

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФІЗИКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан фізичного факультету
В.Ю. Лазур
Лазур В.Ю./
29 червня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА (СИЛАБУС)
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«АНАЛОГОВА СХЕМОТЕХНІКА»**

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	163 Біомедична інженерія
Освітня програма	Біомедична інженерія
статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Аналогова схемотехніка» для здобувачів вищої освіти ступеня бакалавра галузі знань **16 Хімічна та біоінженерія** спеціальності **163 Біомедична інженерія** освітньої програми **Біомедична інженерія**.

Розробники: Молнар О.О. доцент доктор фізико-математичних наук,
професор кафедри фізики напівпровідників

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри
фізики напівпровідників

протокол № 7 від «29» червня 2023 р.

Завідувач кафедри  Височанський Ю.М.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 10 від «39» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М.І.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
Кількість кредитів ЄКТС –6	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 180	3-й
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 5	5-й
	Лекції:
	44
	Практичні (семінарські):
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:
	46
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:
	90

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Аналогова схемотехніка» – формування цілісної системи знань та навиків в галузі схемотехніки аналогових та аналого-цифрових пристроїв, методами їх аналізу та проектування, формування знань, необхідних для вивчення інших дисциплін (“Цифрова схемотехніка”, “Мікропроцесорна техніка” і т.д.) а також підготовка висококваліфікованих спеціалістів, які вміють раціонально вибирати та використовувати сучасні аналогові мікросхеми в умовах автоматизованого проектування; аналізувати, розраховувати, синтезувати та проектувати аналогові електронні пристрої.

Місце дисципліни в структурі освітньо-професійної програми: курс відноситься до дисциплін обов’язкової частини циклу професійної підготовки, за результатами яких здобувачі здають іспит та виконують навчальний процес по спеціальності 163-«Біомедична інженерія».

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Інтегральна: здатність розв’язувати комплексні задачі та проблеми в галузі біомедичної інженерії, здійснювати у цій галузі професійну та дослідницько-інноваційну діяльність, що передбачає глибоке переосмислення наявних і створення нових цілісних знань та професійної практики.

Загальні компетентності:

- ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК5 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК6 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК7 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК10 Навики здійснення безпечної діяльності.

Фахові компетентності:

- ФК1 Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем.
- ФК2 Здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання.
- ФК3 Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.
- ФК6 Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг.
- ФК7 Здатність планувати, проектувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах.
- ФК9 Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов’язані з взаємодією між живими і неживими системами.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Аналогова схемотехніка» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

- Вища математика
- Електрика і магнетизм, оптика
- Фізичний практикум
- Основи теорії кіл та сигналів
- Елементна база сучасної електроніки

Необхідними передумовами вивчення навчальної дисципліни «Аналогова схемотехніка» є знання розділів загальної фізики (Електрика і магнетизм), Біофізики, Інженерної і комп'ютерної графіки, Основи теорії кіл та сигналів, Елементної бази сучасної електроніки. У програмі використовуються результати найактуальніших досягнень в області аналогової схемотехніки, комп'ютерного моделювання електронних схем та їх практичної реалізації та застосування.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Аналогова схемотехніка», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Шифр ПРН	Програмні результати навчання
ПРН1	Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.
ПРН5	Вміти використовувати бази даних, математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання біотехнічних систем.
ПРН7	Здійснювати інженерний супровід, сервісне та інше технічне обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, медичних діагностичних і терапевтичних комплексів та систем, а також оформляти типову документацію за видами робіт згідно з Технічним регламентом щодо медичних виробів.
ПРН10	Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси.
ПРН12	Надавати рекомендації щодо вибору обладнання для забезпечення проведення діагностики та лікування.
ПРН13	Вміти аналізувати сигнали, які передаються від органів на прилади, та проводити обробку діагностичної інформації.
ПРН14	Вміти аналізувати рівень відповідності сучасним світовим стандартам, а також оцінювати рішення і
ПРН15	Вміти розробляти, організувати виробництво, випробування, експлуатацію, і ремонт медичної техніки та виробів медико-біологічного призначення.

