

[RE-41] ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ТА ЗАСОБИ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ



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	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 3-го курсу, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 18 год, Практ. год, Лаб. 36 год, СРС. 66 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Джерело живлення (ДЖ) - невід'ємна складова кожного радіоелектронного апарату. Використовуються для живлення не тільки РЕА, але і для силових агрегатів в системах автоматизованого керування. Сукупність схемотехнічних рішень ДЖ охоплює як найпростіші варіанти (параметричний стабілізатор), так і сучасні з використанням інверторів, що дозволяють формувати сигнали заданої форми і частоти в широкому діапазоні потужностей.

Результати навчання. Ознайомлення з особливостями схемотехнічних рішень сучасних ДЖ.

Оцінка впливу схмотехних рішень та значень параметрів компонентів на вихідні параметри ДЖ. Аналіз процесів перетворення сигналу в складових (випрямляч, згладжувальний фільтр, стабілізатор) ДЖ. Способи регулювання напруги та струму навантаження. Засоби захисту ДЖ від перенавантажень та ВЧ-завад.

Уміння вибрати оптимальне схмотехнічне рішення та типи радіокомпонентів, враховуючи їх граничні режими (напруга, струм, потужність) роботи. Реалізувати в широкому діапазоні потужностей ДЖ високої надійності і низької собівартості, враховуючи особливості конструктської реалізації компонентів силової електроніки. А також, уміння виявляти слабкі місця та діагностувати можливий дефект в найбільш навантаженому функціональному вузлі радіоелектронного апарату.

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

Фізика (електрика і магнетизм, закони Ома та Кірхгофа, рівняння Максвелла), вища математика (основи диференціального та інтегрального числення, лінійні диференціальні рівняння), основи радіоелектроніки.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Лінійні джерела живлення

Тема 1.1. Вступ.

Основні відомості про джерела живлення. Поняття первинних і вторинних джерел живлення.. Структурні схеми і принципи побудови джерел живлення. Вхідні та вихідні параметри джерел живлення

Тема 1.2. . Випрямлячі.

Напівперіодна та двопівперіодна схеми однофазного живлення. Випрямлячі з розчепленням напруги .. Трифазні випрямлячі. Вибір вентиля. Габаритна потужність трансформатора. ККД лінійних джерел напруги. Випрямлячі з множенням напруги. Схема Латура. Основні співвідношення. Керування потужності випрямленої напруги.

Тема 1.3. Фільтруючі пристрої.

Зменшення пульсацій за допомогою пасивних Г-подібних та П-подібних фільтрів. Активні фільтри. Послідовний та паралельний активні фільтри. Побудова. Параметри активних фільтрів.

Тема 1.4. Лінійні стабілізатори напруги та струму. Схеми та параметри. Параметричні стабілізатори. Джерела опорної напруги. Транзисторні компенсаційні стабілізатори. Схеми, принципи роботи. Стабілізуючі властивості. Три-входові та чотири-входові промислові стабілізатори

Розділ 2. Імпульсні джерела живлення

Тема 2.1. Імпульсні стабілізатори.

Понижуючий та підвищуючий перетворювач напруги. Призначення та принципи дії. Розрахунок дроселів для накопичення енергії. Широтно-імпульсні та частотно-імпульсні модулятори. Релейні стабілізатори. Методи зменшення втрат в ключовому транзисторі. Недоліки ключових стабілізаторів. Транзисторні перетворювачі напруги. Схемні рішення. Принцип дії.

Тема 2..2. Імпульсні джерела живлення.

Класифікація. Основи побудови джерел живлення з широтно-імпульсною модуляцією. Драйвери сучасних імпульсних блоків живлення. Схеми формування управляючого сигналу з широтно-імпульсною модуляцією

Тема 2.3. Зворотно-ходові імпульсні джерела живлення.

Методи підвищення ККД . Розрахунок трансформаторів. Вибір магнітних матеріалів. Вхідні фільтри імпульсних джерел живлення для зменшення зовнішніх синфазних та несинфазних завад.

Тема 2.4. Джерела живлення з фотобатареями

Вольт-амперні характеристики сонячних елементів. Перетворювачі постійного струму в змінний. Інвертори. Принцип роботи. Основні параметри. Ключові елементи інверторів. ККД

Тема 2.5. Програмовані джерела живлення та джерела живлення спеціального призначення.

Елементи захисту джерел живлення від коротких замикань на виході та нестабільних вхідних напруг.

