

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально – науковий інститут фізико-технічних
і комп'ютерних наук
Кафедра електроніки і енергетики

СИЛАБУС

навчальної дисципліни
Аналогова схемотехніка
(обов'язкова)

Освітньо-професійна програма Мікро-та наносистемна техніка

Спеціальність 153 Мікро-та наносистемна техніка

Галузь знань 15 “Автоматизація та приладобудування”

Рівень вищої освіти перший бакалаврський
навчально – науковий інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук
Мова навчання українська

Розробники: Нічий Сергій Васильович, доцент, кандидат фіз.-мат. наук

Профайл викладача <http://ptcsi.chnu.edu.ua/teachers/>

Контактний тел. 050-1045966

E-mail: s.nichyi@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=771>

Консультації Очні консультації: Середа 14.40-16.00

Онлайн-консультації: за попередньою домовленістю.

1. Анотація дисципліни. Предметом вивчення навчальної дисципліни є вивчення схемотехніки, властивостей, параметрів, характеристик пристроїв аналогової електронної техніки.

2. Мета навчальної дисципліни: Метою викладання дисципліни є ознайомлення і надання студентам базових знань з принципів побудови, функціонування та проектування аналогових пристроїв та систем.

3. Пререквізити. дана дисципліна пов'язана з наступними: електрика (фізика ч.2), теорія електронних і електричних кіл, прилади твердотільної електроніки.

4. Результати навчання Даний курс повинен надати студентам основи знань з аналогової схемотехніки, пристроїв аналогової електроніки. Після закінчення курсу студент повинен :

знати:

- особливості лінійних та нелінійних аналогових пристроїв, їхні різновиди, характеристики, параметри, принципи дії, моделі для різних відрізків часу та частот;
- види оберненого зв'язку, його вплив на характеристики аналогових пристроїв;
- характеристики та параметри підсилювачів аналогових сигналів на транзисторах і інтегральних операційних підсилювачах.
- конкретні схеми лінійних, нелінійних перетворювачі, генераторів гармонійних коливань.

вміти:

- розраховувати статичні і динамічні режими роботи підсилювачів, лінійних і нелінійних перетворювачів сигналів;
- складати моделі складових великої схеми і макромодель в цілому;
- проектувати підсилювачі, генератори гармонійних коливань, нелінійні перетворювачі сигналів на базі сучасних методів аналізу та розрахунку електронних схем.

Програмні результати навчання

ПР 1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації.

ПР 4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.

ПР 6. Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

ПР 7. Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів.

ПР 9. Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень.

ПР 10. Розробляти технічні засоби діагностування технічного стану мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки.

ПР 11. Організовувати та проводити планові та позапланові технічні обслуговування, налагодження технологічного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.

ПР 15. Застосовувати розуміння теорії стохастичних процесів, методи статистичної обробки та аналізу даних при розв'язанні професійних завдань.

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни Аналогова схемотехніка												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	Змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	Самостійна робота	Індивідуальні завдання	
Денна	3	6	5	150	2	30			30	90		екзамен
							курсова робота					

5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Аналогові пристрої на дискретних компонентах.						
Тема 1. Загальні характеристики аналогових пристроїв.		2		6		20
Тема 2. Пристрої підсилення сигналів.		8				25
Тема 3. Підсилювачі на транзисторах.		6		8		45
Разом за ЗМ1		16		14		90
Змістовий модуль 2. Перетворювачі сигналів на операційних підсилювачах.						
Тема 4. Підсилювачі на операційних підсилювачах.		8		4		
Тема 5. Лінійні перетворювачі сигналів.		4		8		
Тема 6. Нелінійні перетворювачі сигналів.		2		4		
Разом за ЗМ 2		14		16		
Усього годин		30		30		90

5.3. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Класифікація та параметри аналогових пристроїв.	4
2	Пристрої підсилення.	2
3	Зворотній зв'язок в підсилювачах.	4
4	Підсилення за допомогою біполярного транзистора.	4
5	Схемотехніка підсилювачів на біполярних транзисторах.	4
6	Властивості та параметри операційних підсилювачів.	2
7	Підсилювачі постійного і змінного струму на операційних підсилювачах.	2
8	Лінійні перетворювачі на операційних підсилювачах.	4