ПРН17	Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратної схеми медичних приладів та систем.
-------	--

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Аналогова схемотехніка»:

Шифр ПРН	Очікувані результати навчання з дисципліни
ПРН1	Вміння застосовувати знання з аналогової схемотехніки а саме підсилення, масштабування, фільтрації сигналів біологічних об'єктів необхідному для вирішення задач аналогової обробки сигналів в галузі біомедичної інженерії.
ПРН5	Вміння використовувати бази даних аналогових компонент для підбору оптимальних елементів із врахуванням точності, швидкодії та вартості, програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання аналогових біотехнічних систем.
ПРН7	Здійснення інженерного супроводу, налаштування, сервісне та інше технічне обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, медичних діагностичних і терапевтичних комплексів та систем, а також оформляти типову документацію за видами робіт згідно з Технічним регламентом щодо медичних виробів.
ПРН10	Вміння планувати, організувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси при розробці та експлуатації аналогових електронних складових сучасних приладів.
ПРН12	Надавання рекомендацій щодо вибору обладнання з використанням пристроїв аналогової схемотехніки для забезпечення проведення діагностики та лікування.
ПРН13	Вміння масштабувати, фільтрувати та аналізувати сигнали, які передаються від органів на прилади, перетворювати їх в цифрову форму та проводити обробку діагностичної інформації.
ПРН14	Вміння аналізувати рівень відповідності сучасним світовим стандартам із врахуванням можливостей використаних аналогових компонент, а також оцінювати конкретні схемо-технічні рішення.
ПРН15	Вміння розробляти, організувати виробництво, випробування, експлуатацію, і ремонт медичної техніки та виробів медико-біологічного призначення, в яких використовуються аналогові схемо-технічні рішення.
ПРН17	Вміння використовувати системи автоматизованого проектування пристроїв аналогової схемотехніки для розробки технологічної та апаратної схеми медичних приладів та систем.

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є: заліки, реферати, виступи на практичних (семінарських) заняттях, домашні завдання, підготовка презентації по вибраній темі.

Контрольні заходи включають такі *форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання*: поточний, модульний та підсумковий контроль.

Поточний контроль – оцінювання рівня знань, умінь і навичок студентів, що здійснюється в ході навчального процесу проведенням усного опитування, контрольної роботи, тестування, домашнього завдання тощо.

Результатом *модульного контролю* є модульна бальна оцінка, за якою підбивається підсумок роботи студентів впродовж модуля у відповідності до кредитно-модульної системи оцінювання знань (КМСОЗ).

Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі заліку або екзамену з конкретної навчальної дисципліни в обсязі навчального матеріалу, що визначений навчальною програмою, та в терміни, встановлені графіком навчального процесу. При семестровому контролі отримані здобувачем згідно КМСОЗ переводяться в оцінки за національною шкалою та за шкалою ЄКТС.

Комплексний показник успішності здобувача третього рівня вищої освіти, його обізнаності в предметі, що вивчається, характеризує якість його знань, систематичність, творчість, активність та самостійність. Максимальна сума балів за всі види робіт (контрольні, самостійне вивчення, практичні (семінарські) заняття) з даного курсу становить 100 балів.

За роботу на протязі семестру в залежності від форми контролю виставляється така максимальна кількість балів:

- Поточний контроль та самостійна робота 1-50 балів
- Виконання лабораторних робіт та їхній захист 1-10 балів
- Контрольна робота за модулем 1-40 балів

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: самостійна робота, опитування.

Форма модульного контролю: контрольна робота.

Форма підсумкового семестрового контролю: іспит.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	40	100
12	12	12	12	12		

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	40	100
15	15	15	15		

T1, T2 ... – теми

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною становить 60 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Аналогова схемотехніка» здійснюється у формі екзамену.

Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за чотирибальною шкалою: „відмінно”, „добре”, „задовільно”, „незадовільно”.

Оцінка „відмінно” виставляється в тому разі, коли студент бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння фізичної суті програмового матеріалу, вільне володіння фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, вміння грамотно обробляти результати експериментальних вимірювань з метою отримання заданої точності отриманих даних, кваліфіковано використовувати набуті знання для розв’язання конкретних практичних задач.

Оцінка „добре” виставляється тоді, коли студент виявив повне знання і розуміння програмового матеріалу, добре оволодів математичним апаратом курсу, може використовувати набуті знання в практичній діяльності, дав вичерпні відповіді на всі запитання, але під час відповіді допускав окремі нечіткі формулювання і незначні неточності.

Оцінка „задовільно” виставляється в тому разі, коли студент в основному знає і розуміє фактичний матеріал курсу, дав в основному правильні відповіді на запитання, виявив уміння розібратися в усьому матеріалі курсу, вміння використовувати відповідний математичний апарат, але не може ґрунтовно пояснити окремі положення пройденого курсу, допускає неточності при використанні математичного апарату, недостатньо вміє застосовувати набуті знання для розв’язання конкретних практичних задач.

