

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**



Факультет фізико-технічний

Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Аналогова електроніка

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Освітня програма: Комп'ютерне проектування інтегральних схем

Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Спеціальність: 171 Електроніка

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 12 від “30” червня 2023 р.

м. Івано-Франківськ – 2023 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація	3
2. Опис дисципліни	3
3. Структура курсу	4
4. Система оцінювання курсу	6
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу	6
6. Ресурсне забезпечення	6
7. Контактна інформація	7
8. Політика навчальної дисципліни	7

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Аналогова електронів
Освітня програма	Комп'ютерне проектування інтегральних схем
Спеціалізація (за наявності)	-
Спеціальність	171 Електроніка
Галузь знань	17 Електроніка та телекомунікації
Освітній рівень	бакалавр
Статус дисципліни	нормативна
Курс / семестр	3-й курс, 5-й/6-й семестр
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	6 кредитів Лекції – 32 год. Лабораторні заняття – 28 год. Самостійна робота – 120 год.
Мова викладання	Українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua

2. Опис дисципліни

<p>Мета та цілі курсу</p>	<p>Формування у студентів сучасних теоретичних уявлень та практичних знань з моделювання, проектування і аналізу схем аналогової електроніки з використанням сучасних САПР, контрольних-вимірювальних приладів та засобів макетування. Отримані знання дозволять студенту розробляти аналогові схеми з використанням біполярних і МОН транзисторів, операційних підсилювачів для функціональних вузлів та пристроїв електроніки.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципи функціонування, функціональні та технічні характеристики діодів, біполярних і МОН транзисторів, операційних підсилювачів; - типові схеми функціональних модулів; - сучасні засоби моделювання аналогових схем; - засоби макетування схем; - контрольні-вимірювальні прилади; <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вибрати елементу базу і збирати схему на макетній платі; - моделювати електронні схеми; - аналізувати функціональні характеристики схем. <p>Дисципліна «Аналогова електроніка» належить до</p>
---------------------------	---

	<p>переліку нормативних освітніх компонент освітньої програми “Комп'ютерне проектування інтегральних схем” освітнього рівня «бакалавр».</p> <p>Силабус навчальної дисципліни “Аналогова електроніка” складений відповідно до освітньо-професійної програми “Комп'ютерне проектування інтегральних схем” підготовки бакалаврів спеціальності 171 «Електроніка».</p>
Компетентності	<p>Загальні компетентності</p> <p>ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>Спеціальні (фахові) компетентності</p> <p>СК3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотілої, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.</p> <p>СК11. Здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, виконувати профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та систем, монтувати, налагоджувати та ремонтувати аналогові, цифрові та оптичні модулі, розробляти та виготовляти друковані плати, розробляти програмне забезпечення для мікроконтролерів.</p>
Програмні результати навчання	<p>Р3. Знаходити рішення практичних задач електроніки шляхом застосування відповідних моделей та теорій електродинаміки, аналітичної механіки, електромагнетизму, статистичної фізики, фізики твердого тіла.</p> <p>Р4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотілої електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.</p>

3. Структура курсу

№	Тема	Результати навчання	Завдання
1	Сигнали. Частотний спектр сигналів. Аналогові та цифрові сигнали. Підсилювачі і їх моделі. Частотний відгук підсилювачів.	Знати типи сигналів, частотний спектр, принципи функціонування та чотири моделі підсилювачів. Вміти оцінювати частотний відгук підсилювачів.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи

2	<p>Електрофізичні властивості напівпровідників. Напівпровідники, кристалічна структура, зонна діаграма. Власні і домішкові напівпровідники. Концентрації електронів і дірок. Струми у напівпровідниках.</p>	<p>Знати електричні властивості напівпровідників, кристалічну структуру і зонну діаграму. Вміти розраховувати концентрації електронів і дірок, дифузійні і дрейфові струми.</p>	<p>Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи</p>
3	<p>Електричні переходи. Контакт двох напівпровідників p і n-типів. Ширина збідненої області p-n переходу. Зміщення p-n переходу. Вольт-амперна характеристика p-n переходу.</p>	<p>Знати типи напівпровідників, фізичну структуру і принцип дії, вольт-амперну характеристику та ємнісні ефекти pn-переходу. Вміти оцінювати дифузійні і дрейфові струми, ємність pn-переходу.</p>	<p>Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи</p>
4	<p>Класифікація і позначення діодів. Моделювання характеристик діода при прямому зміщенні. Малосигнальна модель діода Діоди. Випрямні діоди. Випрямлячі, обмежувачі, фіксатори рівня. Стабілітрони, діоди Шоткі, варикапи, фотодіоди, світлодіоди.</p>	<p>Знати типи діодів, фізичну структуру та принцип дії при прямому і зворотному зміщенні, вольт-амперні характеристики, малосигнальну модель. Вміти аналізувати електричні схеми з використанням діодів – випрямлячів, обмежувачів та фіксаторів.</p>	<p>Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи</p>
5	<p>МОН транзистори. Структура і принцип функціонування. Режими роботи. ВАХ характеристики, великосигнальні еквівалентні схеми. МОН транзистори з p- і n-каналом. Статичні характеристики. Ефект підкладки.</p>	<p>Знати типи польових транзисторів, фізичну структуру та принцип дії, вхідні та вихідні характеристики, схеми увімкнення СВ, СЗ, СС, режими роботи. Вміти аналізувати електричні схеми з різним увімкненням МОН транзисторів.</p>	<p>Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи</p>

