

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Код РПНД: Т7239



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С. О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Вторинні джерела живлення
SECONDARY POWER SOURCES

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) перший (бакалаврський) / другий (магістерський)
тип дисципліни	обов'язкова обов'язкова / вибіркова
мова(и) викладання	українська українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни «ВТОРИННІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальності G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»
освітня програма «Електронні системи»

« 11 » квітня 2025 року. – 20 с.

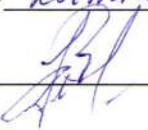
Розробник:  д.т.н., проф. Володимир РЯБЕНЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ВТОРИННІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

к.т.н., доц. Олексій ДЬЯКОНОВ 

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ВТОРИННІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ» розглянуто на засіданні кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Протокол № 12 від « 16 » квітня 2025 р.

Завідувач кафедри ПЕЕТ  д.т.н., проф. Володимир РЯБЕНЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ВТОРИННІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 5 від « 15 » травня 2025 р.

Голова  к.т.н., доц. Дмитро ЖУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ВТОРИННІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  к.т.н., доц. Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «ВТОРИННІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від « 21 » травня 2025 р.

Голова НМР НУК  к.т.н., доц. Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
Самостійна робота.....	12
Не передбачено	13
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	17
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	18
10. Методичне забезпечення	18
11. Рекомендована література	19
12. Інформаційні ресурси	19

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «Вторинні джерела живлення» призначена для вивчення елементів електронних систем, що працюють у найбільш напруженому режимі і характеризуються не інформаційними показниками, а енергетичними. Вторинні джерела живлення є пристроями, які найчастіше виходять з ладу і по цій причині можуть виходити з ладу інші модулі електронних систем. Тому для забезпечення їх високої надійності, якості роботи розробникам необхідно глибоке і комплексне володіння як схемотехнікою таких пристроїв, так і режимами роботи елементної бази.

В дисципліні вивчаються аналогові та ключові режими роботи сучасної елементної бази, її взаємодію з реактивними елементами, що призначені як для накопичення і передачі енергії, так і для забезпечення оптимальних режимів ключових елементів. Вивчаються сучасні наробки в створенні високонадійних і енергоефективних вторинних джерел живлення.

Ключові слова: транзисторний ключ, дросель, конденсатор, резонанс, широтно - імпульсна модуляція, прямо ходовий перетворювач, зворотно ходовий перетворювач, високочастотний перетворювач.

Abstract

The discipline "Secondary power sources" is intended for the study of elements of electronic systems that work in the most intense mode and are characterized not by information indicators, but by energy indicators. Secondary power sources are the devices that most often fail, and for this reason, other modules of electronic systems can fail. Therefore, in order to ensure their high reliability and quality of work, developers need a deep and comprehensive knowledge of both the circuit technology of such devices and the modes of operation of the element base.

The discipline studies analog and key modes of operation of the modern elemental base, its interaction with reactive elements, which are designed both for energy storage and transmission, and for ensuring optimal modes of key elements. Modern developments in the creation of highly reliable and energy-efficient secondary power sources are studied.

Key words: transistor switch, choke, capacitor, resonance, pulse-width modulation, direct-drive converter, reverse-drive converter, high-frequency converter.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	Обов'язкова
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		4-й	4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність – G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» Освітня програма – Електронні системи	Семестр	
		7-й	7-й
		Лекцій	
15 год.		6 год.	
Практичні			
15 год.		6 год.	
Лабораторні			
15 год.	6 год.		
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		75 год.	102 год.
		Індивідуальні завдання: не передбачено	
		Вид контролю: екзамен	
Загальна кількість годин: 120		Форма контролю: комбінована	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 5;			
	Тижневих годин для заочної форми навчання: аудиторних –1,8; самостійної роботи студента – 10,2.		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «ВТОРИННІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ» є засвоєння студентами знань про способи перетворювання електроенергії, склад і параметри джерел вторинного електроживлення, особливості застосування електроелементів при проектуванні джерел живлення та формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- СК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.
- СК6. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.
- СК7. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал у синтезі інженерних рішень і в розробці конструкцій пристроїв та систем електроніки.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: «Схемотехніка», «Аналогова схемотехніка», «Енергетична електроніка та автономні перетворювачі», «Програмування електронних та телекомунікаційних систем»

