

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра фізичної та біомедичної електроніки

Затверджено

На засіданні КФБМЕ
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 30 серпня 2021 р.)

Завідувач кафедри Бордун О.М.

Силабус з навчальної дисципліни
«Аналогова і цифрова схемотехніка»,
що викладається в межах ОПШ «Сенсори та діагностичні
електронні системи» першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти для здобувачів з спеціальності
153 «Мікро- та наносистемна техніка»

Назва дисципліни	Аналогова і цифрова схемотехніка
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Драгоманова, 50
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра фізичної та біомедичної електроніки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	15 Автоматизація та приладобудування, 153 Мікро- та наносистемна техніка
Викладачі дисципліни	Бучковська Марія Дмитрівна, канд.фіз.-мат. наук, асистент
Контактна інформація викладачів	mariya.buchkovska@lnu.edu.ua, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/buchkovska-mariya-dmytrivna
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через ZOOM, MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3augv8q_SrpYRVFD0n3Q5P0eAENJ6tN00DGwLyurYmFeo1%40thread.tacv2/conversations?groupId=756cc34f-2fde-4672-80cf-ecbe87c577a&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Аналогова і цифрова схемотехніка» є нормативною дисципліною з спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» для освітньої програми «Сенсори та діагностичні електронні системи», яка викладається в 3-му семестрі в обсязі 4 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Аналогова і цифрова схемотехніка» вивчає схемотехнічні принципи реалізації аналогових та цифрових схем, узагальнює та систематизує знання студентів отримані з інших курсів по спеціальності, знайомить студентів з основними типами аналогових і цифрових мікросхем та цифровими пристроями запису та обробки інформації.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення нормативної дисципліни «Аналогова і цифрова схемотехніка» є формування знань у студентів основ теорії та принципів побудови аналогових та цифрових електронних схем, набуття практичних навичок з проектування схем. Ознайомити студентів з деякими схемотехнічними рішеннями, що застосовуються при побудові сучасних електронних приладів.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Воробйова О.М. 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. 2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: у 2-х ч.: навчальний посібник / О.М Воробйова, В.Д. Іванченко – Одеса: ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2004 3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехніки: В 3-х т: Пер. С англ. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Мир, 1993 4. Квітка С.О. Електроніка та мікросхемотехніка: навчальний посібник / С.О. Квітка, В.Ф. Яковлев, О.В Нікітіна – Київ: Аграрна освіта, 2010. 329 с. 5. Колонтаєвський Ю.П. Електроніка і мікросхемотехніка / Ю.П. Колонтаєвський, А.Г. Сосков – Київ: Каравела, 2009. 416 с. 6. Чижма С.Н. Основы схемотехніки / Учебное пособие для вузов. - Омск: Издательство "Апельсин", 2008. - 424 с 7. Остапенко Г.С. Усилительные устройства: учебное пособие для вузов / Г.С. Остапенко – М.: Радио и связь, 1989

	<p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Титце У. Полупроводниковая схемотехника: справоч. Руководство / У. Титце, К. Шенк. – М.: Мир, 1982 2. Кичак В.М. Основи радіоелектроніки : навч. посіб. / В.М. Кичак, Ю.В. Крушевський, Д.В. Гаврілов; В.о. Вінниц. нац. техн. ун-т.– Вінниця : ВНТУ, 2010.– 368 с. 3. Батушев В.А. Электронные приборы: [учебник для вузов] / В.А. Батушев – М.: Высшая школа, 1980 4. Операционные усилители: Справочник - М.: Физматлит, 1993, 240с. 5. Лебедев О.Н., Марцинкявичус Й.К., Багданский А.К. Микросхемы памяти. ЦАП и АЦП. – М.: КУБК-а, 1996, 384 с.
Обсяг курсу	64 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт та 56 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Знати основні типи сучасних аналогових та цифрових схем; основи цифрових ІМС; вимоги до логічних елементів; основи технології та фізики середовища запису інформації; основні схемотехнічні реалізації логічних елементів; – Вміти складати та вимірювати основні параметри аналогових та цифрових схем; проводити контрольні заміри вихідних напруг БЖ та на відповідних вузлах і блоках; складати прості логічні схеми та отримувати таблиці істинності; оцінювати параметри ОЗП; розшифровувати систему позначень цифрових і аналогових мікросхем; контролювати та коректувати параметри пристроїв відображення інформації;
Ключові слова	Резистор, транзистор, конденсатор, діод, оптрон, операційний підсилювач, тригер, АЦП, ЦАП, мікроконтролер, мікропроцесор, регістр.
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Іспит.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Вища математика», «Загальна фізика», «Теорія електричних та електронних кіл», «Цифрові сигнали».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусії.
Необхідне обладнання	Мультимедіа, платформа Teams, комп'ютерне програмне забезпечення, Макетная плата (Breadboard), комплектуючі для макетної плати, блок живлення, осцилограф, низькочастотний генератор сигналів, мультиметр.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 50-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні роботи: 60% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 30. • дві контрольні роботи: 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20.

