



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Основи оптоволоконної техніки: кабелі зв'язку

Шифр та назва спеціальності

141 - Електроенергетика, Електротехніка та Електромеханіка

Інститут

Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Електроенергетика

Кафедра

Електроізоляційна та кабельна техніка (133)

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Тип дисципліни

Вибіркова (профільована)

Семестр

7, 8

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Безпрозваних Ганна Вікторівна

Hanna.Bezprozvannukh@khp.edu.ua

Доктор технічних наук, професорка, професорка кафедри "Електроізоляційна та кабельна техніка"

Досвід роботи - 37 років. Авторка понад 200 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: "Фізика діелектриків", "Теорія електромагнітних полів в електроізоляційній, кабельній та оптоволоконній техніці", "Основи оптоволоконної техніки: кабелі зв'язку", "Фізичні основи оптоволоконної техніки", «Проблеми та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки»

Детальніше про викладача на сайті кафедри

Загальна інформація

Анотація

Застосовувати знання фізичних основ процесу поширення та випромінювання електромагнітної енергії у сучасних кабелів зв'язку на підставі проведення теоретичних та експериментальних досліджень у галузі розробки конструкцій, розрахунку електричних характеристик та параметрів впливу з моделюванням режимів роботи кабелів на основі витої пари для структурованих кабельних систем дата центрів та коаксіальних радіочастотних для систем впевненого зв'язку.

Мета та цілі дисципліни

Формування системного підходу і сучасних уявлень про основні напрямки застосування з обґрунтуванням типу, конструкції та ґрунтовному аналізу розрахункових електричних параметрів передачі кабелів зв'язку на підставі застосування методів теорії електромагнітної поля.

Вивчення особливостей конструктивного виконання з відповідним рівнем завадостійкості сучасних кабелів на основі витой пари для структурованих кабельних систем та коаксіальних радіочастотних відповідно до їх застосування для визначеного діапазону частоти.

Освоєння методів визначення електричних параметрів передачі та електромагнітних впливів, моделювання та аналізу режимів роботи кабелів зв'язку на стадії проектування та в експлуатації.

Набуття практичних навичок при дослідженні впливу типу ізоляції на втрати електромагнітної енергії в кабелях зв'язку в діапазоні робочої частоти до 2ГГц.

Формат занять

Лекції, практичні та лабораторні заняття, індивідуальне розрахункове завдання, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

Загальні компетентності

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Спеціальні (фахові) компетентності

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високої напруги.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

K27. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з процесами створення і використання безпечних та ефективних електроізоляційних, кабельних та оптоволоконних систем.

K30. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з інформаційним захистом енергосистем з використанням сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій.

Результати навчання

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

ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПР26. Знати і розуміти процеси створення і використання безпечних та ефективних електроізоляційних, кабельних та оптоволоконних систем.

ПР30. Знати і розуміти процеси, пов'язані з сучасними цифровими технологіями процесів розподілу та споживання електроенергії.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни за два семестри 270 год. (9 кредитів ECTS): лекції – 78 год., практичні заняття – 26 год., лабораторні заняття – 10 год., самостійна робота – 156 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного оволодіння дисципліною необхідно мати базові знання та практичні навички з дисциплін загальної та професійної підготовки: Для успішного оволодіння дисципліною необхідно мати базові знання та практичні навички з дисциплін загальної та професійної підготовки: ЗП 8. Хімія, ЗП 9. Вища математика, ЗП 10. Фізика, СП 2. Електротехнічні матеріали, СП 4. Теоретичні основи електротехніки ч.1, СП 5. Теоретичні основи електротехніки ч.2., СП 9. Електричні системи та мережі, ВВП4. Прикладне програмування в електроізоляційній та кабельній техніці, ВВП9. Фізика діелектриків, ВВП14. Теорія електромагнітних полів в електроізоляційній, кабельній та оптоволоконній техніці, ВВП21. Математичне моделювання в електроізоляційній, кабельній та оптоволоконній техніці

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Застосовується методологія інтерактивного та активного форматів проведення занять. Виступи, доповнення, дискусії є основою інтерактивного навчання. Спрямованість на високу організованість та самостійність при виконанні індивідуального розрахункового завдання підвищує ефективність навчання. Проведення міждисциплінарних занять у вигляді навчальних конференцій розширює процес пізнання та активізує самостійну пошукову діяльність студентів.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Роль і місце кабелів зв'язку в інформаційному світі. Класифікація кабелів зв'язку.

Сучасні види телекомунікацій. Тенденції розвитку. Спектр електромагнітних коливань. Класифікація кабелів зв'язку. Пропускна здатність кабелю. Діапазони робочих частот кабелів зв'язку. Вимоги до кабелів зв'язку.