9	Нелінійні перетворювачі на операційних підсилювачах.	2
10	Перетворювачі аналогових сигналів.	2
	Разом	30

5.4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення з технікою безпеки праці. Ознайомлення з лабораторним вимірювальним стендом. Умовні графічні позначення в аналоговій схемотехніці.	2
2	Дослідження пасивних RC - фільтрів.	4
3	Дослідження аперіодичного підсилювача низької частоти на схемі із загальним емітером.	4
4	Дослідження смугового підсилювача..	4
5	Дослідження роботи операційного підсилювача в режимі інвертуючого та неінвертуючого підсилювача	4
6	Диференційний каскад на основі операційного підсилювача.	4
7	Дослідження пристроїв сумування сигналів.	4
8	Дослідження генератора на операційному підсилювач	4
	Разом	30

5.5. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми	К-ть годин
1	Пасивні R, C, L схеми. Пасивні R, C, L компоненти. Позначення, типомінали. Елементи інтегральної схемотехніки. Використання та побудова електронних пасивних кіл на основі RC, RL, CL, RCL компонентів. Пасивні фільтри різних частот.	20
2	Підсилювачі на польових транзисторах. Підсилення коливальних за допомогою польового транзистора (ПТ). Графоаналітичний розрахунок режимів підсилення в схемі з загальним витоком. Схема з стабілізацією робочої точки.	10
3	Схеми заміщення підсилювача на ПТ з загальним витоком при різних частотах. Розрахунок АЧХ підсилювачів на ПТ з загальним витоком. Вплив зворотного зв'язку на АЧХ підсилювачів.	15

4	Курсовий проект "Розрахунок однокаскадного підсилювача на ПТ із загальним витоком" відповідно до варіанта.	45
	Разом	90

5.6. Завдання курсового проектування

Розрахувати однокаскадний підсилювач на польовому транзисторі згідно варіанту №ММ, за схемою із загальним витоком, режим підсилення клас – А. Параметри для розрахунку:

- 1) Опір навантаження $(3 + ДД/10)$ [кОм].
- 2) Смуга підсилення в інтервалі зазначених частот $(|ДД+ММ|*100)$ [Гц] ÷ $(|ДД + NC-ММ|+10)$ [кГц].
- 3) Коефіцієнт підсилення каскаду за напругою $(2 + ММ/5)$.
- 4) Значення амплітуди вхідної напруги $|ДД+NC+NG/10|$ [мВ].
- 5) Вхідний опір підсилювача $(52+ММ)$ [кОм].

Варіанти для вибору польового транзистора:

№1 КП103	№2 КП102
№3 КП104	№4 КП201
№5 КП202	№6 КП301
№7 КП302	№8 КП303
№9 КП304	№10 КП305
№11 КП306	№12 КП313

Позначення:

ДД – день народження виконавця.

ММ – місяць народження.

NC – номер у списку групи в журналі академічної групи.

NG – номер групи, в якій навчається виконавець.

Курсова робота оформляється згідно з вимогами вищої школи; рисунки схем, графіків повинні відповідати вимогам ЕСКД. Вона включє:

- 1) Титульну сторінку, зміст.
- 2) Опис постановки завдання з даними свого варіанта.
- 3) Опис польового транзистора, що використовується, який включає:
 - а) принцип роботи із рисунком структурної схеми;
 - б) ескізний рисунок корпусу та схему виводів
 - в) сімейство ВАХ;
 - г) довідникові дані.
- 4) Принципову електричну схему каскаду.
- 5) Аналіз схеми та опис призначення усіх компонентів схеми.

6) Розрахунок номіналів компонентів електричної схеми підсилювача. Номінали розрахованих компонентів повинні бути вказані на окремій електричній схемі.

7) Епюри напруг роботи каскаду в суміщених координатах із під'єднаним та від'єднаним R_n , які виконані на міліметрівці.

8) Розрахунок значення статичного та динамічного вихідного опору підсилювача з під'єднаним та від'єднаним R_n :

а) за допомогою аналітичних розрахунків;

б) на основі графіків у суміщених координатах.