Оцінка „незадовільно” виставляється тоді, коли студент не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння фізичної сутності основних понять та термінів навчальної дисципліни, допускає плутанину, слабо володіє математичним апаратом, не може застосовувати набуті знання для розв’язування конкретних практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

За бажанням студента результуюча підсумкова екзаменаційна оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90 та вище	зараховано	A	відмінно
82-89	зараховано	B	добре
74-81	зараховано	C	добре
64-73	зараховано	D	задовільно
60-64	зараховано	E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34	незараховано	F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» або «незадовільно» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової та екзаменаційної відомостей.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. **Вступ.** Аналогові сигнали. Основні аналогові функції. Задачі та мета курсу.

Тема 2. **Елементна база аналогової схемотехніки.** Пасивні компоненти електричних кіл (резистори, конденсатори, котушки індуктивності, мемристори). Діоди: параметри, моделі діодів, прості схеми на діодах. Біполярний транзистор: параметри, еквівалентна схема, характеристики, схеми вмикання. Польовий транзистор: принцип роботи, статичні параметри та характеристики, схеми вмикання.

Тема 3. **Структурні основи лінійної схемотехніки.** Характеристики лінійної багатокаскадної схеми. Частотні характеристики одно- і багатокаскадних схем. Оборнений зв'язок. Вплив оборненого зв'язку на амплітудно-частотну характеристику.

Тема 4. **Типові лінійні схеми.** Схеми на біполярних транзисторах: підсилювальний каскад з спільним емітером, емітерний повторювач, джерела струму і струмові дзеркала, диференціальний каскад, комплементарні схеми. Схеми на польових транзисторах: підсилювальний каскад з спільним витоком.

Тема 5. **Підсилювачі електричних сигналів.** Класифікація, основні параметри та характеристики підсилювачів. Операційні підсилювачі (ОП). Поняття про ідеальний ОП. Основні схеми вмикання ОП в аналоговій схемотехніці. Інтегральні операційні підсилювачі. Елементи схемотехніки інтегральних ОП. Параметри операційних підсилювачів: коефіцієнт підсилення без оборненого зв'язку, напруга зміщення, вхідний струм та різниця вхідних струмів, коефіцієнт послаблення синфазного сигналу, коефіцієнт впливу нестабільності джерел живлення, частота одиничного підсилення, швидкість наростання вихідної напруги. Вплив температури на параметри ОП.

Модуль 2.

Тема 1. **Функціональні вузли на основі ОП.** Масштабний підсилювач та повторювач напруги. Інвертуючий та неінвертуючий підсилювачі. Розрахунок коефіцієнту підсилення. Способи компенсації напруги зміщення та її залежності від температури. Інструментальний підсилювач. Схеми додавання аналогових сигналів: інвертуючий суматор, схема додавання і віднімання. Аналоговий інтегратор та диференціатор. Логарифмічні підсилювачі: схеми логарифмічного перетворення, статичні похибки логарифмування. Схеми для перемножування та ділення аналогових сигналів.

Тема 2. **Функціональні вузли на основі ОП з частотнозалежним оборненим зв'язком.** Активні фільтри: основні типи фільтрів та їх характеристики; схеми фільтрів нижніх та верхніх частот; схеми смугових фільтрів. Генератори сигналів: схема та принцип роботи гармонічного RC-генератора, релаксаційний генератор сигналів прямокутної форми. Способи зміни частоти генераторів на ОП. Таймери.

Тема 3. **Схеми дискретизації по рівню та функціональні перетворювачі.** Компаратори: принцип роботи компаратора; компаратор з гістерезисом. Компаратори в інтегральному

виконанні. Пристрої вибірки-зберігання: принцип дії та основні параметри. Амплітудні детектори: схеми та принцип роботи амплітудних детекторів на операційному підсилювачі. Аналогові ключі: схемотехніка аналогових ключів на КМОН-транзисторах; приклади мікросхем, в яких виготовлені аналогові ключі. Перетворювачі напруга-частота: принципи перетворення аналогового сигналу в частоту імпульсів; структура та схема вмикання перетворювачів напруга-частота в інтегральному виконанні. Інтегруючі аналого-цифрові перетворювачі: принципи побудови інтегруючих АЦП; приклади мікросхем, в яких виготовлені інтегруючі АЦП.