Тема 2.6. Пристрої живлення переносної апаратури. Гальванічні елементи та батареї. Характеристики сучасних гальванічних елементів цинкових, з окису цинку та інших. Гальванічні елементи з поліпшеними параметрами.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована база

1. Brown, Marty. **Power supply cookbook / Marty Brown**.—2nd ed. p. cm. 288 p. ISBN 0-7506-7329-X
2. Зінковський Ю.Ф., Коваль А.В. Комп'ютерне схемотехнічне моделювання елементів радіоелектроніки, підручник, Т2, – К. НТУ, 2013 – 376 с.
3. Irving M. Gottlieb Power Supplies, Switching Regulators, Inverters, and Converters. -544p. ISBN 5-901095-05-7
4. Severns R., Bloom G. Modern switch mode converter circuits. - 249 p. ISBN 0-442-21396-4

Допоміжна

1. L.:H. Dixon, Deriving the Equivalent Electrical Circuit from the Magnetic Device Physical Properties, Unitrode/TI Magnetics Design Handbook, 2000, Topic R4, TI Literature No. SLUP132
2. Mammano R. "Switching Power Supply Topology Voltage Mode vs. Current Mode". App.Note, 1994 (SLUA119)

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилань на літературу та завдання на СРС)
1	Тема "Вступ" • Основні відомості про джерела живлення електронної апаратури і їх роль в функціонуванні радіоелектронної апаратури. • Поняття первинних і вторинних джерел живлення. • Структурні схеми лінійних джерел живлення. • Принципи побудови джерел живлення. • Характеристики, вхідні та вихідні параметри джерел живлення. Література Brown, Marty. Power supply cookbook / Marty Brown.—2nd ed. p. см. 288 p. ISBN 0-7506-7329-X
2	Тема "Нестабілізовані джерела живлення. Випрямлячі" • Схеми випрямлячів. Півперіодна та двопівперіодна схеми однофазного живлення при роботі на активне, та комплексне (ємнісне та індуктивне) навантаження. • Основні співвідношення для однокатних і двокатних випрямлячів. Випрямлячі з розчепленням напруги живлення. • Трифазні випрямлячі, як елементи силової електроніки. • Визначення рівня пульсацій, коефіцієнта пульсацій, середнього значення випрямленої напруги, • Вибір вентиля з врахуванням максимальної зворотної напруги і максимального діючого та середнього значення струму вентиля. • Розрахунок діючого значення напруг та струмів в обмотках трансформатора. • Габаритна потужність трансформатора. ККД лінійних джерел напруги. Література • Brown, Marty. Power supply cookbook / Marty Brown.—2nd ed. p. см. 288 p. ISBN 0-7506-7329-X • Irving M. Gottlieb Power Supplies, Switching Regulators, Inverters, and Converters. -544p. ISBN 5-901095-05-7. Завдання на СРС • повторити матеріал попередньої лекції
3	Тема "Нестабілізовані джерела живлення. Випрямлячі" • Симетричні та несиметричні випрямлячі з множенням напруги. • Схема Латура. Умови симетрії плечей схеми. • Особливості розрахунку параметрів схеми. Основні співвідношення. • Керування потужності випрямленої напруги. Література • Brown, Marty. Power supply cookbook / Marty Brown.—2nd ed. p. см. 288 p. ISBN 0-7506-7329-X Завдання на СРС • повторити матеріал попередньої лекції
5	Тема "Нестабілізовані джерела живлення. Фільтруючі пристрої" • .Особливості застосування. Зменшення пульсацій випрямленої напруги за допомогою пасивних Г-подібних та П-подібних фільтрів на L, C елементах. • Резонансні фільтри. • Активні фільтри. Послідовний та паралельний активні фільтри. Принцип дії. Параметри активних фільтрів. Методи підвищення фільтруючих властивостей. Література • Brown, Marty. Power supply cookbook / Marty Brown.—2nd ed. p. см. 288 p. ISBN 0-7506-7329-X Завдання на СРС • повторити матеріал попередньої лекції

