



Промислова електроніка

Силабус освітнього компоненту

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 – Електрична інженерія
Спеціальність	141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	«Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність»
Статус дисципліни	Вибіркові освітні компоненти. Цикл професійної підготовки
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, / весняний семестр (очна 4 р.н.) 2 курс, / весняний семестр (очна прискорена 3 р.н.)
Обсяг дисципліни	120 години / 4 кредитів ECTS/ лекц.-36г./Лаб.роб.-18г./СРС-66г. (очна 4 р.н.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР/ захист лабораторних робіт/опитувань на лекціях. (очна 4 р.н.) Залік - екстернат (очна прискорена 3 р.н.)
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/ 1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень; 1 лабораторна робота (2 години) 1 раз на 2 тижні.
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Святненко Вадим Анатолійович, +380962779958, vadiksv@gmail.com Лабораторні: Трубіцин Костянтин Вікторович, 0965003815; Святненко Вадим Анатолійович, +380962779958, vadiksv@gmail.com Зіменков Дмитро Костянтинович, 0995415149 Петрученко Олег Васильович, 0675007299
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3860

Програманавчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Промислова електроніка» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Мета навчальної дисципліни - закріплення наступних компетентностей:

(K01) Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
(K02) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
(K05) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
(K06) Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
(K12) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки;
(K19) Здатність до усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

Предмет навчальної дисципліни – конструкція, принципи роботи, фізичні явища та процеси в електронних пристроях; типові математичні методи дослідження, моделювання електронних пристроїв; основні характеристики та параметри.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна: (ПР05) Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;

(ПР07) Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах;

(ПР08) Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками;

(ПР10) Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність;

(ПР18) Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

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

Місце дисципліни визначається структурно-логічною схемою освітньої програми. Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика» розділи: матрична алгебра, диференційні рівняння, теорія функцій комплексної змінної, перетворення Фур'є і Лапласа, чисельні методи розв'язання алгебраїчних і диференційних рівнянь, «Фізика» – розділи: електрика та магнетизм, та «Теоретичні основи електротехніки». При вивченні конструкції та режимів роботи електронних пристроїв потрібні також знання з інженерної графіки, електротехнічних матеріалів, прикладної механіки, основам метрології та електричним вимірюванням. Значну увагу приділено аналізу сфери застосування електронних пристроїв та їх впливу на розвиток різноманітних галузей промисловості; передує вивченню дисциплін «Цифрова електроніка в електроенергетиці», «Релейний захист», «Автоматизація електричних систем», «Автоматизований електропривід», «Монтаж та експлуатація електротехнічного обладнання», «Електричні системи та мережі», «Споживачі електричної енергії». а також безпосередньо в інженерній практиці.

2. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на **4 розділи**:

- 1. Напівпровідникові прилади:** Типи електропровідності і основні властивості напівпровідників; Напівпровідникові діоди; Біполярні і польові транзистори; Тиристори, статичні індукційні транзистори (CIT) і біполярні транзистори з ізольованим затвором (BTI3) (IGBT).
- 2. Аналогові електронні пристрої:** Електронні підсилювачі; Генератори гармонійних коливань.

3. **Імпульсні пристрої:** Робота напівпровідникових приладів в ключовому режимі; генератори і формувачі електричних імпульсів.
4. **Джерела електроживлення електронних пристроїв:** Випрямлячі однофазного струму; Згладжувальні фільтри; Стабілізатори напруги;

3. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Островерхов, М. Я. Промислова електроніка. Напівпровідникові перетворювачі змінної напруги в постійну [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / М. Я. Островерхов, В. І. Сенько, В. І. Чибеліс ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 86,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 341 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47994>
2. Енергетична електроніка. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 171 «Електроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. Я. Ромашко, Л. М. Батрак – Електронні текстові дані (1 файл: 1,77 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 119 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42108>
3. Сенько, В. І. Інвертори і перетворювачі частоти [Електронний ресурс] : монографія / Сенько В. І., Трубіцин К. В., Чибеліс В. І. ; Видавництво Ліра-К. – Електронні текстові дані (1 файл: 4.27 Мбайт). – Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. – 300 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/51279>
4. Силові напівпровідникові прилади і перетворювачі електричної енергії [Електронний ресурс] : навчальний посібник / К. К. Побєдаш, В. А. Святненко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,15 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 244 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19823>
5. Електроніка та мікросхемотехніка [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050702 "Електромеханіка"/ А.А. Щерба, К.К. Побєдаш, В.А. Святненко: - Київ: НТУУ "КПІ", 2013. - 360 с. Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569>
6. Промислова електроніка. Лабораторні роботи [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізацій «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електричні машини і апарати», «Інжиніринг та автоматизація електротехнічних комплексів» й «Мехатроніка енергоємних виробництв» / К. К. Побєдаш, О. В. Петрученко, В. А. Святненко, К. В. Трубіцин ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,36 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 88 с. - Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378>

