



ПРАКТИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	F Інформаційні технології
Спеціальність	F7 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерні системи та мережі
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	150 годин (30 годин – Лекції, 14 годин – Лабораторні, 106 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Іспит, МКР
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Шимкович Володимир Миколайович, v.shymkovych@kpi.ua , @volodymyr_shymkovych моб. +38(097)602-51-73 Лабораторні: асистент Гайдай Анатолій Русланович, haidai.anatolii@lil.kpi.ua , @AnatoliiHaidai
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/ODcwODAyNDgyOTgz?cjc=o3fxpswc

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Опис дисципліни. При проходженні даної дисципліни, студенти познайомляться з методами розрахунку, моделювання, аналізу та синтезу електронних пристроїв для мікропроцесорних та комп'ютеризованих інформаційних систем. На лабораторних заняттях опанують моделювання окремих електронних елементів та пристроїв.

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:

- ЗК03 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ФК05 – Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо;
- ФК14 – здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію;
- ФК16 – здатність проектувати, розробляти, впроваджувати та обслуговувати програмно- апаратне забезпечення для високопродуктивних комп'ютерів та комп'ютерних систем (паралельних, вбудованих, розподілених) та їх складових на сучасній елементній базі (зокрема, ПЛІС) з використанням систем автоматизованого проектування;
- ФК17 – здатність проектувати, впроваджувати, адмініструвати та обслуговувати глобальні та локальні комп'ютерні мережі на основі нових технологій, зокрема, інтелектуальні програмно-конфігуровані мережі (SDN);
- ПРН1 – знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж;
- ПРН2 – мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах;
- ПРН3 – знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії;
- ПРН9 – вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності;
- ПРН10 – вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типові для спеціальності обладнання;
- ПРН12 – вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.
- ПРН13 – вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів;
- ПРН22 – виконувати проектування та розрахунки параметрів складових компонентів комп'ютерів та комп'ютерних систем, універсального та спеціального призначення, локальних та глобальних комп'ютерних мереж, мережі Інтернет, Інтернету речей.

Предмет навчальної дисципліни: основні аналогові, імпульсні та цифрові електронні елементи та пристрої.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою).

Пререквізити: вміти користуватися комп'ютером, знати архітектуру обчислювальної машини.

Постреквізити: розрахунок, моделювання, аналіз та синтез електронних пристроїв.

Після проходження дисципліни студенти зможуть виконувати: розрахунки електронних

пристроїв; налагодження, контроль та обслуговування електронних пристроїв; моделювання електронних пристроїв; аналіз та синтез цифрових електронних пристроїв; використовувати сучасні електронні елементи та пристрої при проектуванні комп'ютеризованих та мікропроцесорних систем.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Аналогова електроніка

Тема 1.1. Напівпровідникові діоди

Тема 1.2. Транзистори

Тема 1.3. Тиристори

Тема 1.4. Оптоелектронні пристрої

Тема 1.5. Мікроелектроніка

Тема 1.6. Підсилювачі змінного струму

Тема 1.7. Підсилювачі постійного струму

Тема 1.8. Операційні підсилювачі

Тема 1.9. Підсилювачі потужності

Тема 1.10. Електричні фільтри

Тема 1.11. Генератори синусоїдальних коливань

Тема 1.12. Джерела живлення електронних схем

Розділ 2. Імпульсні електронні пристрої

Тема 2.1. Диференціюючі кола

Тема 2.2. Інтегруючі кола

Тема 2.3. Діодні ключі

Тема 2.4. Тиристорні ключі

Тема 2.5. Обмежувачі напруги

Тема 2.6. Транзисторні ключі

Тема 2.7. Імпульсні тригери

Тема 2.8. Аналогові компаратори

Тема 2.9. Генератори прямокутних імпульсів

Тема 2.10. Генератори напруги, що змінюється лінійно (ГНЗЛ)

Тема 2.11. Пристрої перетворення рівнів

Розділ 3. Цифрові електронні пристрої

Тема 3.1. Основні поняття комп'ютерної електроніки

Тема 3.2. Застосування булевої алгебри при аналізі і синтезі цифрових електронних схем

Тема 3.3. Практична реалізація логічних функцій

Тема 3.4. Комбінаційні цифрові пристрої (КЦП)

Тема 3.5. Послідовні цифрові електронні пристрої (ПЦЕП)

Розділ 4. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі

Тема 4.1. Аналого-цифрові перетворювачі

Тема 4.2. Цифро-аналогові перетворювачі

Лабораторні роботи:

1. Дослідження біполярних та польових транзисторів
2. Дослідження операційних підсилювачів
3. Дослідження діодних та транзисторних ключів, реалізація транзисторних ключів для Arduino
4. Дослідження імпульсних тригерів, аналогових компараторів та схем формування рівнів, реалізація аналогового компаратора на базі Arduino
5. Дослідження генераторів прямокутних та пилоподібних імпульсів
6. Дослідження аналого-цифрових перетворювачів (АЦП)
7. Дослідження цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП)

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Комп'ютерна електроніка [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізації «Інтегровані інформаційні системи» / А.О. Новацький ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 80.9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 468 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/26319>
2. Комп'ютерна електроніка: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. Освітньої програми «Інтегровані інформаційні системи» спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А.О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 13.8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 416 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/26374>
3. Електроніка і мікропроцесорна техніка Частина 1 Комп'ютерна електроніка [Електронний ресурс]: курс лекцій: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спец. 126 – «Інформаційні системи та технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А. О. Новацький. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 301с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/73233>

