



Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни



Електромагнітні перехідні процеси

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Електроенергетика

Кафедра

Електричних станцій (130)

Рівень освіти

бакалавр

Тип дисципліни

Вибірковий компонент

Семестр

6

Мова викладання

Українська, англійська

Викладачі, розробники



Мельников Георгій Ігорович

Heorhii.Melnykov@khpi.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри «Електричні станції»

Автор понад 50 наукових публікацій та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Моделювання електроенергетичних та електромеханічних пристроїв та систем», «Якість електроенергії та керування якістю», «Проектування електроенергетичних систем та пристроїв», «Сучасні енергоефективні технології».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

У навчальній дисципліні розглянуто основне коло питань, пов'язаних з описом та дослідженням перехідних процесів в електричних системах при зміні умов її роботи, оволодінням методами та засобами розрахунку перехідних процесів при симетричних і несиметричних порушеннях режимів роботи електричних систем. Значна увага приділяється формуванню умінь та придбання навичок студентами щодо розрахунку параметри перехідних режимів в електричних системах та дослідження і аналізу перехідних процесів при коротких замиканнях в електричних системах.

Мета та цілі дисципліни

Мета.

Формування знань щодо фізики та математичного опису електромагнітних перехідних процесів в електричних системах при зміні умов її роботи, оволодіння методами та засобами розрахунку перехідних процесів при порушеннях режимів роботи електричних систем, формування умінь щодо дослідження та аналізу електромагнітних перехідних процесів при коротких замиканнях в електричних системах.

Цілі.

Знати:

фізику та математичний опис перехідних процесів у простих трифазних електричних колах та колах, що мають магнітний зв'язок;

фізику перехідних процесів у синхронній машині та їх математичний опис.

практичні методи розрахунку перехідних процесів при симетричних і несиметричних порушеннях режимів роботи електричних систем;

програмно-імітаційні комплекси, що дозволяють досліджувати перехідні процеси в електричних системах.

Вміти:

розраховувати параметри перехідних режимів в електричних системах;

досліджувати перехідні процеси в електричних системах за допомогою віртуальних комп'ютерних моделей;

прогнозувати по зміні параметрів системи кількісні зміни її параметрів режиму, пропонувати необхідні заходи для управління

Формат занять

Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота, розрахунок та захист курсової роботи, консультації. Підсумковий контроль - екзамен

Компетентності

ЗК 1. Здатність застосовувати знання і розуміння на практиці у спосіб, який вказує на професійний підхід розв'язання проблем у галузі електричної інженерії.

ЗК 4. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ФК 1. Здатність використовувати комп'ютеризовані системи автоматизованого проектування (САД), виготовлення (САМ) та інженерних розрахунків (САЕ) та відповідні пакети прикладних програм.

ФК 2. Здатність до теоретичного обґрунтування прийнятих рішень в процесі виконання проектно-конструкторських та дослідницьких робіт в межах свого роду занять на рівні фахівця з кваліфікацією першого циклу вищої освіти в галузі електричної інженерії.

ФК 3. Здатність використовувати базові знання з загальної фізики, вищої математики, теоретичних основ електротехніки та електротехнічних матеріалів для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК 8. Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання та аналізу режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і проектування електроенергетичних та електромеханічних систем.

ФК 13. Здатність виконувати експериментальні (модельні) дослідження режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання.

Результати навчання

ПРН 12. Знати та використовувати методи фундаментальних наук для розв'язання загально-інженерних та професійних завдань.

ПРН 16. Визначати принципи побудови та нормального функціонування елементів електроенергетичних, електротехнічних електромеханічних комплексів та систем.

ПРН 18. Оцінювати параметри роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем та розробляти заходи щодо підвищення їх енергоефективності та надійності.

ПРН 20. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексів і систем.

ПРН 21. Збирати та аналізувати інформацію про ненормальні режими та аварійні ситуації в електричній галузі для унеможливлення їх повторення в майбутньому.

ПРН 30. Вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням та програмним забезпеченням при виконанні розрахунків режимів роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання, відповідних комплексів та систем..

Обсяг дисципліни

Обсяг дисципліни: 6 кредитів ECTS 180 годин.

Лекції: 48 години.

Лабораторні заняття: 16 години.

Практичні заняття: 32 години.

Підсумковий контроль: Екзамен.

Індивідуальне завдання: курсова робота.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Попередні дисципліни:

Теоретичні основи електротехніки;

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться в інтерактивному режимі з використанням мультимедійних технологій.