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- ПРН1. Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.
- ПРН5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.
- ПРН7. Аналізувати складні цифрові та аналогові інформаційно-вимірювальні системи з розширеною архітектурою комп'ютерних та

телекомунікаційних мереж з урахуванням специфікації вибраних технічних засобів електроніки та відповідної технічної документації.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Джерела електричної енергії

Тема 1. Загальні відомості про джерела електричної енергії.

Лекція 1. (1 год.) Джерела електричної енергії та склад і параметри джерел вторинного електроживлення.

Мережа електропостачання загального призначення. Автономні системи електропостачання. Хімічні джерела струму. Поняття про систему вторинного електроживлення. Функціональна схема. Основні електричні параметри. Стабілізовані і нестабілізовані джерела.

Література: [4, розд. 1, п. 1, п. 2].

Тема 2. Джерела живлення і стабілізатори напруги.

Лекція 2. (2 год.) Стабілізатори постійної напруги безперервної дії та блоки вторинного електроживлення зі стабілізаторами постійної напруги.

Параметричні стабілізатори. Компенсаційні стабілізатори напруги. Схеми регулюючих пристроїв стабілізаторів напруги. Приклади розрахунку компенсаційного та параметричного стабілізатора. Схема джерела живлення з лінійним стабілізатором постійної напруги на струм 20 А. Розрахунок напівпровідникових елементів стабілізатора.

Література: [4, розд. 2, п. 1, п. 2].

Лекція 3. (2 год.) Високовольтні джерела електроживлення.

Способи отримання високої напруги на підвищеній частоті перетворення. Способи регулювання високої напруги на виході перетворювача. Джерела електроживлення пристроїв відображення інформації. Джерела електроживлення високої напруги передаючих пристроїв.

Література: [1, розд. 4, п. 1-8]

Тема 3. Імпульсні перетворювачі та стабілізатори напруги.

Лекція 4. (2 год.) Імпульсні стабілізатори постійної напруги, блоки живлення з імпульсними стабілізаторами напруги.

Принцип роботи імпульсних стабілізаторів. Особливості побудови схем імпульсних стабілізаторів. Розрахунок режиму роботи силового ключа стабілізатора. Розрахунок високочастотного фільтру. Розрахунок режиму роботи зворотного діода імпульсного стабілізатора. Джерело живлення постійного струму 5 В, 5 А з імпульсним стабілізатором напруги на дискретних елементах. Блок живлення з імпульсним стабілізатором на мікросхемі серії 142ЕП.

Література: [4, розд. 2, п. 4, п. 5].

Лекція 5. (2 год.) Однотактні та двотактні перетворювачі.

Однотактний перетворювач напруги із зворотним включенням діоду. Однотактний напівмостовий перетворювач. Напівмостовий перетворювач з відводом від середньої точки ємнісного подільника вхідної напруги. Мостовий перетворювач. Електричні схеми.

Література: [1, розд. 3, п. 1, п.2].

Змістовий модуль 2. Використання електроелементів

Тема 4. Робота трансформаторів та дроселів.

Лекція 6. (2 год.) Уніфіковані трансформатори та дроселі.

Основні умови при виборі уніфікованого трансформатора для конкретної схеми. Послідовне, паралельне, зустрічне включення обмоток в уніфікованих трансформаторах. Робота уніфікованого трансформатора в автотрансформаторному режимі. Припустимі значення зміни експлуатаційних параметрів трансформаторів. Схеми включення трансформаторів для пристроїв живлення з підвищеними вимогами надійності.

Література: [4, розд. 1, п. 4].

Тема 5. Робота силових напівпровідникових ключів.

Лекція 7. (2 год.) Характеристики і параметри силових ключів, керування силовими напівпровідниковими ключами.