9) Розрахунки та графік амплітудної характеристики.

10) Розрахунки та графік АЧХ (в координатах $K(\text{дБ})$, $\log f$) в діапазоні частот 1Гц – 800 кГц.

11) На основі графіка АЧХ визначити f_n і f_v та частоти одиничного підсилення.

12) Визначити ККД підсилювача.

13) Висновки, в яких вказані параметри розрахованого підсилюючого каскаду та аналіз його роботи.

6. Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

Формами поточного контролю є усна та письмова відповідь студента - лабораторні роботи.

Формами підсумкового контролю дисципліни є **екзамен**.

Формами підсумкового контролю курсового проекту залік

Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання можуть бути:

- стандартизовані тести;
- розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- контрольні роботи;
- завдання на лабораторному обладнанні.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

На екзамен виносяться питання теоретичних знань і навиків студентів курсу. Білети містять по чотири питання які дають можливість виявити глибину засвоєння теоретичної підготовки з принципів будови, функціонування та застосування аналогових електронних приладів і пристроїв. Кожна відповідь оцінюється максимальною кількістю балів рівною 10.

9 - 10 балів заслуговує студент, який виявив всебічні, систематичні і глибокі знання, за повне (від 90% до 100%), методично правильне висвітлення

питання з аргументацію висловлених положень переконливими прикладами, вміння наводити рисувати електричні схеми пристроїв та логічно викласти принципи їх функціонування і зробити відповідні висновки області їх застосування.

7 – 8 балів отримує студент, який у повному обсязі висвітлив питання, вміння наводити рисувати електричні схеми пристроїв та логічно викласти принципи їх функціонування і зробити відповідні висновки області їх застосування. але відповідь містить певні неточності в відповіді.

5 - 6 балів ставиться за порівняно повне й методологічно в цілому правильне висвітлення основних характеристик пристроїв та уміння пояснити принцип функціонування пристрою.

4 – 3 бали заслуговує студент, який виявив знання основного навчального матеріалу (в межах 50%), уміє нарисувати схему з значними помилками та в загальному пояснити принцип її функціонування.

2 – 1 бали ставиться за відповіді, які хоч і свідчать про деяке знання студентами програмового матеріалу, але є дуже поверховими, студент не може нарисувати позначення та схему пристрою, в відповіді немає логіки викладу, у знаннях якого великі прогалини, який припустився принципових помилок у виконанні передбачених програмою завдань.

0 балів ставиться за відповіді в яких студент не висвітлює суть питань, не простежується логіка викладу, і показує повне нерозуміння питань з даної дисципліни.

Бали отримані студентом на екзамені сумуються з балами отриманими протягом навчального семестру. Таким чином знання студентів оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

90-100 балів "А" - студент міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, пов'язує програмовий матеріал із профілем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок.

80-89 балів "В" - студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих ч и інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного.

70-79 балів "С"- студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури,

аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих ч и інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного, а окремі моменти не дістали належного з'ясування.

60-69 бали "D"- студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях.

50-59 балів "E"- студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє не точності у знаннях, коли дано не повну відповідь до вимог навчальної програми.

35-49 балів "FX"- студент не висвітлює суть питань, не простежується логіка викладу, і показує нерозуміння даної дисципліни. не опанував навчальний матеріал дисципліни, визначень, майже не орієнтується в змісті тем дисципліни, відсутні наукове мислення, та сформованість практичних навичок.

1-34 балів "F"- студент показує повне нерозуміння питань з даної дисципліни, повністю не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів і визначень, повністю не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, повністю відсутні наукове мислення, та сформованість практичних навичок.