Допоміжна література

4. Бойко В. І. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої / В. І. Бойко та ін. – Київ : Вища шк., 2004.
5. Бойко В. І. Схемотехніка електронних систем. В 2 Кн. Кн. 2. Цифрова схемотехніка / В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйков та ін. – «Вища школа», 2004.
6. Гніліцький В. В. Є. С. Купкін, А. О. Новацький. Аналогова електроніка: навч. посіб. / Житомир : ЖДТУ, 2012.
7. Новацький А. О. Імпульсна та цифрова електроніка : навч. посіб. / А.О. Новацький. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014.
8. Руденко В. С. Промислова електроніка / В. С. Руденко, В. Я. Ромашко, В. В. Трифонюк. – Київ : Либідь, 1993.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Розділ 1. Аналогові електронні пристрої Тема 1.1. Напівпровідникові діоди Лекція 1. Напівпровідникові діоди Електронно-дірковий перехід (р-п-перехід). Загальна характеристика. Фізичні процеси у р-п-переході за відсутності зовнішнього електричного поля. Ефект випрямлення у р-п-переході. Зворотне включення р-п-переходу. Пряме включення р-п-переходу. Вольт-амперна характеристика (ВАХ) р-п-переходу. Пробій р-п-переходу. Електричний (оборотний) пробій. Необоротний пробій р-п-переходу. Температурні властивості р-п-переходу. Частотні властивості р-п-переходу. Напівпровідникові діоди (НД). Випрямні діоди. Високочастотні та надвисокочастотні діоди (ВЧ- і НВЧ-діоди). Імпульсні діоди (ІД). Напівпровідникові стабілітрони (опорні діоди). Л. (1; 2) Завдання на СРС. Електрофізичні властивості напівпровідників. Енергетичні рівні електронів у атомі. Енергетичні стани електронів у твердому тілі. Електропровідність матеріалів. Розподіл електронів за квантовими станами. Фізичні властивості напівпровідників. Власна провідність напівпровідників. Домішкова

	провідність напівпровідників. Тунельний ефект у р-п-переході. Тунельні діоди. Варикапи. Гетероперехід. Перехід Шоттки. Імпульсні діоди. Стабілітрони. Двоанодні стабілітрони. Л. (1; 2)
2	Тема 1.2. Транзистори Лекція 2. Транзистори Біполярні транзистори. Загальна характеристика. Принцип роботи транзистора. Схеми включення біполярних транзисторів. Статичні вольт-амперні характеристики (ВАХ) транзистора. Робота транзистора з навантаженням. Режими роботи транзистора. Польові транзистори. Загальна характеристика. Польові транзистори із затвором у вигляді р-п-переходу. Загальна характеристика. Принцип роботи польових транзисторів з затвором у вигляді р-п-переходу. Польові транзистори із ізольованим затвором. Метал-діелектрик-напівпровідник (МДН) або метал-окисел-напівпровідник (МОН) польові транзистори. Загальна характеристика. Метал-окисел-напівпровідник (МОН) польовий транзистор із вбудованим каналом. Метал-окисел-напівпровідник (МОН) польовий транзистор із каналом, що індукується. Основні властивості та застосування польових транзисторів. Л. (1) Завдання для СРС. Еквівалентні схеми і параметри біполярних транзисторів (БТ). Розрахунок h-параметрів біполярних транзисторів за статичними вольт-амперними характеристиками. Дрейфові та бездрейфові транзистори. Шуми транзисторів. Складений транзистор. Одноперехідні транзистори (ОТ). Л. (1; 2)
3	Тема 1.3. Тиристори Тема 1.4. Оптоелектронні пристрої Тема 1.5. Мікроелектроніка Лекція 3. Тиристори. Оптоелектронні пристрої. Загальна характеристика тиристорів. Тиристори, які не керуються (диністори). Тиристори, які керуються (триністори). Тиристори, які запираються. Симетричні тиристори (симістори). Оптоелектронні прилади. Загальна характеристика оптоелектронних приладів. Джерела оптичного випромінювання. Загальна характеристика. Світлодіоди. Приймачі оптичного випромінювання. Загальна характеристика. Фоторезистори. Фотодіоди. Загальна характеристика. Вентильний режим роботи фотодіодів. Фотодіодний (фотоперетворюючий) режим роботи фотодіодів. Фототранзистори. Фототиристори. Оптрони. Л. (1; 2) Завдання для СРС. Основні поняття мікроелектроніки. Види інтегральних мікросхем (ІМС). Напівпровідникові ІМС. Гібридні інтегральні мікросхеми. Суміщені інтегральні мікросхеми. Лазери. Загальна характеристика. Твердотілі лазери. Газові лазери. Напівпровідникові лазери Л. (1; 2)
4	Тема 1.6. Підсилювачі змінного струму Тема 1.7. Підсилювачі постійного струму Лекція 4. Підсилювачі змінного та постійного струму Класифікація та основні характеристики електронних підсилювачів. Коефіцієнт підсилення; точність відтворення форми сигналу, який підсилюється; динамічний діапазон; лінійні спотворення; коефіцієнт корисної дії (ККД) підсилювача. Підсилювачі змінного струму. Основні режими роботи підсилювачів: А, В, АВ, С, D. Схеми забезпечення режимів роботи елемента, що підсилює. Термостабілізація