6	Біполярні (БП) транзистори. Структура і режими функціонування. Активний режим роботи. Велико-сигнальні еквівалентна моделі. ВАХ характеристики. Ефект Ерлі.	Знати типи БП транзисторів, фізичну структуру та принцип дії, схеми увімкнення СЕ, СБ, СК, режими роботи, статичні характеристики. Вміти аналізувати електричні схеми з різним увімкненням транзисторів.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
7	Підсилювачі на МОН транзисторах. Основи функціонування підсилювача. Передавальна характеристика за напругою. Малосигнальне функціонування і еквівалентні моделі. Базові конфігурації підсилювачів. Зміщення. Низько- і високочастотний відгук підсилювачів з трьома схемами включення МОН транзисторів.	Знати принципи дії підсилювачів на МОН транзисторах, передавальні характеристики, базові конфігурації включення, схеми зміщення, частотний відгук. Вміти задавати робочу точку підсилювача за постійним струмом, аналізувати характеристики підсилювачів з використанням еквівалентних моделей.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
8	Підсилювачі на БП транзисторах. Передавальна характеристика за напругою. Малосигнальне функціонування і еквівалентні моделі. Базові конфігурації підсилювачів. Зміщення. Низько- і високочастотний відгук підсилювачів з трьома схемами включення БП транзисторів.	Знати принципи дії підсилювачів на БП транзисторах, передавальні характеристики, базові конфігурації включення, схеми зміщення, частотний відгук. Вміти задавати робочу точку підсилювача за постійним струмом, аналізувати характеристики підсилювачів з використанням еквівалентних моделей.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
9.	Каскодні підсилювачі. МОН каскодні підсилювачі і їх еквівалентні схеми. Каскодні підсилювачі як джерела струму. Подвійні і вкладені каскоди. Каскодні підсилювачі на БП транзисторах. Транзисторні пари.	Знати принципи дії каскодних підсилювачів на МОН та БП транзисторах, базові конфігурації включення, еквівалентні схеми заміщення, коефіцієнти підсилення. Вміти розраховувати параметри базових конфігурацій та їх коефіцієнти підсилення.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
10	Транзисторні джерела	Знати принцип роботи джерел	Поточний

	<p>постійного струму. Джерела струму на МОН транзисторах. Джерело струму Відлара. Базове МОН струмове дзеркало. Струмове дзеркало Вільсона. Джерело струму на БП транзисторах. Схеми керування струмом. Базове струмове дзеркало на БП транзисторах.</p>	<p>струму на МОН та БП транзисторах, базові конфігурації струмових дзеркал та схеми керування струмом на МОН та БП транзисторах. Вміти розраховувати схеми із заданим числом струмів різної величини.</p>	<p>контроль, тести, завдання для самостійної роботи</p>
11	<p>Транзисторні регулятори напруги. Фільтрація. Послідовні регулятори напруги на БП транзисторах та ОП. Шунтові регулятори напруги на БП транзисторах та ОП. Регулятори напруги на перемикачах та ІС 7800.</p>	<p>Знати принцип роботи послідовних та шунтових транзисторних регуляторів на БП та МОН транзисторах, регуляторів на перемикачах та інтегральних схемах родини ІС 7800. Вміти вибирати типи регуляторів напруги і розраховувати схеми для забезпечення допустимих вихідних пульсацій напруги.</p>	<p>Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи</p>
12	<p>Диференційні пари на БП і МОН транзисторах. Оброблення синфазного сигналу. Напруга зсуву. БП і МОН диференційні пари навантажені струмовим дзеркалом.</p>	<p>Знати принцип дії і схеми диференційних пар і підсилювачів на БП і МОН транзисторах з відкидання синфазного шуму і підсилення диференційного сигналу, структуру багато-каскадних підсилювачів. Вміти моделювати і аналізувати диференційні підсилювачі на БП та МОН транзисторах.</p>	<p>Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи</p>
13	<p>Вихідні каскади підсилювачів. Класи А, В, АВ, D. Потужні підсилювачі на БП і МОН транзисторах. Потужні транзистори.</p>	<p>Знати принцип дії, схеми і класи вихідних каскадів підсилювачів, передавальні характеристики та ефективність перетворення енергії, структури і конструкції потужних БП і МОН транзисторів. Вміти моделювати і аналізувати вихідні каскади</p>	<p>Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи</p>