Тема 2. Конструкції та матеріали конструктивних елементів кабелів зв'язку.

Симетричні кабелі. Конструкції. Области застосування. Кабелі на основі витих пар. Особливості конструктивного виконання. Категорії. Технічні характеристики. Коаксіальні кабелі. Магістральні, розподільчі та абонентські. Основні електроізоляційні матеріали в конструкціях симетричних та коаксіальних кабелів. Класифікація та типові конструкції волоконно-оптичних кабелів. Характеристики багатомодових та одномодових оптичних волокон.

Тема 3. Фізичні процеси та вихідні принципи розрахунку кабелів зв'язку при дії електромагнітного поля змінної частоти.

Рівняння електродинаміки. Режими передачі електромагнітної енергії по кабелях зв'язку. Класи і типи електромагнітних хвиль в кабелях зв'язку. Процеси в провідниках кабелів зв'язку при передачі електромагнітної енергії: скін-ефект, ефект близькості. Коефіцієнт вихрових струмів. Процеси в ізоляції кабелів зв'язку при передачі електромагнітної енергії.

Тема 4. Первинні параметри передачі електричних кабелів зв'язку.

Диференціальне рівняння для розрахунку активного опору і індуктивності симетричного кабелю зв'язку. Аналітичне рішення для активного опору та індуктивності. Наближене рішення для активного опору та індуктивності

симетричного кабелю. Обґрунтування можливості застосування наближеного рішення для активного опору та індуктивності коаксіального кабелю. Розрахунок робочої ємності і активної провідності симетричного та коаксіального кабелів зв'язку. Еквівалентні електрофізичні параметри ізоляції.

Тема 5. Вторинні параметри передачі кабелів зв'язку.

Схема заміщення електричного кабелю зв'язку. Рівняння довгої лінії на основі теорії ланцюгів - телеграфні рівняння (рівняння Дюамеля). Хвильовий опір кабелів зв'язку. Коефіцієнт поширення, коефіцієнт згасання, коефіцієнт фази. Оптимальна геометрія кабелів зв'язку за коефіцієнтом згасання. Умова Хевісайда. Оптимальна геометрія коаксіального кабелю за коефіцієнтом згасання.

Тема 6. Взаємний вплив між кабелями зв'язку. Проблема електромагнітної сумісності в кабелях зв'язку.

Причини і параметри електромагнітного впливу в симетричних кабелях. Первинні та вторинні параметри впливу в симетричних кабелях зв'язку. Перехідне згасання на ближньому та дальньому кінці. Захищеність. Екранування кабелів зв'язку.

Тема 7. Режими роботи кабельних ліній зв'язку.

Неузгоджений режим роботи кабельних ліній. Коефіцієнт стоячої хвилі та коефіцієнт відбиття. Вхідний опір кабельної лінії. Зв'язок вхідного опору лінії з хвильовим опором кабелю.

Тема 8. Технологія виготовлення кабелів зв'язку.

Схеми технологічних процесів виготовлення кабелів на основі витих пар. Технологічні операції при виготовленні кабелів та технологічне обладнання. Екструзія ізоляції. Температурні режими при екструзії ізоляції та захисних полімерних оболонок кабелів зв'язку.

Тема 9. Вимірювання параметрів передачі кабелів зв'язку.

Опір провідників та норми на опір провідників кабелів зв'язку. Міри діаметрів провідників. Контроль коефіцієнту загасання та хвильового опору. Норми на коефіцієнт загасання витих пар структурованих кабельних систем. Вимірювання параметрів, які характеризують взаємні та зовнішні впливи в кабелях зв'язку. Вимірювання неоднорідностей в кабелях зв'язку. Методи та засоби волоконно-оптичної рефлектометрії.

Теми практичних занять

Тема 2. Конструктивні особливості, технічні характеристики та області застосування кабелів зв'язку.

2.1. Конструкції та технічні характеристики кабелів на основі витих пар структурованих кабельних систем в залежності від категорії (смуги пропускання або швидкості передачі цифрових сигналів).

2.2. Конструкції та технічні характеристики радіочастотних коаксіальних кабелів в залежності від області застосування.

2.3. Особливості конструкції волоконно-оптичних кабелів зовнішнього та внутрішнього прокладання.

Тема 4. Особливості розрахунку активного опору, індуктивності та робочої ємності кабелів зв'язку.

4.1. Визначення активного опору та індуктивності витієї пари з урахуванням скін-ефекту та ефекту-близкості між провідниками.

4.2. Перевірка можливості застосування наближеного рішення рівняння Максвелла для визначення активного опору та індуктивності радіочастотного коаксіального кабелю.