Вибір ключового елемента схеми. Основні групи довідкових даних по силових ключах. Характеристики ключів і режим роботи схеми. Вплив температури на параметри силових ключів. Припустимі режими роботи ключів. Функції та структури систем керування перетворювачами. Основні типи формувачів імпульсів керування. Формувачі імпульсів керування з сумісною передачею живлення і форми керуючого сигналу, з роздільною передачею живлення та інформаційного сигналу.

Література: [3, розд. 3, п. 1-3].

Лекція 8. (2 год.) Застосування потужних напівпровідникових ключів в силових схемах. Особливості використання електроелементів.

Типові схеми транзисторних ключів. Ключ на біполярному транзисторі з ізолюваним затвором. Ключ на потужному МДН-транзисторі. Ключ на біполярному транзисторі. Ключ на статичному індукційному транзисторі. Застосування потужних МДН-транзисторів в імпульсних джерелах живлення. Вплив тепла на роботу електроелементів. Вплив холоду на роботу електроелементів. Вплив вологості. Механічні навантаження. Атмосферний тиск. Проникаюча радіація.

Література: [3, розд. 4, п. 1-5], [4, розд. 1, п. 3].

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лк.	лаб.	пр.	с.р.		лк.	лаб.	пр.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Джерела електричної енергії										
Тема 1. Загальні відомості про джерела електричної енергії	15	1	1	1	12	15	2	2	2	9
Тема 2. Джерела живлення і стабілізатори напруги.	15	4	4	4	3	15	1	1	1	12
Тема 3. Імпульсні перетворювачі та стабілізатори напруги.	30	4	4	4	18	30	1	1	1	27
Разом за змістовим модулем 1	60	9	9	9	33	60	4	4	4	48
Змістовий модуль 2. Використання електроелементів										
Тема 4. Робота трансформаторів та дроселів.	30	2	2	2	24	30	1	1	1	27
Тема 5. Робота силових напівпровідникових ключів.	30	4	4	4	18	30	1	1	1	27
Разом за змістовим модулем 2	60	6	6	6	42	60	2	2	2	54
Усього годин	120	15	15	15	75	120	6	6	6	102

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовий модуль 1			
1.	Електрична схема мережного випрямляча та розрахунок її елементів. <i>Література: [2, розд. 1, п. 1].</i>	1	0,5
2.	Дослідження роботи стабілізаторів постійної напруги. Дослідження джерела живлення зі стабілізатором на операційному підсилювачі. Схема зниження пульсацій на напівпровідникових елементах (активний фільтр). <i>Література: [7, розд. 2].</i>	2	0,5
3.	Дослідження роботи джерел безперебійного електроживлення, джерел гарантованого живлення типу «офф-лайн» та «он-лайн». <i>Література: [1, розд. 1, п. 2].</i>	2	1
4.	Дослідження роботи напівмостового двотактного перетворювача напруги та резонансного мостового перетворювача напруги. <i>Література: [7, розд. 4, 5].</i>	2	1
5.	Дослідження роботи і ремонт джерел живлення персонального комп'ютера та відеомонітора. <i>Література: [7, розд. 8, 9].</i>	2	1
	<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	9	4
Змістовий модуль 2			
6.	Дослідження роботи трансформаторів та дроселів в джерелах живлення. <i>Література: [4, розд. 1, п. 4].</i>	2	1
7.	Дослідження роботи польового транзистора на навантаження та польових транзисторів з датчиками струму.	2	0,5
8.	Дослідження силових напівпровідниковими ключів в віртуальних та реальних схемах. Дослідження роботи безтрансформаторного підвищуючого перетворювача напруги на перемикаючих конденсаторах. <i>Література: [3, розд. 4, п. 1-4].</i>	2	0,5
	<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	6	2
	Усього	15	6