		потужних підсилювачів.	
14	Зворотній зв'язок (ЗЗ). Структура і властивості ЗЗ. Підсилювач із ЗЗ за напругою. Стабільність, передавальна функція ЗЗ, полюси. Частотна компенсація.	Знати принцип дії і структуру ЗЗ підсилювачів, перевагу негативного ЗЗ, передавальну функцію ЗЗ, діаграми з одно- і двополосним відгуком, Вміти моделювати і аналізувати підсилювачі із ЗЗ, аналізувати діаграми відгуку і визначати стабільність підсилювача.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
15	Генератори сигналів. Принципи генерації сигналів. Зворотний зв'язок. Критерії генерації. Схема генератора на ОП-РС, LC, кварцах. Генератори Колпітца, Гартлі. Мультивібратори. Генератори прямокутних і трикутних хвиль.	Знати принципи генерації сигналів, схеми генераторів на елементах ОП-РС і LC, схеми і дії генераторів Колпітца, Гартлі, мультивібратора, генераторів прямокутних і трикутних хвиль Вміти моделювати і аналізувати генератори синусоїдних, прямокутних і трикутних хвиль	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
15	Операційні підсилювачі (ОП). Двокаскадний ОП на МОН транзисторах. Вхідний синфазний сигнал. Схема зміщення. Коефіцієнт підсилення напруги. Частотний відгук.	Знати базові архітектури ОП, малосигнальні еквівалентні схеми ОП, схеми зміщення, частотний відгук ОП. Вміти моделювати і аналізувати дві базові архітектури ОП: двокаскадну і однокаскадну із складеним каскодом.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
16	Фільтри. Типи фільтрів. Передавальна функція. Фільтри Баттерворта і Чебишева. Фільтри 1-го і 2-го порядків. LCR резонатори. Активні фільтри.	Знати типи фільтрів, принцип дії, передавальні функції і полюси, смуги пропускання, Фільтри Баттерворта і Чебишева, фільтри 1-го і 2-го порядків, резонатори, активні фільтри. Вміти реалізовувати і моделювати передавальні функції на пасивних і активних елементах.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи

4. Система оцінювання курсу

Накопичування балів під час вивчення дисципліни		
Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів	
	5-й сем.	6-й сем.
Лекції	8	8
Лабораторні роботи	30	30
Самостійна робота	12	12
Індивідуальне завдання	-	-
Залік/Екзамен		50
Максимальна кількість балів		100

5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу

5-й семестр

Види навчальної роботи	Номер навчального заняття (залежить від розподілу у розділі I)									Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	КСР	
Лекції	1	1	1	1	1	1	1	1		8
Лабораторні роботи	4	4	4	4	4	4	4			28
Самостійна робота									14	14
Індивідуальні завдання										
Сума балів за всіма видами контролю										50

6-й семестр

Види навчальної роботи	Номер навчального заняття (залежить від розподілу у розділі I)									Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	КСР	
Лекції	1	1	1	1	1	1	1	1		8
Лабораторні роботи	4	4	4	4	4	4	4			28
Самостійна робота									10	14
Індивідуальні завдання										
Екзамен										50

6. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне забезпечення	Інтерактивна панель, комп'ютерна лабораторія для лабораторних робіт з САПР для моделювання
-----------------------------------	--

аналогових схем з кількістю комп'ютерів до 12, лабораторія електроніки з контрольнo-вимірjувальними приладами, макетними платами.