	<p>Загалом упродовж семестру 50 балів. Іспит проводиться в письмовій формі з наступною усною співбесідою. Білет з іспиту включає в себе три питання з програми даного курсу і оцінюється в 50 балів.</p> <hr/> <p>Контрольні роботи проводяться у письмовій формі. Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом. Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані під час семестру, виконанні самостійної роботи та бали підсумкової роботи. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до контрольних робіт</p>	<p>Перелік питань для проведення контрольних робіт розміщені на веб-сторінці.</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
1	Вступ. Система зв'язку. Структурна схема системи зв'язку. Структурна схема системи електроживлення РЕА. Пояснення застосованих величин.	Лекція	1, 3, 4	Вступне заняття. Інструктаж з техніки безпеки. Ознайомлення з будовою лабораторного стенду (Breadboard) та його комплектуючими. ЛР. 1. 2 год.	2-й тиж. семестру
2	Пасивні компоненти. Резистори. Конденсатори. Котушки індуктивності. Трансформатори. Подільники напруги. Регулятори напруги. Гасники напруги.	Лекція	1, 2, 3	Дослідження вольт-амперних характеристик напівпровідникових елементів. Дослідження ВАХ діода та стабілітрона. ЛР. 2. 2 год.	3-й тиж. семестру
3	Діодні схеми. Випрямлячі. Схема випрямляча. Структура та принцип дії напівпровідникових діодів. Вимоги до параметрів діода. Двопівперіодний випрямляч. Амплітудні обмежувачі. Параметричні стабілізатори напруги. Індуктивне навантаження та діодний захист контактів.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5	Дослідження вольт-амперних характеристик біполярного транзистора. Дослідження ВАХ транзистора 2N2222 ЛР. 3. 2 год.	4-й тиж. семестру
4	Електронні підсилювачі. Структура та принцип дії біполярного транзистора. Підсилювачі на біполярних транзисторах. Параметри біполярних транзисторів. Еквівалентні схеми біполярних транзисторів. Режими роботи біполярного транзистора. Підсилювачі на польових транзисторах. Типи та схеми включення польових транзисторів. Польові транзистори з керуючим <i>p-n</i> -переходом. Польові транзистори з ізольованим затвором. Схеми підсилювачів на польових транзисторах. Частотні властивості підсилювачів на ПТ. Режими роботи підсилювачів.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження вольт-амперних характеристик польового транзистора. Дослідження ВАХ транзистора 2N7000 ЛР. 4. 2 год.	5-й тиж. семестру
5	Силкові напівпровідникові прилади. Електронні ключі. IGBT-біполярний транзистор з ізольованим затвором. SIT-транзистор із статичною індукцією. Порівняльна характеристика силових напівпровідникових приладів. Розгалужувальні з'єднання. Ключі на біполярних транзисторах. Насичення ключа. Завадостійкість ключа. Швидкодія ключа. Недоліки ключа на	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження транзисторного ключа та генератора пилкоподібної напруги. Дослідження часових параметрів вихідного сигналу транзисторного ключа та ГПН ЛР. 5. 2 год.	6-й тиж. семестру

	біполярному транзисторі. Ключі на польових транзисторах. Ключі на тиристорах.				
6	Зворотній зв'язок. Загальні положення. Вплив від'ємного ЗЗ на вхідний та вихідний опори. Вплив від'ємного ЗЗ на внутрішні завади (наведення). Транзисторні каскади з від'ємним ЗЗ. Розширення смуги частот рівномірного підсилення. Підвищення вхідного опору каскада. Каскади з додатним зворотним зв'язком (автогенератори). Структурна схема автогенератора. Автогенератори гармонічних коливань. Мультивібратори. Стійкість підсилювачів з від'ємним зворотним зв'язком.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження мультивібратора. Закріпити теоретичні знання по принципу дії релаксаційних генераторів та схмотехнічної побудови транзисторного мультивібратора ЛР. 6. 2 год.	7-й тиж. семестру
7	Аналогові інтегральні мікросхеми (ч.1). Загальні відомості. Операційні підсилювачі. Вхідний каскад ОП. Проміжний каскад ОП. Кінцевий каскад ОП. Каскади на операційних підсилювачах. Приймач струму. Інвертуючий підсилювач напруги. Неінвертуючий підсилювач напруги. Повторювач напруги. Інвертуючий суматор. Схема складання-віднімання. Неінвертуючий суматор.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження операційного підсилювача з інвертуванням. Закріпити теоретичні знання та практичні навички по схмотехнічній побудові підсилювачів на основі операційного підсилювача. ЛР. 7. 2 год.	8-й тиж. семестру
8	Аналогові інтегральні мікросхеми (ч.2). Інтегратор. Диференціатор. Логарифматори. Антилогарифматори. Перемножувач напруг. Дільник напруг. Обмежувачі рівнів. Прецизійний випрямляч. Вимірювальні підсилювачі. Джерела струму. Формувачі рівнів. Мультивібратор на ОП. Кола живлення каскадів на ОП. Регулювання в каскадах на ОП. Контрольна робота №1	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження роботи інтегратора і диференціатора на операційному підсилювачі. Поглибити теоретичні знання та закріпити практичні навички по схмотехнічній побудові інтегратора та диференціатора на ОП. ЛР. 8. 2 год.	9-й тиж. семестру
9	Цифрова схмотехніка. Загальні відомості. Класифікація цифрових пристроїв. Цифрові сигнали. Основні поняття алгебри логіки. Форми зображення логічних функцій. Реалізація логічних функцій булевого базису. Функція логічного заперечення НЕ. Функція логічного множення. Функція логічного додавання. Комбіновані логічні функції.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження підсилювача низької частоти. Дослідити схему, принцип роботи і параметри резистивного підсилювача. ЛР. 9. 2 год.	10-й тиж. семестру