Практичні завдання виконуються з використанням відкритого програмного забезпечення та платформи Microsoft 365. Навчальні матеріали доступні для студентів у блокноті OneNote Class Notebook.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Цілі навчальної дисципліни

Значення даної навчальної дисципліни для забезпечення інших професійних навчальних дисциплін. Обсяг навчального матеріалу, види занять та організація роботи для його засвоєння.

Змістовий модуль 1. Симетричні режими.

Тема 1. Вступ до курсу.

Коротка історія виникнення і розвитку проблеми перехідних процесів в електричних системах. Основні задачі курсу і його зв'язок із суміжними загальнотеоретичними і спеціальними дисциплінами. Ознайомлення з навчальною літературою.

Тема 2. Основні визначення.

Причини, що обумовлюють виникнення перехідних процесів в електричних системах. Небезпечні прояви перехідних процесів у роботі електричної системи й окремих її елементів. Призначення практичних розрахунків електромагнітних перехідних процесів і запропоновані до них вимоги.

Тема 3. Основні допущення, застосовувані в розрахунках електромагнітних перехідних процесів.

Вибір розрахункових умов. Застосування системи відносних одиниць. Розрахунок за формулами точного та наведеного приведення.

Тема 4. Параметри елементів розрахункової схеми.

Упорядкування схеми заміщення і визначення її параметрів в іменованих та відносних одиницях. Точний і наближений облік коефіцієнтів трансформації.

Тема 5. Перетворення схем заміщення.

Розподіл струмів та напруг в електричній схемі.

Тема 6. Трифазне коротке замикання в ланцюзі, що харчується від джерела необмеженої потужності.

Вплив і облік початкових умов. Характер зміни струму в часу. Визначення максимального миттєвого і діючих значень повного струму і його окремих що складають. Наближена оцінка еквівалентної постійної часу зміни вільного струму в розгалуженому ланцюзі, що не містить ємності.

Тема 7. Трифазне коротке замикання в ланцюзі, що живиться від джерела обмеженої потужності.

Вплив наявності автоматичного регулятора збудження на струм короткого замикання.

Тема 8. Методи розрахунку струмів короткого замикання.

Розрахунок діючого значення періодичної складової струму короткого замикання для будь-якого моменту часу. Метод розрахункових кривих.

Тема 9. Метод типових кривих.

Сутність і основні допущення цього методу. Розрахунок за загальною та індивідуальною зміною.

Тема 10. Метод спрямлених характеристик.

Основні передумови і принципи цього методу. Встановлення розрахункових параметрів для різних моментів часу.

Тема 11. Розрахунок сталого режиму трифазного короткого замикання при відсутності та наявності автоматичного регулювання збудження (АРЗ) у генераторів.

Критичний струм і критична реактивність для генераторів з АРЗ. Вплив і облік попереднього навантаження.

Тема 12. Розрахунок струмів короткого замикання в електроустановках до 1 кВ.

Розрахунок струмів КЗ із використанням обчислювальних машин. Модульна контрольна №1

Змістовий модуль № 2. Несиметричні режими.

Тема 13. Несиметричні режими.

Метод симетричних складових. Основні допущення при використанні метода симетричних складових.

Тема 14. Утворення вищих гармонік.

Фізична картина процесу утворення.

Тема 15. Параметри елементів системи для струмів зворотної і нульової послідовностей.

Циркуляція струмів нульової послідовності.

Тема 16. Схеми заміщення прямий, зворотної і нульової послідовностей.

Подовжня і поперечна несиметрія в системі. Застосування теорії симетричних складових до дослідження перехідних процесів.

Тема 17. Граничні умови для основних видів однократної несиметрії (короткі замикання між двома фазами, однієї фази і двох фаз на землю, обриви).

Співвідношення між окремими симетричними складовими струмів і напруг. Вираження для струмів і напруг у місці несиметрії. Векторні діаграми струмів і напруг у місці несиметрії при різних видах останньої.

Тема 18. Правило еквівалентності прямої послідовності в застосуванні до різних видів однократної несиметрії.

Визначення додаткових опорів для різних видів несиметричних коротких замикань.

Тема 19. Комплексні схеми заміщення.

Порівняння різних видів короткого замикання і визначення граничних співвідношень між розмірами струмів при них. Вплив навантаження при несиметричних коротких замиканнях.

Тема 20. Розподіл струмів і напруг при несиметричних коротких замиканнях.

Трансформація симетричних складових струмів і напруг.

Тема 21. Векторна діаграма синхронного генератора.