Додаткові:

7. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищ. закл. освіти, що навчаються за напрямками "Електромеханіка" та "Електротехніка": У 4-х т. / Сенько В.І., Панасенко М.В., Сенько Є.В., Юрченко М.М., Сенько Л.І., Ясінський В.В. – Харків: Фоліо, 2013. Т.4. Кн.1,2. -315с..
8. Мікропроцесори та цифрова електроніка: Лабораторний практикум\ [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. Спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси»/ К.К. Побєдаш, В.А. Святненко, К.В. Трубіцин ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 25,9 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 78 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27616>

9. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення.
10. ДСТУ 3323:2003, ДСТУ ГОСТ 2.702:2013. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем.
11. ДСТУ 2815-94 Електричні та магнітні кола та пристрої.
12. ДСТУ 3120-95 Електротехніка. Літерні позначення основних величин.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Розділ 1. НАПІВПРОВІДНИКОВІ ПРИЛАДИ. Тема 1.1. Фізичні основи роботи напівпровідникових приладів Вступ. Основні напрямки розвитку електроніки. Переваги електронних методів перетворення інформації та електроенергії. Розділи дисципліни та особливості їх вивчення. Електропровідність напівпровідників. Домішкові напівпровідники. Література: 4, с. 13-18; 5, с.13-18; 8, с.15-18.
2	Електронно-дірковий перехід, його властивості, вольт-амперна характеристика та типи пробоїв. Ємності р-п переходу. Вольт-амперна характеристика р-п переходу. Література: 4, с.18-26; 8, с.19-25.
3	Тема 1.2. Напівпровідникові діоди: випрямні, височастотні, імпульсні, стабілітрони. Біполярні транзистори (БТ). Класифікація і принцип дії БТ. Література: 5, с.28-36; 8, с.26-68.
4	Тема 1.3. Схеми вмикання, основні параметри і статичні характеристики БТ. Еквівалентні схеми заміщення та частотні властивості БТ. Динамічний режим роботи БТ. Література: 5, с.37-44.
5	Польові транзистори. Польові транзистори з р-п переходами. Польові транзистори з ізолюваним затвором. Література: 5, с.45-53; 8, с. 69-79.
6	Тема 1. 4. Тиристоры і інтегральні схеми Тиристоры. Класифікація, принцип дії, ВАХ і параметри тиристорів. Інтегральні мікросхеми (ІМС). Твердотільні і гібридні, аналогові і цифрові (логічні) ІМС Література: 5, с.54-61; 8, с. 82-112.
7	Розділ 2. АНАЛОГОВІ ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ. Тема 2.1. Електронні підсилювачі Загальні відомості, структурна схема і класифікація підсилювачів. Основні параметри і характеристики підсилювачів. Принцип побудови і класи підсилення Література: 5, с.62-73.
8	Вибір режиму спокою транзистора в підсилювачах класу А і його термостабілізація. Каскад попереднього підсилення на БП транзисторі за схемою зі СЕ та його графоаналітичний метод аналізу. Література: 5, с.74-82.
9	Еквівалентні схеми заміщення підсилювачів. Визначення основних параметрів підсилювачів. Амплітудно-частотна характеристика підсилювача. Література: 5, с.83-94.
10	Зворотні зв'язки в підсилювачах. Емітерний повторювач. Література: 1, с. 100-111; 4, с.95-104.
11	Каскади підсилення на польових транзисторах. Підсилювачі з трансформаторними зв'язками. Підсилювачі потужності.

	Література: 5, с.106-124.
12	Підсилювачі постійного струму (ППС). Поняття дрейфу ППС і заходи по його зменшенню. Диференційний підсилювач, принцип дії та основні параметри. Література: 5, с.125-132.
13	Операційні підсилювачі (ОП). Структурна схема і основні параметри ОП. Інвертуючий і неінвертуючий підсилювачі на ОП. Суматори, віднімачі, інтегратори і компаратори на ОП. Література: 5, с.133-143
14	Тема 2.2. Генератори гармонійних коливань Класифікація генераторів. Умови самозбудження автогенераторів. LC- і RC-автогенератори на операційних підсилювачах. Стабілізація частоти генераторів. Кварцові автогенератори. Література: 5, с.150-160.
15	Розділ 3. ІМПУЛЬСНІ ПРИСТРОЇ Тема 3.1. Ключові схеми на транзисторах Класифікація і параметри імпульсних сигналів. Насичений транзисторний ключ. Способи підвищення швидкодії транзисторних ключів. Насичений транзисторний ключ з форсуючим конденсатором. Ненасичені транзисторні ключі. Література: 5, с.161-182.
16	Тема 3.2. Генератори і формувачі електричних імпульсів Мультивібратори і одновібратори на операційних підсилювачах. Генератори пилоподібної напруги (ГПН). Література: 5, с.204-217.
17	Розділ 4. ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ Тема 4.1. Випрямлячі однофазного струму Випрямлячі, їх класифікація, параметри і характеристики. Однофазний випрямляч за схемою з нульовим виводом. Однофазний мостовий випрямляч. Робота випрямлячів на активне і індуктивне навантаження Література: 5, с.314-327. Тема 4.2. Згладжувальні фільтри. Література: 5, с.337-345.
18	Тема 4.3. Керовані випрямлячі Однофазні керовані випрямлячі. Робота випрямлячів на активне та індуктивне навантаження. Література: 5, с.328-335. Тема 4.4. Стабілізатори напруги. Призначення, класифікація і параметри стабілізаторів. Параметричні і компенсаційні стабілізатори напруги Література: 5, с.346-356. Залікова контрольна робота