	робочої точки. Схема з емітерною стабілізацією (від'ємний зворотний зв'язок (ВЗЗ)) за постійним струмом. Види зворотних зв'язків (ЗЗ) у підсилювачах та способи їх організації: ЗЗ за напругою, струмом та комбінований. Послідовний, паралельний та змішаний ЗЗ. Однокаскадний підсилювач на біполярному транзисторі (схема із спільним емітером). Емітерний повторювач. Підсилювач на польовому транзисторі. Підсилювачі постійного струму (ППС). Підсилювачі постійного струму із безпосередніми зв'язками. Диференціальний ППС. Л. (1; 2) Завдання для СРС. Аналіз роботи підсилювача на біполярному транзисторі (БТ), що включений за схемою із спільним емітером (СЕ). Аналіз роботи емітерного повторювача (ЕП). Вимірювання вхідного опору підсилювача. Вимірювання вихідного опору підсилювача. Схеми: з фіксованим струмом бази; з фіксованою напругою бази; з емітерно-колекторною стабілізацією. Термокомпенсація. Схеми забезпечення режиму роботи підсилювача на польовому транзисторі. Фазоінверсний підсилювач. Підсилювач з автоматичним регулюванням підсилення (АРП). Паралельно-балансний підсилювач постійного струму (ППС). ППС з перетворенням постійного струму у змінний. Л. (1; 2)
5	Тема 1.8. Операційні підсилювачі. Тема 1.9. Підсилювачі потужності. Лекція 5. Операційні підсилювачі (ОП) та підсилювачі потужності (ПП) Операційні підсилювачі. Загальна характеристика ОП. Основні параметри операційних підсилювачів. ОП з входом, який: інвертує, який не інвертує та з диференціальним входом. ОП який: підсумовує, диференціює, інтегрує, масштабує. Підсилювачі потужності. Загальна характеристика підсилювача потужності. Безтрансформаторні вихідні каскади. Двотактний трансформаторний ПП. Л. (1; 2) Завдання для СРС. Операційний підсилювач, який логарифмує та антилогарифмує. Трансформаторні підсилювачі потужності. Л. (1)
6	Тема 1.10. Електричні фільтри. Тема 1.11. Генератори синусоїдальних коливань. Тема 1.12. Джерела живлення електронних схем. Лекція 6. Електричні фільтри, генератори синусоїдальних коливань (ГСК) та джерела живлення електронних схем. Електричні фільтри. Загальна характеристика електричних фільтрів. Активні фільтри нижніх частот (ФНЧ). Активні фільтри верхніх частот (ФВЧ). Активні смугові фільтри (селективні підсилювачі). Загальні відомості. Селективні підсилювачі із частотно-залежним від'ємним зворотним зв'язком. Генератори синусоїдальних коливань. Загальні відомості. Частотно-селективні РС-чотириполюсники. РС-автогенератори із поворотом фази. РС-автогенератори без повороту фази. Джерела живлення електронних схем. Загальні відомості. Батарейки та акумулятори. Джерела живлення від мережі змінного струму. Загальні відомості. Безперервні джерела живлення (БДЖ). Загальні відомості. Випрямлячі. Однопівперіодний випрямляч. Двопівперіодний випрямляч. Мостовий випрямляч. Двофазний двопівперіодний випрямляч. Фільтр, що згладжує. Здатність навантаження. Параметри діода і конденсатора. Схеми множення напруги. Схеми фільтрів. Стабілізатори напруги. Загальні відомості. Стабілізатори в інтегральному виконанні. Л. (1; 2) Завдання для СРС. Приклад розрахунку активного фільтра нижніх частот. Схеми регулювання напруги живлення. Двополуперіодний випрямляч з фільтром.

	Випрямляч з множенням напруги. Параметричні та компенсаційні стабілізатори постійної напруги. Імпульсні джерела живлення (ІДЖ). Л. (1; 2))
7	Розділ 2. Імпульсні електронні пристрої Тема 2.1. Диференціюючі кола Тема 2.2. Інтегруючі кола Лекція 7. Призначення, особливості застосування, основні параметри та види імпульсних сигналів та пристроїв. Диференціюючі та інтегруючі кола Призначення та особливості застосування імпульсних електронних пристроїв. Диференціюючі кола. Інтегруючі кола. Пристрої формування рівнів. Аналогові, імпульсні та цифрові сигнали. Види та основні параметри імпульсних сигналів та пристроїв. Активні диференціюючі та інтегруючі кола на інтегральних мікросхемах операційних підсилювачів (ІМС ОП). Схеми, аналіз, розрахунок, параметри, застосування. Л. (1; 2)) Завдання для СРС. Розрахунок тривалості імпульсу на виході пасивного диференціюючого кола. Робота пасивного диференціюючого кола при поданні на його вхід трапецеїдальних імпульсів. Вплив опору джерела та ємності навантаження на форму вихідного імпульсу. Розрахунок пасивного диференціюючого кола. Розрахунок пасивного інтегруючого RC-кола. Інтегрування одиночного імпульсу. Інтегрування послідовності прямокутних імпульсів Л. (1; 2)
8	Тема 2.3. Діодні ключі. Тема 2.4. Тиристорні ключі Тема 2.5. Обмежувачі напруги Лекція 8. Діодні та тиристорні ключі. Обмежувачі напруги. Електронні ключі. Діодні ключі. Послідовні діодні ключі. Оцінка спільного впливу напруг U_{BX} і $E_{ЗС}$ на значення вихідної напруги послідовного діодного ключа. паралельні діодні ключі. Тиристорні ключі. Принцип роботи й особливості застосування тиристорів. Застосування тиристора в керованому випрямлячі. Широтно-імпульсні перетворювачі на тиристорах. Л. (1; 2) Завдання для СРС. Схеми, передавальні характеристики, часові діаграми роботи, розрахунок, основні параметри, застосування односторонніх обмежувачів: знизу, зверху, та двосторонніх амплітудних обмежувачів на діодах. Л. (1; 2))
9	Тема 2.5. Транзисторні ключі Лекція 9. Транзисторні ключі Транзисторні ключі на біполярних транзисторах. Вимкнутий (закритий) стан транзисторного ключа. Увімкнутий (відкритий) стан ключа. Перехідний (динамічний) режим роботи ключа. ТК, закритий у початковому стані. ТК, відкритий у початковому стані. Ключ із зовнішнім зміщенням і прискорюючим конденсатором. Ненасичені ключі. Ключі на польових транзисторах. Послідовні транзисторні ключі. Л. (1; 2)) Завдання для СРС. Приклад розрахунку транзисторного ключа. Л. (1; 2))
10	Тема 2.7. Імпульсні тригери. Тема 2.8. Аналогові компаратори. Лекція 10. Симетричні та несиметричні тригери. Аналогові компаратори.