10	Схемотехніка логічних елементів. Класифікація цифрових елементів. Параметри логічних елементів. Типи логічних елементів та їхні порівняльні характеристики. Транзисторно-транзисторна логіка (ТТЛ). Транзисторно-транзисторна логіка з діодом Шоттки (ТТЛШ). Емітерно-зв'язана логіка ЕЗЛ. Інтегральна інжекційна логіка І ² Л. Логічні елементи на польових структурах: МОН-логіка, КМОН-логіка. Логічний елемент з трьома станами. Узгодження логічних мікросхем. Правила схемного включення елементів.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження роботи логічних елементів. Сформувати практичні навички та початкові уміння побудови та аналізу комбінаційних схем пристроїв. ЛР. 10. 2 год.	11-й тиж. семестру
11	Послідовнісні пристрої (ч.1). Тригери. Параметри тригерів. Асинхронний RS-тригер. Синхронний RS-тригер. D-тригер. JK-тригер. MS-тригер. Підвищення завадостійкості тригерів. Формувачі тривалості фронтів. Методи боротьби з впливом дребезжання контактів.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження роботи асинхронних тригерів. Ознайомитися з принципом роботи тригерів різних типів. ЛР. 11. 2 год.	12-й тиж. семестру
12	Послідовнісні пристрої (ч.2). Лічильники імпульсів. Параметри лічильника. Класифікація лічильників. Послідовні лічильники. Швидкодія лічильників. Паралельні лічильники. Паралельно-послідовні лічильники. Реверсивні лічильники. Лічильники з довільним модулем лічби. Збільшення розрядності лічильників. Подільники частоти. Регістри. Класифікація регістрів. Послідовні регістри. Паралельні регістри.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження роботи інтегрального таймера NE555. Вивчення принципів роботи інтегрального таймера та різноманітних схем на його основі. ЛР. 12. 2 год.	13-й тиж. семестру
13	Комбінаційні пристрої. Загальні відомості. Шифратори. Дешифратори. Перетворювачі кодів. Мультиплектори. Демультіплектори. Цифрові компаратори. Програмовані логічні матриці. Матрична схема. Дворівневі та трирівневі ПЛМ. Особливості роботи комбінаційних пристроїв.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження аналогового компаратора на операційному підсилювачі. Поглибити теоретичні знання із схемотехнічної побудови аналогових компараторів. ЛР. 13. 2 год.	14-й тиж. семестру
14	Запам'ятовувальні пристрої. Класифікація запам'ятовувальних пристроїв. Параметри ЗП. Оперативні запам'ятовувальні пристрої. Статичні запам'ятовувачі ВІС ОЗП. Структура ВІС ОЗП. Інформаційні та керуючі сигнали ВІС ОЗП. Постійні запам'ятовувальні пристрої (ПЗП). Класифікація ПЗП. Структура ВІС ПЗП.	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Дослідження роботи дешифратора. Поглибити теоретичні знання із схемотехнічної побудови дешифраторів. ЛР. 14. 2 год.	15-й тиж. семестру

15	<p>Цифро-аналогові та аналогово-цифрові перетворювачі Загальні відомості. Цифро-аналогові перетворювачі. Параметри ЦАП. Схеми ЦАП. Аналого-цифрові перетворювачі. Параметри АЦП. Схеми АЦП. АЦП розгортального перетворення. АЦП паралельного кодування. Послідовно-паралельні АЦП.</p>	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	<p>Дослідження діодного та транзисторного оптронів. Дослідження основних властивостей оптронів. ЛР. 15. 2 год.</p>	16-й тиж. семестру
16	<p>Фотоелектричні, випромінювальні та індикаційні прилади. Фотоелектричні прилади: фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, фототиристри. Випромінювальні прилади: світлодіоди, лазери. Оptrони. Індикаторні прилади: газорозрядні індикатори, люмінесцентні індикатори, напівпровідникові індикатори, рідинно-кристалльні індикатори. Контрольна робота №2</p>	Лекція	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	<p>Заклучне заняття. Підбиття семестрових підсумків. ЛР. 16. 2 год.</p>	До іспиту