Практичні заняття
(відсутні)

Лабораторні роботи

№ з/п	Короткий зміст лабораторної роботи
1	Радіовимірювальні прилади. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 (Лабораторна робота №1) Мета роботи – Мета роботи: ознайомлення з універсальним лабораторним стендом та радіовимірювальними приладами: вольтметром ВЗ-38, генератором Л-30, генератором імпульсних сигналів Г5-54, генератором GFG-8216A, генератором

	імпульсних сигналів TGP-110, осцилографом CI-55, мультиметром BP-II та придбання навиків користування ними. Тривалість роботи: 2 години.
2	Підсилювальні каскади на біполярних транзисторах. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 (Лабораторна робота №2) Мета роботи – Мета роботи: дослідити параметри та характеристики підсилювальних каскадів на біполярних транзисторах, ввімкнених за схемами спільний емітер (СЕ). Програма проведення і опрацювання результатів досліджень: 1. Визначити коефіцієнти підсилення каскадів (СЕ) за напругою K_U, струмом K_I, потужністю K_P на середній частоті. 2. Зняти і побудувати для каскадів СЕ амплітудну характеристику $U_{ВИХ}=F(U_{ВХ})$; 3. Зняти і побудувати у напівлогарифмічному масштабі амплітудно-частотні характеристики $/A_{ЧХ}/$ каскадів СЕ. Визначити для кожного каскаду граничні частоти і смугу пропускання. 4. Порівняти результати розрахунків та вимірів, зробити висновки за кожним пунктом робочого завдання. Тривалість роботи: 2 години
3	Підсилювальні каскади на біполярних транзисторах. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 (Лабораторна робота №3) Мета роботи – Мета роботи: дослідити параметри та характеристики підсилювальних каскадів на біполярних транзисторах, ввімкнених за схемами спільний колектор (СК). Програма проведення і опрацювання результатів досліджень: 1. Визначити коефіцієнти підсилення каскадів (СК) за напругою K_U, струмом K_I, потужністю K_P на середній частоті. 2. Зняти і побудувати для каскадів СК амплітудну характеристику $U_{ВИХ}=F(U_{ВХ})$; 3. Зняти і побудувати у напівлогарифмічному масштабі амплітудно-частотні характеристики $/A_{ЧХ}/$ каскадів СК. Визначити для кожного каскаду граничні частоти і смугу пропускання. 4. Порівняти результати розрахунків та вимірів, зробити висновки за кожним пунктом робочого завдання. Тривалість роботи: 2 години
5	Дослідження ключів на бт транзисторах. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 (Лабораторна робота №4) Мета роботи – провести дослідження, одержати параметри і характеристики основний функціональний вузол дискретної схемотехніки для переключення струмів або потенціалів на навантаженні. Програма проведення досліджень: 1. Зняти передавальну характеристику та визначити по ній статичні параметри. 2. Визначити перехідну характеристику. Тривалість роботи: 4 години. транзисторного ключа при його вмиканні та вимиканні.
6	Дослідження ГПН на основі операційного підсилювача. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 (Лабораторна робота №6) Мета роботи – провести дослідження, одержати параметри і характеристики дослідити схемні особливості і принцип роботи автоколивального ГПН на основі операційного підсилювача (ОП), визначити параметри коливальних і дослідити вплив на них параметрів компонентів схеми. Програма проведення досліджень: 1. Зняти за допомогою осцилографа в режимі зовнішньої синхронізації тимчасові діаграми

