



[RE-235] ПРИСТРОЇ НАДВИСОКИХ ЧАСТОТ. КУРСОВА РОБОТА



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 - Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	172Б ІКР - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 49228)172Б ІКР+ - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 57910)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	1 кред. (Лекц. год, Практик. год, Лаб. год, СРС. 30 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Захист
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	СРС.: Василенко Д. О.
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Сучасні системи (автомобілі, безпілотні апарати, літаки, ...) мають в своєму складі до 10-20 різноманітних антен із відповідними трактами передачі. Кожен тракт передачі вимагає вибору лінії передачі, побудови необхідних компонентів на основі обраної лінії передачі. Кожна антена вимагає пристроїв узгодження.

Виконання курсової роботи з навчальної дисципліни ПРИСТРОЇ НВЧ дає студентам

знання

- принципів побудови, конструкцій, принципів дії пристроїв надвисоких частот (НВЧ) та фізичних процесів, що в них відбуваються (в частині вузькосмугових і широкосмугових узгоджувачів пристроїв коаксіального і мікросмушкового типу);

- методів розрахунків параметрів пристроїв НВЧ (в частині вузькосмугових і широкосмугових узгоджувачів пристроїв коаксіального і мікросмушкового типу);

уміння:

- провести інженерні розрахунки основних характеристик пристроїв НВЧ і антен;

досвід:

- виконання розрахунків вузькосмугових та широкосмугових узгоджувачів пристроїв коаксіального, мікросмушкового і хвилеводного виконання;

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні компетентності та результати навчання за освітньою програмою (див. на сайті https://osvita.kpi.ua/172_OPPB_IKRI):

Загальні компетентності

ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК 7 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 8 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Фахові компетентності

ФК 4 Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

ФК 17 Здатність застосовувати сучасні САПР для проектування, конструктивного синтезу та високоефективної багатопараметричної оптимізації антен, активних та пасивних пристроїв НВЧ

Програмні результати навчання

ПРН 14 Застосовування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування телекомунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв

ПРН 23 Виконувати розрахунок, чисельну оптимізацію та проектування антен та мікрохвильових пристроїв, активних приймальних систем НВЧ, використовуючи сучасні САПР

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення навчальної дисципліни ПРИСТРОЇ НВЧ ґрунтується на компетенціях, набутих під час вивчення наступних навчальних дисциплін: «Вища математика», «Загальна фізика» (розділ «Електрика та магнетизм»), «Інформатика», «Основи метрології», "Електродинаміка та поширення радіохвиль"

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни ПРИСТРОЇ НВЧ використовується в подальшому під час вивчення спеціальних навчальних дисциплін: "Електронні та квантові пристрої надвисоких частот", "Антенні системи".

3. Зміст навчальної дисципліни

Курсова робота є індивідуальним завданням до курсу "Пристрої НВЧ". Для підготовки до виконання КР слід скористатися рекомендованою літературою, конспектом лекцій, та методичними вказівками до виконання КР. Індивідуальне завдання на розрахункову роботу надає викладач практичних занять, який також встановлює граничні строки для її здачі.

Зміст завдання до КР наведено нижче.

Частина 1. Узгодити комплексне навантаження Z_n з мікросмужковою лінією з характеристичним опором Z_0 на частоті f_0 . Для підкладинки мікросмужкової лінії задані відносна діелектрична проникність і висота.

Узгодження виконати трьома способами:

- із застосуванням дискретних ємностей та індуктивностей;
- із застосуванням відрізків ліній передачі і паралельних шлейфів з характеристичним опором Z_0 ;
- із застосуванням чвертьхвильового трансформатора (як компенсувати реактивний опір навантаження студент обирає самостійно).

Для способу 1 необхідно визначити, яка схема узгодження буде використовуватись і чому, зобразити на діаграмі Вольперта-Сміта всі необхідні перетворення, розрахувати номінали ємностей та індуктивностей на частоті f_0 і нанести їх на схему узгодження. Для способів 2 і 3 необхідно зобразити на діаграмі Вольперта-Сміта всі необхідні перетворення (перехід уздовж лінії та/або визначення довжини шлейфа), розрахувати значення довжини і ширини всіх мікросмужкових ліній, намалювати схему узгодження (ширину і довжину ліній малювати у масштабі).