4.3. Перевірка впливу вмісту азоту на еквівалентні електрофізичні параметри ізоляції витих пар та радіочастотних коаксіальних кабелів.

4.4. Перевірка ефективності спінення ізоляції на забезпечення нормованих значень робочої електричної ємності неекранованих та екранованих витих пар.

Тема 5. Вторинні параметри передачі як фактор конструктивних особливостей кабелів зв'язку.

5.1. Визначення імпедансу та коефіцієнту згасання витих пар.

5.2. Перевірка умови Хевісайда для забезпечення зменшення втрат електромагнітної енергії у витих пар структурованих кабельних систем.

5.3. Визначення оптимальної геометрії радіочастотного коаксіального кабелю за коефіцієнтом згасання.

Тема 6. Первинні та вторинні параметри електромагнітних впливів

6.1. Визначення захищеності витих пар кабелів структурованих кабельних систем.

6.2. Перевірка впливу екрану на завадостійкість витих пар структурованих кабельних систем.

Тема 7. Особливості неузгоджених режимів роботи кабельних ліній

Визначення імпедансу кабелю зв'язку за умови роботи кабельної лінії у режимі холостого та короткого замикання.

Тема 8. Сучасні технології виготовлення кабелів зв'язку

Перевірка впливу середовища охолодження на розподіл температури по товщині ізолюваного провідника кабелю зв'язку

Тема 9. Контроль та діагностика електричних параметрів кабелів зв'язку

Особливості імпульсної рефлектометрії із застосуванням вейвлет перетворення .

Теми лабораторних робіт

Тема 5. Особливості дослідження вторинних параметрів кабелів зв'язку

5.1. Дослідження амплітудно-частотної характеристики кабелів на основі витих пар категорії 5e — категорії 7 структурованих кабельних систем.

5.2. Дослідження параметрів передачі кабелів на основі витих пар категорії 5e — категорії 7 структурованих кабельних систем.

Тема 6. Вторинні параметри електромагнітного впливу

Дослідження перехідного згасання на ближньому кінці між витими парами кабелів на основі витих пар категорії 5e — категорії 7 структурованих кабельних систем.

Тема 7. Оптимальні режими роботи кабелів зв'язку

Дослідження режимів роботи коаксіальних радіочастотних кабелів у узгодженому та неузгодженому режимах методом імпульсної рефлектометрії.

Тема 9. Особливості контролю волоконно-оптичних кабелів

Дослідження втрат електромагнітної енергії у волоконно-оптичних кабелях методом оптичної рефлектометрії.

Самостійна робота

Самостійна робота включає опрацювання лекційного матеріалу, Підготовка до практичних (лабораторних) занять, Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях та виконання індивідуального розрахункового завдання з розрахунку електричних параметрів передачі різного конструктивного в залежності від області застосування кабелів на основі витих пар та коаксіальних радіочастотних у безкоштовному програмному середовищі Octave.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Вакуленко О.В., Голь В.Д., Ірха М.С., Хахлюк О.А. Лінії передачі: підручник. Київ: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 218 с.

2. Mahlke G., Gossing P. Fiber optic cables: fundamentals, cable engineering, systems planning. Berlin; Munchen: Siemens-Aktienges., 1993. 244 p.

Додаткова література

3. Бондаренко О.В, Степанов Д.М., Стащук О.М. Методичні вказівки до виконання комплексної роботи за темою: «Розрахунок конструкції та визначення параметрів передачі кабелю електрозв'язку». Одеса: Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова. 2014, 96 с.

4. Безпрозваних Г.В., Рассамакіна С.А., Чернокозов А.Ю. Кабелі широкопasmових цифрових абонентських телефонних мереж. Електропанорама. Київ. 2012. – № 1 – 2. – С. 22 – 25.
5. Безпрозваних Г.В., Пушкар О.А. Підвищення завадостійкості кабелів для систем протипожежного захисту. Електротехніка і Електромеханіка. 2020. №4.
6. Безпрозваних Г.В., Костюков І.О., Пушкар О.А. Синтез конструктивних рішень щодо забезпечення робочої ємності кабелів промислових мереж в межах нормованого діапазону. Електротехніка і Електромеханіка. 2021. №1.
7. Eaton J.W., Bateman D., Hauberg S., Wehbring R. GNU Octave A high-level interactive language for numerical computations. Boston: MA, 2017. 1004 p.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).
 Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.
 Поточне оцінювання: онлайн тест та лабораторні роботи (по 30%).

Шкала оцінювання

| Сума балів | Національна оцінка | ЕСТ S |
|------------|---|-------|
| 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

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Олександр КЕССАЄВ

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Галина ОМЕЛЯНЕНКО