Основні характеристики, параметри і співвідношення. Вплив явнопольності генератора.

Теми практичних занять

ПЗ 1. Система відносних одиниць. Точний і наближений облік коефіцієнтів трансформації при упорядкуванні схем заміщення у відносних і іменованих одиницях.

ПЗ 2. Складання та перетворення схем заміщення на підставі розрахункових схем.

ПЗ 3. Розрахунок надперехідного, ударного й аперіодичного струмів трифазного короткого замикання в нульовий момент часу.

ПЗ 4. Розрахунок струму трифазного короткого замикання за методом розрахункових та типових характеристик.

ПЗ 5. Розрахунок сталого режиму короткого замикання в складних схемах .

ПЗ 6. Складання схем заміщення прямої, зворотної та нульової послідовності при розрахунку струму несиметричного короткого замикання.

ПЗ 7. Розрахунок несиметричного короткого замикання методом спрямлених кривих.

ПЗ 8. Розрахунок струму короткого замикання в заданому перерізі та напруги в заданій точці.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Дослідження перехідних процесів в простому трифазному ланцюзі з джерелом нескінченної потужності

Тема 2. Дослідження перехідних процесів в простій трифазній системі, що живиться від генератора обмеженої потужності (при відсутності регулятора збудження) при симетричних КЗ.

- Тема 3. Дослідження перехідних процесів в простій трифазній системі, що живиться від генератора обмеженої потужності (при наявності регулятора збудження), при симетричних КЗ
- Тема 4. Дослідження на комп'ютерній моделі впливу параметрів елементів розрахункової схеми та її структури на величину струму трифазного короткого замикання
- Тема 5. Дослідження перехідних процесів в простій трифазній системі, що живиться від джерела обмеженої потужності, при несиметричних КЗ.
- Тема 6. Дослідження симетричних складових напруг та струмів при поперечній несиметрії.
- Тема 7. Дослідження симетричних складових напруг та струмів при поперечній несиметрії.
- Тема 8. Дослідження розподілу симетричних складових струмів та напруг при несиметричних КЗ

Самостійна робота

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних та лабораторних занять.
3. Обробка результатів та складання звіту з проведення лабораторних робіт.
4. Проведення розрахунків для виконання курсової роботи згідно з індивідуальним завданням.
5. Оформлення курсової роботи.

Обсяг роботи: 25-30 с.

Термін подачі: 16-й тиждень.

Розрахункове завдання оформлюється відповідно вимогам [СТЗВО-ХПІ-2.01-2021](#), [СТЗВО-ХПІ-3.01-2021](#) та проводиться захист.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для ВНЗ / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, Л.І. Несен, за ред. Г.Г. Півняка ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 5-те вид., доопрац. та допов. – Дніпро : НГУ, 2016. – 600 с.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за курсом "Електромагнітні перехідні процеси" для студентів денної, заочної та дистанційної форм навчання за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / склад. Рудевіч Н.В. – Х. : НТУ «ХПІ», 2021. – 59с.
3. ДСТУ ІЕС 60909-0:2007 Струми короткого замикання у трифазних системах змінного струму. Частина 0. Обчислення сили струму. – Київ: Держспоживстандарт України. – 2009.
4. Букович Н. У., Міркевич Г.Н. Розрахунок струмів короткого замикання, - Київ.: НМК ВО, 1991. - 222 с.

Додаткова література

1. Стійкість енергосистем. Керівні вказівки. СОУ-Н МЕН 40.1 – 00100227-68:2012. – Київ: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2012.
2. Тептя, В. В. Електромеханічні перехідні процеси в електроенергетичних системах : електронний конспект лекцій комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / В. В. Тептя, В. В. Кулик. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 183 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. library.kpi.kharkov.ua – бібліотека НТУ «ХПІ». Електронний каталог та репозитарій електронних ресурсів.
2. <https://ua.energy>
3. <https://regulation.gov.ua/>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- практичні заняття: 20% семестрової оцінки;
- модульні контрольні: 20% семестрової оцінки;
- лабораторні роботи: 20% семестрової оцінки;
- самостійна робота: 20% семестрової оцінки за виконання курсової роботи згідно з індивідуальним завданням;
- іспит: 20% семестрової оцінки

Іспит - письмове завдання (два теоретичних питання та одне практичне) та усна доповідь.

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 «ХП»: 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 «ХП» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри

Олександр ЛАЗУРЕНКО

Дата погодження, підпис

Гарант ОП

Галина ОМЕЛЯНЕНКО