Теми практичних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовий модуль 1			
1.	Електрична схема мережного випрямляча та розрахунок її елементів. <i>Література: [2, розд. 1, п. 1].</i>	1	0,5
2.	Розрахунок елементів параметричного і компенсаційного стабілізаторів. <i>Література: [1, розд. 2, п. 2].</i>	2	0,5
3.	Розрахунок елементів схем стабілізаторів безперервної дії на інтегральних мікросхемах. <i>Література: [1, розд. 2, п. 3].</i>	2	1
4.	Розрахунок силових елементів імпульсного стабілізатора постійної напруги. Розрахунок елементів обв'язки імпульсного стабілізатора на інтегральній мікросхемі TL494. <i>Література: [1, розд. 2, п. 4].</i>	2	1
5.	Розрахунок високочастотного випрямляча. Розрахунок елементів високочастотного фільтру. <i>Література: [4, розд. 1, п. 8]</i>	2	1
	<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	9	4
Змістовий модуль 2			
6.	Розрахунок трансформаторів напруги, працюючих на частоті до 1000 Гц при синусоїдальному струмі. <i>Література: [6, розд. 2, п. 8].</i>	2	0,5
7.	Розрахунок силового трансформатора однофазного перетворювача напруги зі зворотним включенням діоду. Розрахунок режиму роботи силового ключа однофазного перетворювача. <i>Література: [1, розд. 3, п. 1].</i>	2	0,5
8.	Розрахунок силового трансформатора двохфазного напівмостового перетворювача. Розрахунок режимів роботи силових транзисторів. Розрахунок режимів роботи ключових транзисторів мостового перетворювача напруги. <i>Література: [1, розд. 3, п. 3]</i>	2	1
	<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	6	2
	Усього	15	6

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – *1 год. / 1 лекцію;*
- підготовка до практичних занять – *2 год. / 1 заняття;*
- підготовка до лабораторних робіт – *3 год. / 1 роботу;*
- переклад технічної документації – *15 год.;*
- підготовка до тестування – *15 год. / 1 тест;*
- підготовка до екзамену – *30 год.*

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовий модуль 1			
1.	Сучасна елементна база систем вторинного електроживлення.	4	6
2.	Засоби і системи контролю вторинних джерел живлення.	4	6
3.	Сучасні інтегральні стабілізатори безперервного типу.	4	6
4.	Діагностика елементів та вузлів систем вторинного електроживлення.	4	6
5.	Зменшення електромагнітних перешкод в джерелах вторинного електроживлення.	4	6
6.	Забезпечення теплових режимів джерел вторинного електроживлення та їх елементів.	4	6
7.	Забезпечення надійності електроживлення на етапі розробки.	4	6
8.	Інтегральні імпульсні стабілізатори фірми MOTOROLA.	5	6
	Разом за змістовим модулем 1	33	48
Змістовий модуль 2			
9.	Стабілізатори напруги змінного струму.	5	7
10.	Вимоги до параметрів джерел електроживлення і якості вихідної енергії конкретних пристроїв.	5	6
11.	Джерела безперебійного електроживлення	5	7
12.	Джерела електроживлення імпульсної дії.	5	7
13.	Стабілізатори напруги на мікросхемах.	5	7
14.	Базові структури силових напівпровідникових ключів.	5	6
15.	Граничні характеристики напівпровідникових ключів. Області безпечних режимів.	5	7
16.	Втрати в силових ключах. Теплові опори.	7	7
	Разом за змістовим модулем 2	42	54
	Усього	75	102

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Не передбачено

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Методи навчання:

- лекції;
- лабораторні роботи;
- практичні роботи;
- робота з літературою;
- інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки (проводиться одноразово на першому занятті в лабораторії).

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни:

- стандартизовані тести;
- модульні контрольні роботи;
- презентації результатів виконаних лабораторних робіт;
- презентації результатів виконаних практичних робіт
- презентації результатів виконаних досліджень;
- підсумкова семестрова контрольна робота;
- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного контролю у вигляді тестових завдань різної складності, перевірки результатів виконання практичних та лабораторних робіт та підсумкового контролю у формі екзамену. Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів.

Поточний контроль проводиться на кожній практичній та лабораторній роботі та за результатами самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми шляхом тестування (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих практичних навичок під час виконання практичних та лабораторних робіт. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний модульний контроль у формі тестування – до 12 балів, результатів виконання лабораторних робіт – до 24 балів, результатів виконання практичних робіт – до 24 балів та заліку – до 40 балів.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Право здавати заключний екзамен дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 60 балів.

Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок написання реферату на одну із зазначених вище тем.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену, що проводиться у письмовій формі. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову екзаменаційну роботу (проводиться у письмовій формі у вигляді тестів), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову екзаменаційну роботу становить 40 балів. Результуюча оцінка виставляються відповідно до шкали оцінювання ECTS.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
3	Студент самостійно виконав усі етапи лабораторної роботи у встановлений термін. Правильно проведено розрахунок та дослідження вторинного джерела живлення (випрямляча, стабілізатора або імпульсного перетворювача). Отримані експериментальні результати відповідають теоретичним розрахункам. У звіті відсутні помилки (можливі 1–2 незначні неточності, які не є наслідком нерозуміння навчального матеріалу).
2	Лабораторна робота виконана не в повному обсязі або містить окремі помилки в розрахунках чи вимірюваннях. Студент виконує роботу згідно з методичними вказівками, іноді після консультації викладача, але недостатньо володіє методами аналізу схем вторинних джерел живлення та навичками роботи з вимірювальною апаратурою.
0	Робота виконана з порушенням встановлених термінів або містить істотні помилки. Результати експерименту відсутні або неправильні. Студент не володіє базовими знаннями щодо принципів роботи вторинних джерел живлення та навичками роботи з вимірювальними приладами.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 24 балів (8 робіт по 3 бали).</i>

Практична робота	Критерії оцінювання
3	Студент вільно володіє теоретичним матеріалом. Уміє виконувати розрахунок параметрів випрямлячів, фільтрів та стабілізаторів напруги. Може аналізувати режими роботи лінійних та імпульсних джерел живлення, визначати коефіцієнт пульсацій, ККД та теплові режими елементів. Правильно обґрунтовує вибір схемних рішень.
2	Студент добре знає матеріал, але допускає незначні помилки під час розрахунків або аналізу схем. Може виконати основні розрахунки параметрів вторинних джерел живлення та пояснити принцип роботи типових схем.
0	Студент продемонстрував незнання основних понять дисципліни, не може виконати розрахунок або пояснити принцип роботи випрямлячів, стабілізаторів чи імпульсних перетворювачів.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 24 балів (8 робіт по 3 бали).</i>

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	12	10	8	7	6	5	4	3	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання завдань на практичних заняттях	8 х3 бали = 24 балів	8 х3 бали = 24 балів
Виконання лабораторних робіт	8 х3 бали = 24 балів	8 х3 бали = 24 балів
Поточний модульний контроль у формі тестування	1х12 балів = 12 балів	1х12 балів = 12 балів
Всього	60	60

Критерії оцінювання знань з дисципліни на екзамені

Екзамен проводиться в письмовій формі та складається з трьох завдань – двох теоретичних запитань та тесту. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів

Виконання першого завдання потребує повної аналітичної і змістовної відповіді (оцінюється від 0 до 10 балів).

9-10 балів отримують студенти, які повно та ґрунтовно розкрили теоретичне питання, використавши при цьому не лише обов'язкову, а й додаткову літературу, в повному обсязі володіють навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його викладають під час письмової відповіді.

7-8 балів отримують студенти, які достатньо повно володіють навчальним матеріалом, в цілому розкрили теоретичне питання, однак не повно, і допустили деякі несуттєві неточності та незначні помилки, не вистачає достатньої глибини та аргументації. При цьому не було використано на достатньому рівні обов'язкову літературу.

5-6 балів отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання, але розкрили його не повністю, без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допустивши деякі незначні помилки.

3-4 бали отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання але без використання необхідної літератури, розкривши його частково і допустивши при цьому окремі суттєві неточності і помилки, котрі частково впливають на загальне розуміння питання.

0-2 бали отримують студенти, які частково володіють навчальним матеріалом, фрагментарно та поверхнево розкрили лише окремі положення питання і допустили при цьому певні суттєві помилки, котрі значно вплинули на загальне розуміння питання.