	Тригери на дискретних компонентах (імпульсні тригери). Симетричні тригери. Способи запуску симетричних тригерів. Несиметричні тригери (тригери Шмітта). Тригери Шмітта на інтегральних мікросхемах операційних підсилювачів (ІМС ОП). Тригери Шмітта, що не мають пам'яті, на ІМС ОП. Тригери Шмітта, що мають пам'ять, на ІМС ОП. Аналогові компаратори. Аналогові компаратори на ІМС ОП. Аналогові компаратори для порівняння однополярних напруг на ІМС ОП. Аналогові компаратори для порівняння різнополярних напруг на ІМС ОП. Регенеративний компаратор. Л. (1; 2) Завдання для СРС. Виведення основних розрахункових співвідношень для регенеративного компаратора. Моделювання пристроїв формування рівнів. Л. (1; 2)
11	Тема 2.9. Генератори прямокутних імпульсів Тема 2.10. Генератори напруги, що змінюються лінійно Тема 2.11. Пристрої формування рівнів Лекція 11. Генератори прямокутних та пилкоподібних імпульсів. Мультивібратори на операційних підсилювачах. Автоколивальний мультивібратор на ІМС ОП. інтегральній мікросхемі операційного підсилювача. Регулювання параметрів схеми. Чекаючий мультивібратор на ІМС ОП. інтегральній мікросхемі операційного підсилювача. Генератори напруги, що змінюється лінійно. Генератори напруги, що змінюється лінійно, на біполярному транзисторі. Генератори напруги, що змінюється лінійно, на ІМС ОП. Генератори напруги, що змінюється лінійно, на ІМС ОП. Виведення основних розрахункових співвідношень. Умова нормальної роботи схеми. Два основних варіанти співвідношення параметрів схеми генератора напруги, що змінюється лінійно, і вхідних керуючих імпульсів. Генератори напруги, що змінюється лінійно, з зовнішнім запуском і стабілітронами у зворотному зв'язку. Автоколивальний генератор напруги, що змінюється лінійно, на ІМС ОП. Застосування генераторів напруги, що змінюється лінійно. Пристрої формування рівнів Л. (1; 2) Завдання для СРС. Виведення співвідношень, що визначають тривалість імпульсу та паузи автоколивальних мультивібраторів. Виведення виразів, що визначають тривалості вихідного імпульсу і часу відновлення чекаючих мультивібраторів. Виведення основних розрахункових співвідношень автоколивального генератора напруги, що змінюється лінійно, на інтегральній мікросхемі операційного підсилювача. Вплив параметрів схеми на форму вихідного сигналу. Зв'язок параметрів вихідного сигналу генератора напруги, що змінюється лінійно зі значеннями резисторів R_1, R_2. Л. (1; 2)
12	Тема 3.5. Послідовні цифрові пристрої Лекція 12. Тригери. Регістри. Визначення послідовних цифрових пристроїв (ПЦП). Тригери. Тригери на логічних елементах: RS-тригери; асинхронні RS-тригери; синхронні RS-тригери; T-тригери (тригери з рахунковим входом); D-тригери (тригери затримки); JK-тригери; регістри; паралельні регістри; послідовні регістри; регістри зсуву; послідовно-паралельні і паралельно-послідовні регістри. Л. (1; 2) Завдання для СРС. Тригери у інтегральному виконанні. Регістри у інтегральному виконанні Л. (1; 2)

