне коротке замикання СГ. Однофазне коротке замикання СГ. Порівняння різних типів короткого замикання СГ.

Тема 7. Несиметричні режими роботи асинхронних двигунів (АД).

Причини виникнення несиметричних режимів роботи АД та їх негативні наслідки. Робота АД при несиметрії напруги живлення. Робота АД при несиметрії в колі обмотки ротора. Робота АД в аномальних режимах.

Тема 8. Перехідні процеси в трансформаторах.

Перехідні процеси: визначення, причини виникнення та наслідки. Включення трансформатора на неробочий хід (напругу): схема заміщення, основні рівняння та вплив насичення осердя.

Тема 9. Загальні питання спеціальних ЕМ.

Визначення та сфера застосування спеціальних ЕМ. Класифікація спеціальних ЕМ.

Тема 10. Спеціальні трансформатори.

Основні відомості та класифікація трансформаторів. Трансформатори частоти, типи і конструкція. Трансформатори кількості фаз, типи і конструкція. Вимірювальні трансформатори: струму і напруги. Трансформатори для електричних печей, конструктивні особливості. Зварювальні трансформатори, типи і конструкція. Імпульсні трансформатори для випрямних установок, конструктивні особливості. Пік трансформатори, призначення та особливості конструкції. Трансформатори звукової і ультразвукової частот, конструктивні особливості.

Тема 11. Спеціальні синхронні машини (СМ).

Класифікація спеціальних СМ. Двигун з ротором, що котиться: історія розвитку та галузі застосування, принцип дії, конструкція та різновиди. Індукторні ЕМ: принцип дії, конструкція і різновиди. Вентильно-індукторний двигун (SRM): історія розвитку та галузі застосування, принцип дії, конструкція та різновиди. Безконтактні СМ з постійними магнітами: принцип дії, конструкція і різновиди.

Тема 12. Спеціальні асинхронні машини (АМ).

АМ з нерухомим ротором: фазні та індукційні регулятори. Асинхронні генератори: будова, принцип дії. Самозбудження асинхронних генераторів. Лінійні та дугові АД: галузі застосування, будова і принцип дії.

Тема 13. Спеціальні електричні машини постійного струму.

Електромашинні динамометри: призначення, будова та принцип дії. Електромашинні підсилювачі (ЕМУ): призначення, принцип дії, конструкція та різновиди. Уніполярні електричні машини: призначення, будова та принцип дії.

Теми практичних занять

Тема 1. Струм ввімкнення трансформатора

Тема 2. Раптове коротке замикання трансформатора

Тема 3. Раптове коротке замикання синхронного генератора

Тема 4. Моделювання пуску синхронного двигуна в пакеті MatLab

Тема 5. Моделювання пуску асинхронного двигуна в пакеті MatLab.

Тема 6. Моделювання пуску двигуна постійного струму в пакеті MatLab.

Тема 7. Контрольна робота 1

Тема 8. Контрольна робота 2

Теми лабораторних робіт

Лабораторна робота 1. Дослідження несиметричних режимів роботи трансформатора.

Лабораторна робота 2. Дослідження несиметричних усталених коротких замикань трифазного трансформатора.

Лабораторна робота 3. Визначення параметрів синхронної машини

Лабораторна робота 4. Захист лабораторних робіт

Лабораторна робота 5. Дослідження синхронного генератора у режимах неробочого ходу та короткого замикання

Лабораторна робота 6. Дослідження асинхронного двигуна при несиметрії в статорі.

Лабораторна робота 7. Електромашинний підсилювач поперечного поля

Лабораторна робота 8. Захист лабораторних робіт

Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання розрахунково-графічного завдання «Дослідження пуску асинхронного двигуна при несиметричній напрузі живлення в пакеті MatLab». Розрахунково-графічного завдання містить звіт з виконання розрахунку згідно обраного варіанту. Успішний захист розрахунково-графічного завдання оцінюється в 10 балів і входить до екзаменаційної оцінки.

Студентам рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Яцун М. А. Електричні машини : підручник / М. А. Яцун; МОНМС України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л., 2011.

2. Метельський В. П. Електричні машини та мікромашини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Метельський ; Запоріж. нац. техн. ун-т. - Вид. 3-тє, допов. та переробл. - Запоріжжя : ЗНТУ, 2010.

3. Півняк Г. Г. Електричні машини. Навчальний посібник / Г. Г. Півняк, Ф. П. Шкрабець, В. П. Довгань. – Дніпропетровськ: Видавництво Національного гірничого університету, 2003.

4. Ткачук В. І. Електромеханотроніка : Навч. посіб. для студ. електромех. профілю вищ. закл. освіти України / В. І. Ткачук. - Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2001.

5. Теорія та синтез вентильних двигунів постійного струму: монографія / В.І. Ткачук, І.Є. Біляковський, О.В. Макаруч, Л.В. Каша, О.В. Грещук. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2011.

6. Голодний І.М., Червінський Л.С., Жильцов А.В., Санченко О.В. Романенко О.І. Моделювання регульованого електропривода: Підручник. – К.: Аграр Медіа Груп, 2019.

7. Мілих В.І. Дослідження силових трансформаторів: Лабораторний практикум з курсу «Електричні машини» для студентів електротехнічних спеціальностей / В.І. Мілих, О.Ю. Юр'єва, А.Г. Мірошніченко, В.Д. Юхимчук. – Х.: НТУ «ХПІ», 2010.

8. Мілих В.І. Дослідження синхронних машин: лаб. практикум / В.І. Мілих, Б.О. Єгоров, Г.Г. Єгорова, А.Г. Мірошніченко, В.Д. Юхимчук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010.

9. Дослідження машин постійного струму: лаб. практикум / В.Д. Юхимчук, М.О. Осташевський, Т.П. Павленко; за ред. В.І. Мілих. - Харків: НТУ «ХПІ», 2008.

Додаткова література

1. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник. – 2-ге вид., перероблене. / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. д-ра техн. наук, професора. В. І. Мілих. Київ: Каравела, 2023.

2. Панченко, В. В. Дослідження роботи тягового асинхронного двигуна при несиметрії живильної напруги та аварійних режимах роботи / В. В. Панченко, О. Г. Туренко // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2021. Вип. 198. С. 145-150. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.198.2021.256648>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання на екзамені (30%) та поточного оцінювання (70%). Екзамен проводиться за екзаменаційними білетами в усній формі. Поточне оцінювання складається з оцінок за контрольні роботи (2 по 9 балів), захисту лабораторних робіт (6 по 5 балів), за виконання завдань на практичних заняттях (6 по 2 бали), захисту розрахунково-графічного завдання (10 балів).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено	31.08.2023	Завідувач кафедри Володимир МІЛИХ
	31.08.2023	Гарант ОПП Євген БАЙДА
	31.08.2023	Гарант ОПП Володимир МІЛИХ