Друге питання потребує короткої відповіді, котра розкриває сутність того чи іншого поняття або теоретичного положення (оцінюється від 0 до 10 балів).

8-10 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.

5-7 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття, або поверхнево проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

3-4 бали отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

0-2 бали отримуються студенти, які частково і поверхнево визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

Третє завдання передбачає розрахунок та моделювання вторинного джерела живлення (наприклад: випрямляча зі згладжувальним фільтром, лінійного стабілізатора або імпульсного DC-DC перетворювача) і оцінюється від 0 до 20 балів.

17–20 балів. Студент самостійно виконав повний розрахунок та моделювання джерела живлення. Отримані результати підтверджують працездатність схеми. Проведено аналіз пульсацій напруги, ККД та теплових режимів елементів. Схема оптимізована за параметрами ефективності та стабільності роботи. Використано сучасні програмні засоби схемотехнічного моделювання.

13–16 балів. Розрахунок та моделювання виконано правильно, отримано коректні результати роботи джерела живлення. Можливі незначні неточності в аналізі або виборі елементів. Проведено базовий аналіз параметрів схеми.

9–12 балів. Студент у цілому правильно виконав розрахунок, але схема не оптимізована або містить незначні помилки. Аналіз параметрів виконано частково.

5–8 балів. У розрахунках або моделюванні допущено логічні помилки, що впливають на стабільність роботи джерела живлення. Аналіз параметрів схеми неповний.

3–4 бали. Допущено суттєві помилки у розрахунку або побудові схеми, що призводить до її неправильної роботи.

0–2 бали. Студент продемонстрував незрозуміння принципів роботи вторинних джерел живлення та не виконав основних етапів розрахунку або моделювання.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення / заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Практична робота №1.	3
	T1	Лабораторна робота №1	3
	T2	Практичні роботи №2, №3.	6
	T2	Лабораторні роботи №2, №3	6
	T3	Практична робота №4.	3
	T3	Лабораторна роботи №4.	3
	T3	Практичні роботи №5	3
	T3	Лабораторні роботи №5	3
ПМК		Тест	12
ЗМ 2	T4	Практична робота №6.	3
	T4	Лабораторна роботи №6.	3
	T5	Практичні роботи №7, №8.	6
	T5	Лабораторні роботи №7, №8.	6
Підсумковий контроль		Екзамен	40
Сума			100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби навчання: комп'ютер, мультимедійний проектор або інтерактивна дошка. Теоретичний матеріал супроводжується демонстрацією принципових схем, часових діаграм та результатів моделювання вторинних джерел живлення.

На практичних і лабораторних заняттях студенти використовують:

- комп'ютери;
- лабораторні стенди для дослідження випрямлячів, стабілізаторів напруги та імпульсних перетворювачів;
- джерела живлення постійного струму;
- цифрові мультиметри;
- осцилографи;
- генератори сигналів.

Для моделювання та аналізу електронних схем використовуються програмні пакети:

- LTspice або Multisim — для схемотехнічного моделювання;
- Proteus — для аналізу роботи електронних схем;
- інші САПР електроніки для дослідження параметрів джерел живлення.

10. Методичне забезпечення

У якості наочного матеріалу під час лекційних, лабораторних та практичних робіт використовуються плакати, комп'ютерне та проекційне обладнання, що знаходяться у спеціалізованих лабораторіях кафедри.

Для поглибленого вивчення дисципліни рекомендується опрацювання каталогів сучасних мікросхем, що використовуються у вторинних джерелах живлення.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання індивідуального завдання слід проводити групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час проведення контрольних заходів рівень засвоєння матеріалу змістового модуля оцінюється шляхом проведення модульної контрольної роботи (МКР), захисту лабораторних і практичних робіт.

11. Рекомендована література

Базова

1. Петренко І.А. Основи електротехніки та електроніки: Навч. посібник для дистанційного навчання: у 2 ч. – Ч.2: Основи електроніки. – К.: Університет «Україна», 2006. – 307 с.