13	Тема 3.5. Послідовні цифрові пристрої Лекція 13. Лічильники. Подільники частоти. Розподільники Лічильники. Асинхронний двійковий лічильник, що підсумовує, з послідовним перенесенням. Асинхронний двійковий лічильник, що віднімає, із послідовним перенесенням. Асинхронний реверсивний двійковий лічильник з послідовним перенесенням. Синхронний лічильник з наскрізним перенесенням. Десяткові лічильники. Подільники частоти. Розподільувачі. Л. (1; 2) Завдання для СРС. Лічильники та подільники в інтегральному виконанні. Л. (1; 2)
14	Розділ 4. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі Тема 4.1. Аналого-цифрові перетворювачі Тема 4.2. Цифро-аналогові перетворювачі Лекція 14. Аналого-цифрові перетворювачі. Цифро-аналогові перетворювачі. Призначення та види АЦП. Розрахунок АЦП. Пристрій вибірки і зберігання (ПВЗ). Обґрунтування необхідності застосування ПВЗ. Призначення та схема включення ПВЗ. АЦП послідовного наближення. Мікросхема АЦП AD571. Опис мікросхеми AD571. Розрахунок АЦП на базі мікросхеми AD571. Паралельно-послідовний АЦП. Опис мікросхеми АЦП MAX154. Розрахунок АЦП на базі мікросхеми MAX154. Загальні відомості про цифро-аналогові перетворювачі. Опис роботи і розрахунок цифро-аналогових перетворювачів на основі резисторної матриці R-2R з підсумовуванням струмів. Опис роботи і розрахунок цифро-аналогових перетворювачів на основі резисторної матриці R-2R з підсумовуванням напруг. Цифро-аналоговий перетворювач на мікросхемі AD7520. Опис роботи і розрахунок цифро-аналогового перетворювача на мікросхемі MAX506. Л. (1; 2) Завдання для СРС. Опис роботи та розрахунок паралельного 4-х розрядного АЦП. Цифро-аналоговий перетворювач на конденсаторах, що переключаються. Паралельний цифро-аналоговий перетворювач на конденсаторах, що переключаються. Послідовний цифро-аналоговий перетворювач на конденсаторах, що переключаються. Л. (1; 2)
15	Лекція 15. Модульна контрольна робота. Завдання для СРС. Підготовка до модульної контрольної роботи. Увесь матеріал курсу.

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Дослідження біполярних та польових транзисторів.	2
2	Дослідження операційних підсилювачів.	2
3	Дослідження діодних та транзисторних ключів, реалізація транзисторних ключів для Arduino.	2
4	Дослідження імпульсних тригерів, аналогових компараторів та схем формування рівнів, реалізація аналогового компаратора на базі Arduino.	2
5	Дослідження генераторів прямокутних та пилоподібних імпульсів.	2

6	Дослідження цифро-аналогових перетворювачів.	2
7	Дослідження аналого-цифрових перетворювачів.	2

Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Тема 1.1. Напівпровідникові діоди	2
2	Тема 1.2. Транзистори	3
3	Тема 1.3. Тиристори	2
4	Тема 1.4. Оптиелектронні пристрої	2
5	Тема 1.5. Мікроелектроніка	2
6	Тема 1.6. Підсилювачі змінного струму	2
7	Тема 1.7. Підсилювачі постійного струму	2
8	Тема 1.8. Операційні підсилювачі	3
9	Тема 1.9. Підсилювачі потужності	2
10	Тема 1.10. Електричні фільтри	3
11	Тема 1.11. Генератори синусоїдальних коливань	3
12	Тема 1.12. Джерела живлення електронних схем	2
13	Тема 2.1. Диференціюючі кола	2
14	Тема 2.2. Інтегруючі кола	2
15	Тема 2.3. Діодні ключі	3
16	Тема 2.4. Тиристорні ключі	3
17	Тема 2.5. Обмежувачі напруги	3
18	Тема 2.6. Транзисторні ключі	2
19	Тема 2.7. Імпульсні тригери	3
20	Тема 2.8. Аналогові компаратори	2
21	Тема 2.9. Генератори прямокутних імпульсів	2
22	Тема 2.10. Генератори пилкоподібних імпульсів	3
23	Тема 2.11. Пристрої перетворення рівнів	3
24	Тема 3.1. Основні поняття комп'ютерної електроніки	3
25	Тема 3.2. Застосування алгебри логіки (Булевої) алгебри при аналізі і синтезі ЦЕП	3
26	Тема 3.3. Практична реалізація логічних функцій	2
27	Тема 3.4. Комбінаційні цифрові пристрої	2
28	Тема 3.5. Послідовні цифрові пристрої	3
29	Тема 4.1. Аналого-цифрові перетворювачі	2
30	Тема 4.2. Цифро-аналогові перетворювачі	3
31	Підготовка до МКР	2
31	Підготовка до іспиту	30
32	Всього	106

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує відповідні додатки для викладання матеріалу поточної лекції, додаткових ресурсів, лабораторних робіт та інше; викладач відкриває доступ до певної директорії гугл-диска для скидання електронних лабораторних звітів;
- на лекції заборонено відволікати викладача від викладання матеріалу, усі питання, уточнення та ін. студенти задають в кінці лекції у відведений для цього час;
- лабораторні роботи захищаються у два етапи – перший етап: студенти виконують завдання на допуск до захисту лабораторної роботи; другий етап – захист лабораторної роботи. Бали за лабораторну роботу враховуються лише за наявності електронного звіту;
- для виконання лабораторних робіт встановлюються строки здачі;
- заохочувальні бали виставляються за: активну участь на лекціях; участь у факультетських та інститутських олімпіадах з навчальних дисциплін, участь у конкурсах робіт, підготовка оглядів наукових праць; презентацій по одній із тем СРС дисципліни, створення додаткових навчальних матеріалів по дисципліні тощо. Кількість заохочуваних балів не більше 10.

Дистанційний режим навчання. У разі запровадження обмежень на відвідування університету, пов'язаних з введенням карантину або режиму воєнного стану в державі, освітній процес здійснюється у дистанційному режимі відповідно до Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/188>), Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі (<https://profkom.kpi.ua/reglament-organizatsiyi-osvitnogo-protsesu-v-distantsiynomu-rezhimi>) та Регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (<https://osvita.kpi.ua/node/148>). У режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції на платформах BigBlueButton, Google Meet, Zoom. Посилання на конференцію видається на початку семестру і розміщується в АС «Електронний кампус». З метою забезпечення якісної підготовки здобувачів, дистанційний курс дисципліни розміщено на Платформа дистанційного навчання «Сікорський» (<https://www.sikorsky-distance.org>). Результати оцінювання висвітлюють у АС «Електронний кампус» на особистій сторінці здобувача (<https://ecampus.kpi.ua>).