Література:

Основна

1. Руденко Ю. В., Щерба А. А. Аналіз багатоінтервальних процесів у напівпровідникових перетворювачах. – К.: Про формат, 2020. – 353 с.
2. Медяний Л. П. Аналогова схемотехніка. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 177 с.
3. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник / О.М. Воробйова, І.П. Панфілов, М. П. Савицька, Ю. В. Флейта. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. 298 с.
4. Бобало Ю. Я., Мандзій Б. А., Стахів П. Г., Писаренко Л. Д., Якименко Ю. І. Основи теорії електронних кіл. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За ред. проф. Ю. І. Якименка. – К.: НТУУ "КПІ", 2013. – 414 с.
5. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з дисципліни "Аналогова схемотехніка" для студентів спеціальності 6.050801 "Мікро та нанoeлектроніка" денної і заочної форм навчання / Укл.: Н. М. Нагорна, Є. Л. Жавжаров. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012.– 54 с.
6. Петренко І.А. Основи електротехніка та електроніки, Частина II. Основи електроніки. Навчальний посібник для дистанційного навчання. – К.: Університет "Україна", 2007. – 307 с.
7. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник / В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйков та ін. — 2-ге вид., допов. і переробл. — К.: Вища шк., 2004. — 366 с.: іл. 5. Сенько В. І., Панасенко М. В., Сенько Є. В., Юрченко М. М., Сенько Л. І., Ясинський В. В. Електроніка і мікросхемотехніка у 4-х томах. Т. 1. Елементна база електронних пристроїв. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За ред. д.т.н., проф. В. І. Сенько. – К. : "Обереги", 2000. – 300 с.
8. Мандзій Б. А. Основи аналогової мікросхемотехніки. – Львів: НМК "Тезаурус", 1993. – 186 с.

Допоміжна

9. R. Thirumamagal, M. Karunakaran. Analog electronics. – 1st ed., Iterative International Publishers, 2022. – 201 p.
10. Adel S. Sedra. Microelectronic circuits. – 8th ed., Oxford University Press, 2020 – 1756 p.
11. Tony Chan Carusone, David A. Johns, Kenneth W. Martin. Analog integrated circuit design. - 2nd ed., Wiley, 2012. – 822 p.
12. Robert Boylestad, Louis Nashelsky. Electronics devices and circuit theory. – 11th ed., Pearson, 2012. – 944 p.

13. Wai-Kai Chen. Analog and VLSI Circuits. 3rd ed., CRC Press, 2009. – 699 p.
14. Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis, Robert G. Meyer. Analysis and design of analog integrated circuits. – 5th ed., Wiley, 2009. – 881 p.
15. Robert L. Boylestad. Introductory circuit analysis. – 11th ed., Pearson, 2007. – 1156 p.
16. Anant Agarwal, Jeffrey H. Lang. Foundation of Analog and Digital Electronic Circuits. – Elsevier, 2005. – 984 p.

Електронні ресурси

17. Аналогова схемотехніка аналіз та проектування базових аналогових схем. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електронні мікро- і наносистеми та технології» спеціальності 176 Мікро- та наносистемна техніка/ Голубєва І. П., Порєва Г. С., Карплюк Є. С. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,88 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 238 с. – Назва з екрана.
18. Схемотехніка-1. Аналогова схемотехніка: Лабораторний практикум. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ю.О. Оникієнко, А.Ю. Мицукова. – Електронні текстові дані (1 файл: 3 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. –107 с.

7. Контактна інформація

Кафедра	Комп'ютерної інженерії та електроніки, вул. Шевченка, 57, 210а, 59-60-07, https://kkite.pnu.edu.ua/ , kkie@pnu.edu.ua
Викладач (і) Гостьові лектори	Голота Віктор Іванович, к.т.н., доцент
Контактна інформація викладача	victor.holota@pnu.edu.ua

8. Політика навчальної дисципліни

Академічна доброчесність	Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших. Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі. Плагіат та академічна недоброчесність несумісні з принципами діяльності ЗВО. Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного чи підсумкового контролю. Не допускається користування
--------------------------	---

	телефонами та будь-якими іншими електронними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю. За недотримання академічної доброчесності, студент може бути недопущений до складання підсумкового контролю та відрахований з університету.
Пропуски занять (відпрацювання)	-1 бал за кожне пропущене заняття
Виконання завдання пізніше встановленого терміну	-2 бали за протерміноване завдання
Невідповідна поведінка під час заняття	-5 балів від отриманого результату
Додаткові бали	5 балів за сертифікат неформальної освіти за темою дисципліни. Якщо у підсумкова кількість балів перевищує 100, то встановлюється оцінка 100.
Неформальна освіта	Можливість зарахування. Рекомендовані платформи: UdeMy (https://ua.udemy.com/), Coursera (https://www.coursera.org/), Prometheus (https://prometheus.org.ua/).

Викладач

В.І. Голота