Для всіх способів узгодження необхідно розрахувати частотну залежність коефіцієнта відбиття отриманої схеми узгодження в діапазоні частот $0.1f_0 - 2f_0$ У висновках до КР необхідно порівняти отримані частотні залежності коефіцієнта відбиття для всіх способів узгодження.

Всі 3 типи узгодження необхідно реалізувати у САПР AWR Design Environment у відповідності до розділу 7 за допомогою ідеальних дискретних елементів та аналітичних моделей мікросмужкових елементів. Порівняти ширину робочої смуги частот і резонансну частоту узгодження, що отримані в результаті розрахунку у відповідності до розділів 3-5 та при моделюванні у САПР AWR Design Environment. Для узгодження за допомогою дискретних елементів необхідно замістити ідеальні компоненти їх S-параметрами з бази САПР AWR Design Environment і оцінити вплив реальних компонентів на якість вузькосмугового узгодження. Для узгодження за допомогою шлейфа зробити аналіз узгодження за допомогою EM симулятора AXIEM. Оцінити відмінності в якості вузькосмугового узгодження при моделюванні аналітичними блоками і при симуляції за допомогою EM симулятора.

Частина 2. Синтезувати ступінчастий перехід з характеристикою Чебишева від лінії з характеристичним опором R_n до лінії з характеристичним опором Z_0 для смуги частот f_1 - f_2 . Максимальний коефіцієнт відбиття в смузі частот складає Γ_0 .

Синтез виконати методом невизначених коефіцієнтів і з використанням теорії малих відбиттів. Розрахувати розміри вхідної і вихідної ліній передачі та ступінчастого переходу для коаксіальної лінії з діаметром зовнішнього провідника $D=30$ мм для методу невизначених коефіцієнтів і для мікросмужкової лінії на матеріалі з діелектричною проникністю 2.2 і висотою

підкладинки 1.524 мм для теорії малих відбиттів. Зробити рисунки ступінчастих переходів і проставити на них розміри ліній передачі. На одному графіку побудувати частотну залежність ступінчастих переходів, розрахованих різними методами. Зробити висновки.

Необхідні числові значення параметрів видаються студентам індивідуально. Методичні вказівки і завдання до КР наведено в розділі література.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Василенко, Д. О. Пристрої надвисоких частот: Курсова робота (Частина 1. Вузькосмугове узгодження комплексних навантажень) [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / Д. О. Василенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,76 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 79 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45719>
2. Василенко, Д. О. Пристрої надвисоких частот. Курсова робота (Частина 2. Широкосмугове узгодження навантажень) [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / Д. О. Василенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,18 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 63 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/50549>
3. Василенко, Д. О. Пристрої надвисоких частот. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія» за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / Д. О. Василенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,67 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 182 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57059>
4. Василенко, Д. О. Пристрої надвисоких частот. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія» за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / Д. О. Василенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,37 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 51 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57060>
5. David M. Pozar. Microwave Engineering / David M. Pozar. – USA: John Wiley & Sons, 2005. – 700 р.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендований термін виконання частин курсової роботи наведено у таблиці:

Тиждень семестру	Назва етапу роботи
2-4	Отримання завдання
4-6	Вузькосмугове узгодження (дискретні елементи)
6-8	Вузькосмугове узгодження (паралельний шлейф)
8-10	Вузькосмугове узгодження (чвертьхвильовий трансформатор)
10-12	Широкосмугове узгодження (методи невизначених коефіцієнтів)
12-14	Широкосмугове узгодження (теорія малого відбиття)
15-17	Захист

Точні терміни виконання відповідних частин курсової роботи визначаються викладачем після видачі завдання.

6. Самостійна робота студента

Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Отримання теми на курсову роботу	2
Вузькосмугове узгодження (діаграма Сміта)	8
Вузькосмугове узгодження (реалізація у САПР)	6
Широкосмугове узгодження (теоретичні розрахунки)	4
Широкосмугове узгодження (реалізація у САПР)	6
Захист курсової роботи	4

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Оформлення курсової роботи має відповідати вимогам до звітів про НДР (ДСТУ 3008-2015 «Державний стандарт України. Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення»).