Правила поведінки на заняттях. На заняттях слід дотримуватись норм етичної поведінки визначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>). На території університету здобувачі мають поводити себе відповідно до Правил внутрішнього розпорядку (<https://kpi.ua/admin-rule>).

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті. Положення про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/179>) регламентує визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті:

- у разі навчання на неформальній освіті, яку студент обрав самостійно і хоче зарахувати результати навчання в рамках дисципліни, проходиться процедура валідації, що передбачає подання здобувачем заяви на ім'я декана, декларації підтверджувальних документів; рішення про визнання чи не визнання приймається комісією у складі завідувача кафедри, викладача, гаранта освітньо-професійної програми;

– за рішенням викладача окремі змістовні модулі або теми дисципліни можуть бути зараховані на підставі результатів проходження здобувачем онлайн-курсу або іншого елементу неформальної освіти; перелік завдань та елементів неформальної освіти визначається викладачем заздалегідь і розміщується на платформі дистанційного навчання «Сікорський», про що студенти повідомляються на початку семестру; у цьому випадку здобувач звільняється від виконання відповідних завдань і отримує максимальний бал згідно з рейтинговою системою оцінювання.

Політика використання штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/1225>). Усі завдання, як під час виконання навчальних завдань з дисципліни, так і індивідуальні завдання, мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача. Використання ШІ для автоматичної генерації відповідей без подальшого їх аналізу та доопрацювання заборонено.

Порушення академічної доброчесності: використання плагіату. У разі виявлення фактів використання плагіату під час виконання навчальних завдань, студент втрачає право на подальше виконання поточних завдань у межах навчальної дисципліни до з'ясування обставин порушення. Студент зобов'язаний аргументовано пояснити причини використання плагіату, а також засвідчити готовність дотримуватись принципів академічної доброчесності в подальшому навчанні (письмово у вигляді пояснювальної записки); повторно виконати завдання або, за потреби, виконати додаткове завдання відповідно до бачення викладача з урахуванням вимог щодо самостійності.

Зазначені дії регламентуються Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>).

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Лабораторні роботи (Рл)

Ваговий бал – 5 за лабораторну роботу. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює:

$$5 \text{ балів} \times 7 \text{ робіт} = 35 \text{ балів}$$

«відмінно», повна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 90% потрібної інформації) та оформлений належним чином протокол до лабораторної роботи – 5 балів;

«добре», достатньо повна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 75% потрібної інформації) та оформлений належним чином протокол до лабораторної роботи – 4 балів;

«задовільно», неповна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 60% потрібної інформації), незначні помилки та оформлений належним чином протокол до лабораторної роботи – 3 бали;

«незадовільно», незадовільна відповідь та/або не оформлений належним чином протокол до лабораторної роботи – 0 балів.

Терміни здачі лабораторних:

Лабораторна робота №1 – лабораторне заняття №3;

Лабораторна робота №2 – лабораторне заняття №4;

Лабораторна робота №3 – лабораторне заняття №5;

Лабораторна робота №4 – лабораторне заняття №6;

Лабораторна робота №5 – лабораторне заняття №7;

Лабораторна робота №6 – до іспиту;

Лабораторна робота №7 – до іспиту;

Заохочувальні (R_s) бали від 2 до 4 нараховуються за:

- модернізацію лабораторних робіт;
- виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни, розробку нових матеріалів, проведення наукових досліджень за темами дисципліни та інше.

Міжсесійна атестація

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимально можлива кількість балів – 15 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 5 балів.

За результатами 13 тижнів навчання максимально можлива кількість балів – не менше 20 балів. На другій атестації (14-й тиждень).

Модульна контрольна робота:

Ваговий бал – 15. Модульна контрольна робота (МКР) виконуються протягом семестру на одному з лекційних занять.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = 7 \cdot R_L + МКР = 50.$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 50%, а саме:

$$R_E = R_C \cdot 0,5 / (1 - 0,5) = 50 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає

$$R_D = R_C + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання 7 лабораторних робіт на оцінку не нижче ніж “задовільно”.

На рисунку 1 наведено схему функціонування рейтингової системи оцінювання (РСО), для отримання оцінки по освітньому компоненту «Практична електроніка».



Рисунок 1 – Схема функціонування рейтингової системи оцінювання (РСО), для отримання оцінки по освітньому компоненту «Практична електроніка»

Критерії екзаменаційного оцінювання:

Екзаменаційне завдання складається з двох частин: практичної та теоретичної. В практичній частині екзаменаційної роботи необхідно розв'язати задачі, згідно завдання, виданого викладачем.

Ваговий бал практичної частини екзаменаційної роботи – 20 балів.

Критерії оцінювання якості практичної частини роботи:

“відмінно”, повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації);	18,75-20 бали
“добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);	13,75 - 18,74 балів
“задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);	10-13,74 балів
“незадовільно”, незадовільна відповідь.	< 10 балів

Ваговий бал теоретичної частини екзаменаційної роботи – 30 балів.