Тема 4. **Стабілізатори напруги та струму.** Джерела опорної напруги та однополярні стабілізатори напруги на основі операційного підсилювача: схеми та принципи роботи. Інтегральні стабілізатори напруги. Джерела постійного струму на основі ОП: схеми та принцип роботи.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Вступ	2	2				
Тема 2. Елементна база аналогової схемотехніки.	16	6				10
Тема 3. Структурні основи лінійної схемотехніки.	12	2				10
Тема 4. Типові лінійні схеми	14	2		2		10
Тема 5. Підсилювачі електричних сигналів. ОП	18	4		4		10
Модульна контрольна робота	2	2				
Разом за модуль	64	18		6		40
Модуль 2						
Тема 1. Функціональні вузли на основі ОП	24	6		8		10
Тема 2. Функціональні вузли на основі ОП з частотнозалежним оберненим зв'язком.	28	6		12		10
Тема 3. Схеми дискретизації по рівню та функціональні перетворювачі.	38	6		12		20
Тема 4. Стабілізатори напруги та струму	24	6		8		10
Модульна контрольна робота	2	2				
Разом за модуль	116	26		40		50
Разом за семестр	180	44		46		90

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Техніка безпеки.	2
2	Оволодіння основами роботи з макетом Analog System Lab Kit PRO та вимірними приладами.	4
3	Вивчення підсилювачів з від'ємним зворотним зв'язком.	4
4	Вимірювальні (інструментальні) підсилювачі.	4
5	Дослідження характеристик інтегратора і диференціатора.	4
6	Вивчення характеристик систем з додатнім зворотним зв'язком. Компаратори. Тригер Шмідта. Астабільний і моностабільний мультівібратори. Проектування аналогових фільтрів. Проектування самоналагоджувальних фільтрів. Аналоговий перемножувач.	4
7	Розробка функціонального генератора. Генератор, керований напругою. Генератор з частотною модуляцією.	4
8	Проектування систем з фазовим автопідстроюванням частоти (ФАПЧ). Автоматичне регулювання підсилення (АРП). Автоматичне управління гучністю (АУГ).	4
9	Перетворювачі постійної напруги. Розробка стабілізаторів з малим падінням напруги. Вивчення параметрів інтегральної схеми стабілізатора з малим падінням напруги. Вивчення параметрів перетворювача постійної напруги. Імпульсні блоки живлення.	4
10	Вивчення роботи ЦАП.	4
11	Проектування підсилювача з цифровим управлінням коефіцієнта підсилення. Проектування генератора прямокутних і трикутних імпульсів з цифровим управлінням.	4
Разом		46

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи роботи з пакетами для моделювання електронних схем на основі SPICE. Моделювання схем підсилення на дискретних компонентах.	10
2	Вивчення методів компенсації параметрів реальних операційних підсилювачів: напруги зміщення, температурного та часового дрейфу напруги зміщення, шумів і т.д.	10
3	Функціональні вузли на операційних підсилювачах. Схеми додавання та віднімання. Схеми інтегрування та диференціювання. Логарифмічні та експоненціальні підсилювачі.	10
4	Компаратори. Схеми реалізації та використання компараторів. Підвищення швидкодії та завадостійкості компараторів. Компаратори з різними вихідними каскадами. Двопороговий компаратор.	10
5	Електронні ключі. Використання електронних ключів. Схеми на конденсаторах, що перемикаються.	10

6	Проектування стабілізаторів напруги та струму.	10
7	Вивчення особливостей реалізації та застосування ЦАП.	10
8	Вивчення особливостей реалізації та застосування АЦП.	10
9	Генератори	10
Разом		90

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Лекційний курс передбачає використання технічних засобів навчання, мультимедійних проекторів NEC NP50 – 1 шт..

Прилади і матеріали:

1. Комп'ютерний клас (комп'ютерів – 5 шт., моніторів – 5 шт.)
2. Макет Texas Instruments Analog System Lab Kit PRO – 5 шт.
3. Осцилограф SIGLENT SDS 1202X-E – 2 шт.
4. Лабораторний блок живлення (10,24В) OWON ODP3033 – 1 шт.
5. Мультиметр OWON XDM3041 – 2 шт.
6. Генератор сигналів SIGLENT SDG 2082X – 1 шт.