На що звернути увагу при оформленні:

- Обов'язкові частини курсової роботи: титульний лист, завдання на курсову роботу, зміст, що включає найменування всіх розділів і пунктів із зазначенням номерів сторінок, основна частина і висновки,

- Текст, формули та числові розрахунки виконуються чітко та акуратно без помарок за допомогою комп'ютера або охайно від руки на одному боці аркуша формату А4

- Параметри тексту: відступ зверху та знизу 20 мм, зліва 20 мм, справа 20 мм при книжній орієнтації сторінки та, відповідно, 20мм, 10 мм, 20 мм 20 мм при альбомній орієнтації, колонтитули 15 мм. Текст розміщується з однієї сторони листа. Гарнітура тексту Time New Roman, розмір шрифту 14 pt, проміжок між рядками – одинарний, абзац – (червоний рядок) 15 мм. В таблицях, колонтитулах та на діаграмах шрифт може бути від 10 pt до 12 pt в залежності від тексту. Вертикальне вирівнювання тексту по верху сторінки. Горизонтальне вирівнювання тексту по ширині сторінки. Нумерація сторінок внизу посередині сторінки арабськими цифрами, перша сторінка не нумерується.

- Позначення та одиниці фізичних величин повинні відповідати вимогам:

- опір електричних активний R , Ом;
- опір електричний реактивний X , Ом;
- опір електричний повний Z , Ом;
- провідність електрична активна G , Сім (сіменс);
- провідність електрична реактивна B , Сім;
- провідність електрична повна Y , Сім;
- ємність C , пФ;
- індуктивність L , нГ (генрі);
- частота f , Гц, МГц, ГГц(герц);

- При числових розрахунках необхідно дотримуватися певних вимог: шукану величину виражати формулою, потім підставляти відомі значення величин, записувати результат розрахунку (числове значення шуканої величини) та одиниці виміру. Розрахунки необхідно виконувати до двох цифр після коми.

- Ілюстрації (малюнки, графіки, схеми) будуються акуратно за допомогою креслярських інструментів чи прикладних програм з дотриманням масштабу. Це, зокрема, стосується, мікросмушкових і коаксіальних схем узгодження.

- Ілюстрації необхідно подавати в документі безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Ілюстрації позначають словом «Рис.» і нумерують послідовно в межах розділу.

- Діаграми Сміта додаються на окремому листку із побудовами за допомогою креслярських інструментів. Для кожного розділу вузькосмугового узгодження використовується окрема діаграма Сміта.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Курсова робота виконується частинами протягом семестру.

При вивченні відповідної теми дається 2-3 тижні на виконання відповідної частини курсової роботи.

Кожна частина оцінюється відповідною кількістю балів.

Кожне завдання по вузькосмуговому узгодженню захищається окремо.

В таблиці наведені максимальні значення балів за відповідне завдання.

Студентом отримується кількість балів, пропорційна оцінці:

100% максимальної кількості балів відповідає оцінці відмінно,

60% максимальної кількості балів відповідає оцінці достатньо

Вузькосмугове узгодження	
- реалізація вузькосмугового узгодження за допомогою дискретних елементів	10
- реалізація вузькосмугового узгодження за допомогою шлейфа	10
- реалізація вузькосмугового узгодження за допомогою чвертьхвильового трансформатора	7.5
- захист реалізації вузькосмугового узгодження за допомогою дискретних елементів	10
- захист реалізації вузькосмугового узгодження за допомогою шлейфа	10
- захист реалізації вузькосмугового узгодження за допомогою чвертьхвильового трансформатора	7.5
- реалізація вузькосмугового узгодження у AWR	10
Широкосмугове узгодження	
- розв'язання завдання методом невизначених коефіцієнтів	7.5
- розв'язання завдання методом теорії малого відбиття	7.5

- реалізація широкосмугового узгодження у AWR	10
Оцінка володіння програмою AWR	10
Максимальна сума балів за курсову роботу	100

Штрафні бали:

- здача відповідної частини курсової роботи після визначеного терміну: -5 балів

- неналежне оформлення курсової роботи: -10 балів

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Реалізація узгодження виконується у ліцензійному програмному забезпеченні Cadence AWR Microwave Office

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Василенко Д. О.](#);

Ухвалено кафедрою PI (протокол № 06/2023 від 23.06.2023)

Погоджено методичною комісією факультету/ІНІ (протокол № 06-2023 від 29.06.2023)