Критерії оцінювання якості теоретичної частини роботи:

“відмінно”, повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації);	23,75-30 бали
“добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);	18,75 - 23,74 балів
“задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);	15-18,74 балів
“незадовільно”, незадовільна відповідь.	< 15 балів

У підсумку за складання практичної та теоретичної частини екзаменаційного завдання студент отримує:

“відмінно”	47,5-50 балів
“дуже добре”	43,5 -47,4 балів
“добре”	37,5-43,4 балів
“задовільно”	32,5-37,4 балів
“достатньо”	30-32,4 балів
“незадовільно”	< 30 балів

Для отримання студентом відповідних оцінок -його рейтингова оцінка RD переводиться в оцінку згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік теоретичних питань, які виносяться на семестровий контроль наведено у Додатку 1

Робочу програму навчальної дисципліни (Силабус):

Складено доцент кафедри обчислювальної техніки ФІОТ, к.т.н., Шимкович Володимир

Миколайович, асистент Гайдай Анатолій Русланович

Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки ФІОТ (протокол № 18 від 24.06.2026 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 12 від 26.06.2026 р.)

Додаток 1
Питання до іспиту

1. Пояснити принцип дії стабілітрону
2. Описати ідею керування ДПТ за допомогою ШІМ на тиристорах.
3. Пояснити, як працює ГТІ на двох інверторах, привести часові діаграми роботи.
4. Наведіть та поясніть вольт-амперну характеристику (ВАХ) р-п-переходу.
5. Пояснити застосування ТШ в якості порогового пристрою.
6. Аналіз і синтез КЦП. Основні етапи синтезу КЦП. Приклад синтезу елемента «Мажоритарність» і його застосування.
7. Назвіть та поясніть основні режими роботи БТ.
8. Пояснити застосування ТШ в якості формувача імпульсів.
9. Шифратори і дешифратори, основні схеми і принцип дії.
10. Поясніть принцип дії польових транзисторів (ПТ) із затвором у вигляді р-п-переходу та ізольованим затвором.
11. Описати початковий стан чекаючого МВ на ІМС ОП при включенні живлення.
12. Мультиплексори і демюльтиплексори, основні схеми, принцип дії і застосування.
13. Наведіть та порівняйте ВАХ диністора та триністора.
14. Вказати положення робочої точки ТК, закритого у вихідному стані.
15. Суматори і напівсуматори, основні схеми, принцип дії і застосування.
16. Чим відрізняються вентильний та фотодіодний режими роботи фотодіода.
17. Вказати положення робочої точки ТК, відкритого в початковому стані.
18. Цифрові компаратори, основні схеми, принцип дії і застосування.
19. Поясніть умови оптимального узгодження джерела вхідного сигналу та навантаження з параметрами підсилювача.
20. Довести, що в лінійній області передавальної характеристики ІМС ОП $\Delta U_1 \approx \Delta U_2 \approx 0$.
21. Дайте визначення та поясніть призначення зворотних зв'язків (ЗЗ) у підсилювачах.
22. Записати рівняння динаміки біполярного транзистора, включеного за схемою зі СЕ.
23. Пояснити роботу і принцип дії пристрою контролю парності.
24. Як змінюється фаза вхідної напруги у підсилювачі зі СК?
25. Як побудувати лінію навантаження для БТ, який включений за схемою із СЕ?
26. Назвати необхідну і достатню умову регенерації (виникнення стрибків) в імпульсних схемах.
27. ПЦП. Тригери, класифікація тригерів.
28. Що відбувається з фазою вхідної напруги підсилювача на БТ, який включений за схемою із СЕ? Відповідь поясніть.
29. Описати роботу мікросхеми ЦАП К572ПА1.
30. АЦП. Визначення АЦП, його призначення, особливості застосування.
31. Дайте визначення операційному підсилювачу та опишіть його основні параметри.
32. Описати роботу автоколивальних МВ на ІМС ОП. Пояснити схему і часові діаграми роботи. Вивести основні розрахункові співвідношення.
33. Асинхронні RS-тригери, позначення і застосування. Привести і пояснити принципові схеми і таблиці істинності.
34. Наведіть та поясніть передатну (амплітудну) характеристику ОП.
35. Пояснити роботу чекаючого МВ на ІМС ОП. Описати схему та часові діаграми роботи. Вивести основні розрахункові співвідношення.
36. АЦП К1113 ПВ1. Часові діаграми роботи.
37. Які властивості має ОП, який охоплений від'ємним ЗЗ?
38. АК з ДЗЗ (регенеративний компаратор). Описати схему та часові діаграми роботи. Вказати переваги і недоліки.
39. Т-тригери, позначення і застосування. Привести і пояснити принципові схеми, таблиці істинності і часові діаграми роботи.
40. Поясніть схему, основні параметри інвертуючого підсилювача на основі ІМС ОП.