Критерії оцінювання курсового проекту

Оцінка за шкалою ЄКТС	Критерії оцінок	Оцінка в балах
A	Оцінка A може бути виставлена лише у тому випадку, якщо на захисті студент показав вільне і глибоке володіння змістом роботи, використовував ілюстративний матеріал, точно і повно відповів на всі задані запитання.	90-100
B	Оцінка B виставляється, якщо на захисті студент показав вільне і глибоке володіння змістом роботи, використовував ілюстративний матеріал, проте, при відповіді на запитання студентом, були допущені незначні неточності, які він не зумів повністю виправити після того, як на них було звернуто увагу викладача.	80-89

C	Оцінка C виставляється, якщо на захисті студент показав, що він в основному володіє змістом роботи, під час доповіді використовувався ілюстративний матеріал, при відповіді на запитання студентом були допущені незначні неточності, які він однак так і не зумів повністю виправити після того, як на них було звернуто увагу з боку викладача. Під час доповіді використовувався ілюстративний матеріал, в якому теж були деякі помилки та неточності.	70-79
D	Оцінка D виставляється, якщо на захисті студент показав, що він в основному володіє змістом роботи, проте, доповідь містить суттєві помилки. Під час доповіді використовувався ілюстративний матеріал, в якому теж були деякі помилки та неточності. Відповіді на запитання були не зовсім чітко сформульовані.	60-69
E	Оцінка E виставляється, якщо на захисті студент показав, що він в основному володіє змістом роботи, проте, відповідь була побудована нелогічно і містить помилки. Під час доповіді використовувався ілюстративний матеріал, в якому теж були деякі помилки та неточності і при коментуванні якого студент наражався на певні труднощі, що важко долав. Відповіді на запитання викладача були нечітко сформульовані.	50-59
Fx	Оцінка Fx виставляється, якщо на захисті студент показав, що він не володіє частиною змісту роботи, його доповідь нелогічна і містить серйозні помилки, а ряд висновків неправильно обґрунтовуються чи взагалі є неправильними. В роботі міститься неправильні розрахунки та креслення.	35-49
F	Робота неоформлена згідно вимог. Розрахунки не відповідають заданому варіанту. Розрахунки виконані із грубими технічними помилками.	1-34

Шкала переведення балів, отриманих студентом за результатами поточного та підсумкового контролів

Рейтингова оцінка з дисципліни	Оцінювання в системі ECTS	Оцінка за національною шкалою	Залік за національною шкалою
90 – 100	A	5 (відмінно)	Зараховано
80 – 89	B	4 (добре)	
70 – 79	C	4 (добре)	
60 – 69	D	3 (задовільно)	

50 – 59	E	3 (задовільно)	Не зараховано
35 – 49	FX	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання	
1 – 34	F	2 (незадовільно) з обов'язковим повторним курсом	

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (<i>аудиторна та самотійна робота</i>)						Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	40	100
10	10	10	10	10	10		

T1, T2 ... T6– теми змістових модулів.

7. Рекомендована література

1. Буняк А.М. Електроніка та мікросхемотехніка. –Київ, СМП Астон, 2001.
2. Схемотехніка електронних систем. Кн. 1. Аналогова схемотехніка.: Підручник / Бойко В.І., Гуржій А.М. та ін. –К.: Вища школа, 2004. –423 с.
3. Аналогові пристрої на інтегральних мікросхемах: лабораторний практикум / укл. С.В.Нічий, О.Г.Швець. – Чернівці: ЧНУ, 2003, – 24 с.
4. Аналогові схемотехніка на дискретних компонентах: лабораторний практикум / укл. С.В.Нічий, О.Г.Швець. – Чернівці: ЧНУ, 2003, – 24 с.
5. Підсилювачі на польових транзисторах : навчально-методичний матеріал для курсового проектування / укл. : С. В. Нічий, Є. Д. Громко – Чернівці : ЧНУ, 2009. – 60 с.
6. Багатокаскадні транзисторні підсилювачі : навчально-методичний матеріал для конструкторсько-розрахункового проектування / укл. : С. В. Нічий, Є. Д. Громко – Чернівці : Чернівецький національний університет, 2009. – 48 с.
7. Алексеенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника. Учебное пособие. -М.:

Радио и связь, 1982.

8. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. -М.: Мир, 1982.
9. Кауфман М., Сидман А. Практическое руководство по расчетам схем в электронике. Т.1 -М: Энергоатомиздат, 1993.

8. Інформаційні ресурси

<https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=771>