Програмне забезпечення:

1. Texas Instruments TINA - програмне забезпечення для моделювання на основі SPICE, <https://www.ti.com/tool/TINA-TI>
2. FilterPro - програма розробки аналогових фільтрів <https://webench.ti.com/filter-design-tool/filter-type>
3. FilterLab Filter Design Software <https://www.microchip.com/developmenttools/ProductDetails/filterlabdesignsoftware>
4. SwitcherPro - програма розробки імпульсних блоків живлення <https://www.ti.com/tool/SWITCHERPRO>
5. Програмне забезпечення для дистанційного навчання на основі платформи Moodle.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. В.Б.Дудикевич, Г.В.Кеньо, І. В. Петрович. Електроніка та мікросхемотехніка. Частина II: Аналогова схемотехніка (Серія “Дистанційне навчання”. № 53). Навчальний посібник. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. - 224 с.
2. В.І.Бойко, В.Я.Жуйков, А.А. Зорі та ін. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої. - 2-е видання. - К.: Освіта України. - 2010р.
3. Ю.П.Колонтаєвський, А.Г.Сосков Електроніка і мікро схемотехніка: Підручник. 2-е вид./ за ред.. А.Г.Соскова. – К.: Каравела, 2009. – 416с.
4. В.М.Приходько Комп'ютерна електроніка. Ч. 1. Аналогова схемотехніка: Навч. посібник. За ред. Приходька В. М. — Д.: ДонІЗТ, 2008. — 198 с.
5. В.І.Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков та ін. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 366с.
6. В.В.Багрій, В.І.Бойко, С.П.Денисюк, та ін. Основи схемотехніки електронних систем. — К.: Вища школа, 2004. — 536 с.;

7. Ю.М.Височанський, А.А.Горват, О.О.Грабар та ін. Твердотільна електроніка: Лабораторний практикум. Навч. посібник. – Ужгород: ІВА, 2001. – 388с.

Допоміжна література


1. О.М.Воробйова, В.Д.Іванченко, А.І.Палагін Методичний посібник до лабораторних робіт з курсу «Основи схемотехніки»: У двох частинах. Частина I: Аналогова схемотехніка – Одеса: ОНАЗ ім. О.С.Попова. 2005. – 72с.
2. М.С.Будіщев Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. – Львів: Афіша, 2001. – 424с.
3. Б.А.Мандзій, Р.Т.Желяк Основи аналогової мікросхемотехніки. Посібник для студентів радіотехнічних спеціальностей вузів України /Під редакцією д.т.н. проф. Мандзія Б.А. - Львів, "Тезаурус", 1993, 186 с. з іл.
4. Walt Kester ANALOG-DIGITAL CONVERSION, - Analog Devices, Inc., 2004.
5. Jung, Water G. Op Amp applications handbook / by Walt Jung., - Elsevier, 2004, - 895р.
6. Charles Kitchin and Lew Counts A DESIGNER'S GUIDE TO INSTRUMENTATION AMPLIFIERS, 2ND Edition, - Analog Devices, Inc., 2004. – 108р.
7. ДСТУ 3212-95. Мікросхеми інтегровані. Класифікація та система умовних позначень.
8. ДСТУ 2399-94. Системи обробки інформації. Логічні пристрої, схеми, сигнали. Терміни та визначення.
9. ДСТУ 2383-94. Мікросхеми інтегровані. Терміни, визначення та літерні позначення електричних параметрів.
10. ДСТУ 2533-94. Системи обробки інформації. Арифметичні та логічні операції. Терміни та визначення.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Он-лайн заняття які включають в себе основні методи проектування пристроїв аналогової схемотехніки від компанії Analog Devices <https://www.analog.com/en/education/education-library/tutorials/analog-electronics.html>
2. TI Precision Labs - Операційні підсилювачі (один з найповніший онлайн-класів в галузі аналогової електроніки для інженерів.) <https://training.ti.com/ti-precision-labs-op-amps>
3. Analog Devices - Filter Design Tutorial <https://www.analog.com/en/education/education-library/tutorials/signals-and-systems.html#>
4. <https://tools.analog.com/en/filterwizard/>
5. TI Precision Labs – ЦАП. Курси та навчальні посібники, що охоплюють ЦАП (цифро-аналогові перетворювачі). <https://training.ti.com/ti-precision-labs-dacs>
6. TI Precision Labs –АЦП. Курси та навчальні посібники, що охоплюють АЦП (аналого- цифрові перетворювачі). <https://training.ti.com/ti-precision-labs-adcs>

Результати перегляду

Робоча програма перезатверджена на 2023 / 2024 н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № 7 від «29» червня 2023 р. Завідувач кафедри  Височанський Ю.М.
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ____ / 20 ____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » ____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____ Височанський Ю.М.
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ____ / 20 ____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » ____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____ Височанський Ю.М.
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ____ / 20 ____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » ____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____ Височанський Ю.М.
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ____ / 20 ____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » ____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____ Височанський Ю.М.
(підпис) (Прізвище ініціали)