41. Навести приклади схем ФР, виконаних на дискретних елементах, описати їх роботу, використовуючи часові діаграми роботи.
42. D-тригери, позначення і застосування. Привести і пояснити принципові схеми, таблиці істинності і часові діаграми роботи.
43. Пояснити схему, основні параметри неінвертуючого підсилювача на основі ІМС ОП.
44. Пояснити роздільний і рахунковий запуск в схемах тригерів.
45. JK-тригери, позначення і застосування. Привести і пояснити принципові схеми, таблиці істинності і часові діаграми роботи.
46. Наведіть та пояснити схеми повторювачів на основі ІМС ОП.
47. Схема асинхронного RS - тригера на БТ. Вихідний стан схеми при включенні живлення. Баланс фаз і баланс амплітуд і їх вплив на роботу тригера.
48. Регістри, їхнє призначення і застосування. Паралельні регістри. Привести схеми і пояснити їхню роботу.
49. Пояснити схему, основні параметри диференціатора та інтегратора на основі ІМС ОП.
50. Пояснити принцип дії електронних ключів на тиристорах. Описати схему, характеристики та застосування.
51. Регістри, їхнє призначення і застосування. Послідовні зсуваючі регістри. Привести і пояснити схеми і часові діаграми роботи.
52. Дайте визначення та пояснити призначення підсилювача потужності (ПП).
53. Описати роботу ТК на польовому МОН-транзисторі. Спрощена структура, характеристики, особливості застосування та властивості МОН-польового транзистора.
54. Регістри, їхнє призначення і застосування. Послідовно-паралельні і паралельно-послідовні регістри.
55. Пояснити особливості побудови безтрансформаторних ПП.
56. Описати схему ТК з прискорюючим конденсатором і пояснити часові діаграми роботи.
57. Лічильники. Призначення, застосування і класифікація.
58. Дайте визначення електричному фільтру. Загальна характеристика. Види і типи.
59. Проаналізувати роботу ТК, відкритого в початковому стані.
60. Асинхронний двійковий лічильник, що підсумовує, з послідовним перенесенням. Пояснити схему, часові діаграми і таблицю, що показує його роботу.
61. Опишіть принцип побудови і роботи генератора синусоїдальних коливань (ГСК).
62. Проаналізувати роботу ТК, закритого у вихідному стані.
63. Асинхронний двійковий лічильник, що віднімає, із послідовним переносом. Пояснити схему і таблицю, що показує його роботу.
64. Назвіть та пояснити умови збудження RC-автогенератора.
65. Пояснити принцип дії транзисторного ключа на n-p-n-біполярному транзисторі, який керується різнополярними імпульсами.
66. Асинхронні реверсивні двійкові лічильники з послідовним перенесенням. Пояснити роботу схем.
67. Наведіть схему та пояснити роботу ГСК на основі операційного підсилювача та моста Віна.
68. Пояснити роботу біполярного транзистора в ключовому режимі.
69. Синхронний лічильник з наскрізним перенесенням. Пояснити роботу схем.
70. Дайте визначення джерелам живлення електричних схем. Їх види.
71. Біполярний транзистор. Спрощена структура. Схема зі СЕ. Статичні і динамічні характеристики. Робоча точка. Області. Режими роботи.
72. Логічні елементи з відкритим колектором. Пояснити їхні переваги і застосування.
73. Дайте визначення напівпровідниковому діоду (НД). Принцип роботи. Види і типи НД.
74. Описати часові діаграми роботи двосторонніх обмежувачів амплітуди на паралельних ДК при подачі на вхід синусоїдальної напруги.

75. Десяткові лічильники. Пояснити роботу схем.
76. Які процеси називають: рекомбінацією, інжекцією та екстракцією?
77. Описати послідовні діодні ключі при $U_{пор} \neq 0$. Схеми. Передавальні характеристики. Співвідношення елементів схеми.
78. Опишіть логічні елементи із третім станом, їхнє призначення, принцип дії.
79. Чим відрізняються біполярні та уніполярні транзистори?
80. Пояснити роботу паралельних ДК при $U_{пор} \neq 0$. Передавальні характеристики. Співвідношення елементів схеми.
81. Дільники частоти. Привести схеми і пояснити принцип дії.
82. Пояснить роботу БТ в активному режимі.
83. Пояснити роботу пасивного ІК при подачі на вхід послідовності ідеальних прямокутних імпульсів.
84. АЦП послідовного наближення. Структурна схема, принцип дії.
85. Способи керування тиристорами.
86. Для ДК, на вхід якого надходять трапецеїдальні імпульси, вказати таке співвідношення $t_{зр}$, t_f , t_i і $\square_{диф}$, при якому коло стає перехідним (прохідним). Пояснить цей факт.
87. Розподільвачі. Привести схему і пояснити часові діаграми роботи.
88. Дайте визначення підсилювача електричних сигналів.
89. Пояснити роботу пасивного ДК при подачі на вхід трапецеїдальних імпульсів в залежності від співвідношення $t_{зр}$, t_f , t_i і $\square_{диф}$.
90. Особливості включення АЦП до мікропроцесорної системи.
91. Назвіть та пояснить основні технічні параметри підсилювачів.
92. Пояснити роботу пасивного ДК при подачі на вхід ідеальних прямокутних імпульсів в залежності від співвідношення t_i і $\square_{диф}$.
93. Синхронні RS-тригери, позначення і застосування. Привести і пояснити принципові схеми і таблиці істинності.
94. Наведіть та пояснить види спотворень у підсилювачах.
95. Провести аналіз процесів, що відбуваються в пасивному ДК. Описати часові діаграми роботи.
96. Назвіть та опишіть логічні елементи, що реалізують основні логічні функції.
97. Як впливають ЗЗ на основні параметри підсилювачів?
98. Описати приклад використання ТШ в якості формувача імпульсів при подачі на вхід напруги довільної форми, наприклад, синусоїдальної.
99. Привести позначення і БВ логічної функції І (кон'юнктор). Пояснити принципову схему, таблицю істинності і застосування.
100. Назвіть основні типи кіл ЗЗ у підсилювачах.
101. Дати загальну характеристику несиметричним тригерам (тригери Шмітта). Вказати призначення та застосування.
102. Пояснити мінімізацію ПФ з використанням карт Карно.