6	Тема "Стабілізатори напруги та струму. лінійні стабілізатори" Лінійні стабілізатори напруги та струму. Основні поняття. Схеми та параметри. Параметричні стабілізатори. Транзисторні компенсаційні стабілізатори. Джерела опорної напруги. Схеми, принципи роботи. Методи підвищення стабілізуючих властивостей. Три-входові та чотири-входові промислові стабілізатори. Література • Irving M. Gottlieb Power Supplies, Switching Regulators, Inverters, and Converters. -544p. ISBN 5-901095-05-7. Завдання на СРС: повторити матеріал попередньої лекції.
7	Тема "Стабілізатори напруги та струму. Імпульсні стабілізатори." Імпульсні стабілізатори. Понижуючий та підвищуючий перетворювач напруги. Призначення та принципи дії. Розрахунок дроселів для накопичення енергії. Широтно-імпульсні та частотно-імпульсні модулятори. Література Severns R., Bloom G. Modern switch mode converter circuits. - 249 p. ISBN 0-442-21396-4 Завдання на СРС: повторити матеріал попередньої лекції.
9	Релейні стабілізатори. Методи зменшення втрат в ключовому транзисторі. Недоліки ключових стабілізаторів. Транзисторні перетворювачі напруги. Схемні рішення Принцип дії. Енергетичні показники Завдання на СРС: повторити матеріал попередньої лекції.
10	Імпульсні джерела живлення. Класифікація імпульсних джерел живлення. Основи побудови джерел живлення з широтно-імпульсною модуляцією. Розробка імпульсних джерел живлення з широтно-імпульсною модуляцією. Завдання на СРС: повторити матеріал попередньої лекції
11	Драйвери сучасних імпульсних блоків живлення. Схеми формування управляючого сигналу з широтно-імпульсною модуляцією. Розрахунок схеми. Завдання на СРС: повторити матеріал попередньої лекції
12	Зворотно-ходові імпульсні джерела живлення. Методики формування сигналів для підвищення коефіцієнта корисної дії імпульсного джерела живлення. Розрахунок трансформаторів. Вибір магнітних матеріалів. Вхідні фільтри імпульсних джерел живлення для зменшення зовнішніх синфазних та несинфазних завад. Завдання на СРС: повторити матеріал попередньої лекції.
13	Сонячні джерела живлення. Вольт-амперні характеристики сонячних елементів. Перетворювачі постійного струму в змінний. Інвертори. Принцип роботи. Основні параметри. Вибір частоти перетворювача. Процеси в ключових елементах інверторів. Обґрунтування вибору транзисторів для підвищення ККД. Завдання на СРС: повторити матеріал попередньої лекції
14	Програмовані джерела живлення та джерела живлення спеціального призначення. Елементи захисту джерел живлення від коротких замикань на виході та нестабільних вхідних напруг. Пристрої живлення переносної апаратури Завдання на СРС: повторити матеріал попередньої лекції.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента є невід'ємною умовою успішного опанування курсу. Вона складається з вивчення літератури по темам дисципліни, підготовку до модульної контрольної роботи, підготовку до лабораторних робіт, опрацювання результатів лабораторних робіт. На опрацювання результатів лабораторних робіт відводиться один тиждень.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять, як лекцій так і лабораторних робіт, є обов'язковим. У випадку проведення навчань в дистанційній формі студент має своєчасно приєднуватись до конференції, неприпустимі запізнення більше, ніж на п'ять хв.. Лабораторні роботи виконуються кожним студентом самостійно відповідно до індивідуального варіанту завдання. Перед лабораторною роботою викладач може перевірити рівень компетентності студентів в

темі лабораторної роботи. Під час проведення та захисту лабораторних робіт студенту дозволяється користуватись будь-яким довідковим матеріалом. Захист лабораторних робіт проводиться в індивідуальному порядку. На опрацювання та захист лабораторної роботи відводиться один тиждень. За недотримання термінів захисту лабораторних робіт вводяться штрафні бали: за кожен день понад термін максимальна можлива кількість балів, яку студент може отримати за лабораторну роботу, зменшується на одиницю.

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

Поточний контроль: здійснюється по результатам виконання студентами лабораторних робіт, а також МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт.

PCO передбачає наступні види контролю та оцінювання результатів навчання:

Вид робіт:	Максимальна кількість балів
МКР	20
залік	20
Лабораторні роботи №1, №2, №4.1	10 за кожену роботу
Лабораторні роботи №4.2, №4.3	15 за кожену роботу

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)

...

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Лабораторія корструювання радіоапаратури. Прилади вимірювання напруги та струму, осцилоскоп. Лаборані роботи: "Дослідження кривої намагнічування осердя силового трансформатора та розрахунок його ККД"; "Дослідження пасивного RC-фільтра"; "Дослідження активного фільтра"; "Дослідження параметричного стабілізатора"; "Дослідження серійного інвертора"; "Дослідження джерела живлення на сонячній батареї";.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Кирпатенко І. М.](#);

Ухвалено кафедрою ПРЕ (протокол № 06/2025 від 24.06.2025)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06/2025 від 25.06.2025)