2. Електротехніка. Основи електроніки та схемотехніки [Електронний ресурс]: дистанційний курс / А. А. Щерба, І. А. Петренко, М. Є. Кучеренко – 67,9 авт.арк., 49,8 Мб. – Київ: УПТО НТУУ «КПІ», сертифікат НПМ № 2702, 2012. – Режим доступу до курсу: <http://udec.ntu-kpi.kiev.ua/moodle/course/view.php?id=129>.

3. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Частина II. Електроніка.: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. — Київ: ТОВ "Наш формат", 2013. — 458 с.

4. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищ. закл. освіти у 4-х т. Під ред. В. І. Сенька. – Т.1: Елементна база електронних пристроїв. – К.: ТОВ "Видавництво Обереги", 2000.– 300 с.

5. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищ. закл. освіти у 4-х т. Під ред. В.І.Сенька. – Т.2: Аналогові та імпульсні пристрої. – К.: ТОВ "Видавництво Обереги", 2000 – 510 с.

6. Васильєва Л.Д., Медведенко Б.І., Якименко Ю.І. Напівпровідникові прилади: Підручник. – К.: ІВЦ, "Видавництво «Політехніка»", 2003. – 388 с.

7. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум: Навч. посіб. / За ред. А.Г.Соскова. 3-е вид. – К.:Каравела, 2004. – 432 с.

8. Жуйков В.Я., Бойко В.І., Зорі А.А., Співак В.М., Багрій В.В. Схемотехніка електронних систем. Т. 2. Цифрова схемотехніка. Київ. Аверс. 2002. – 405 с.

9. Аналогова схемотехніка : навчальний посібник / О. М. Кобяков, М. М.Ляпа, В. М. Лисенко та ін. – Суми : СумДУ, 2007. – 209 с.

12. Інформаційні ресурси

http://faksu.vstu.vinnica.ua/SiteNEV/rus/electronic_inter/ew2/ch2-3/12_4.htm

Розробник:

д.т.н., професор, зав. кафедри ПЕЕТ



Воладимир РЯБЕНЬКИЙ

Питання для модульного контролю
Змістовий модуль 1

1. Пристрій чопперної схеми.
2. Захист від аварійних режимів.
3. Як спроектувати дросель для чопперного стабілізатора.
4. Пристрій бустерної схеми.
5. Розрахунок параметрів елементів бустерного перетворювача.
6. Що таке коефіцієнт потужності?
7. Як працює коректор коефіцієнта потужності?
8. Принцип роботи однотактного перетворювача.
9. Режими роботи флай-бек конвертора.
10. Способи захисту силового транзистора від потенційного пробоя.
11. Методи плаваючого управління силовими ключами.
12. Принцип роботи двофазової схеми типу pushpull.
13. Принципи роботи напівмостової (half-bridge) і мостової (full-bridge) схеми.
14. Як працює електронний баласт?
15. Принцип роботи зварювальної апаратури.

Змістовий модуль 2

16. Що таке магнітний потік?
17. Як розрахувати індуктивність?
18. Втрати в магнітопроводі.
19. Як працює трансформатор?
20. Що таке фазування обмоток трансформаторів?
21. Як розрахувати габаритну потужність і ККД трансформатора?
22. Навіщо зазор в магнітопроводі?
23. Скін-ефект і боротьба з ним.
24. Особливості паралельного включення транзисторів.
25. Переваги та недоліки складеного транзистора.
26. Граничні режими роботи біполярного транзистора.
27. Теплові режими напівпровідникових приладів.
28. Закони теплообміну.
29. Як спроектувати радіатор?
30. Тепловий режим індуктивних елементів.
31. Переваги та недоліки транзисторів MOSFET.
32. Паразитні параметри та їх вплив.
33. Польовий транзистор в режимі перемикання.
34. Тепловий режим польового транзистора.
35. Паралельне включення MOSFET.
36. Робота транзистора IGBT в режимі перемикання.
37. Основні параметри транзисторів IGBT.
38. Тепловий режим транзисторів IGBT.
39. Особливості роботи IGBT при паралельному включення.