	напруг у контрольних точках. По побудованих діаграмах визначити основні параметри пилоподібного сигналу: частоту генерації амплітуду пилоподібного сигналу, тривалість прямого $t_{пр}$ і зворотного $t_{зв}$ ходу. 2. Дослідити вплив ємності накопичувального конденсатора на параметри генеруемого пилоподібного сигналу. 3. Дослідити вплив коефіцієнта передачі в колі ДЗЗ на параметри пилоподібного сигналу). Тривалість роботи: 2 години
7	Дослідження однофазних некерованих випрямлячів. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 (Лабораторна робота №7) Мета роботи – вивчити принцип роботи однофазних схем випрямлення (однопівперіодного, з середньою точкою, мостового); дослідити основні характеристики випрямлячів. Програма проведення досліджень: 1. Зняти та побудувати зовнішню (навантажувальну) характеристику випрямляча, зібраного за однопівперіодною схемою. 2. Накреслити осцилограми випрямленої напруги, напругу на діоді, анодного струму діода, струму вторинної обмотки трансформатора при роботі на R-навантаження. 3. Визначити внутрішній опір випрямляча у номінальному режимі. Тривалість роботи: 2 години
8	Дослідження однофазного керованого випрямляча. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 (Лабораторна робота №8) Мета роботи – вивчити принцип роботи керованого випрямляча та його систему керування; визначити основні параметри та характеристики керованого випрямляча. Програма проведення досліджень: 1. Зняти та побудувати регульовальні характеристики при активному, активно-індуктивному навантаженні з включеним і виключеним зворотним діодом . 2. Зняти і побудувати вихідні навантажувальні характеристики випрямляча при включеному та виключеному зворотному діоді для кутів. Визначити вихідний опір випрямляча. 3. Зняти і побудувати залежність коефіцієнта пульсацій випрямленої напруги від величини кута керування; при включеному та виключеному зворотному діоді, де; — амплітуда змінної складові випрямленої напруги. Тривалість роботи: 2 години

5. Самостійна робота студента/аспіранта

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять. Запитання для самоконтролю.	18
2	Проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях	18
3	Підготовка до МКР	10
4	Підготовка до заліку	20

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях. Відпрацювання лабораторних робіт з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до екзамену;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь, участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасний захист лабораторних робіт.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту лабораторних робіт та результатів МКР не передбачено;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Промислова електроніка»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування
-

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

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, захисту лабораторних робіт

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт, семестровий рейтинг більше 50 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Лаб. роботи	МКР	Rc	Rзал	R
18	56	26	100	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 3.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

3 бали $\times$ 6 = 18 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 3;
- студент припускається окремих помилок – 2;
- студент частково відповідає на питання – 1.

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 8.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $7 \times 8 = 56$ балів.

Критерії оцінювання

- ~ повне виконання експериментальної частини роботи, точна обробка експериментальних даних, якісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – 8 балів;
- ~ обробка експериментальних даних з незначними помилками або неякісне оформлення протоколу – 6... 7 балів;
- ~ суттєві помилки в експериментальних даних але повне розуміння теми і матеріалу лабораторної роботи – 3... 5 балів;
- ~ неповна або неточна відповідь при захисті роботи і погане оформлення протоколу – 0 балів;

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з 2х частин: **Напівпровідникові прилади; Аналогові електронні пристрої**,

Ваговий бал кожної частини МКР – 13

Максимальний бал за МКР – $2 \times 13 = 26$.

Критерії оцінювання

- вичерпні відповіді на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні – 11..13 балів;
- відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни -7..10 балів;
- частково відповідає на питання, показує знання, але відповіді непослідовні і нечіткі -3..6 балів;
- Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання – 0 балів.

Форма семестрового контролю – залік

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань

Критерії оцінювання залік

Рейтинг $R_c \geq 0,6 \times R$, тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг R_c в межах $(0,4 - 0,59) \times R$, тобто 40 – 59 балів – студенти складають **залік**.

Максимальний рейтинг **залік** $R_z = 40$ балів.

Рейтинг **залік** $R_3 = 33 - 40$ балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг **заліку** $R_3 = 25 - 32$ балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть електромагнітних процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг **заліку** $R_3 = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг **заліку** $R_3 \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті електромагнітних процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Електропровідність напівпровідників. Домішкові напівпровідники.
2. Електронно-дірковий перехід, його властивості, вольт-амперна характеристика та види пробоїв.
3. Випрямні діоди. Основні параметри, вольт-амперних характеристики, умовні позначення.
4. Високочастотні, імпульсні діоди. Особливості їх параметрів, вольт-амперних характеристик, умовні позначення.
5. Стабілітрони. Особливості їх параметрів, вольт-амперних характеристик, умовні позначення.
6. Біполярні транзистори (БТ). Класифікація і принцип дії БТ.
7. Схеми вмикання, основні параметри і статичні характеристики БТ.
8. Еквівалентні схеми заміщення та частотні властивості БТ.
9. Принцип побудови і характеристики транзисторів з ізольованим затвором (МДН (МОН) – транзистори). Класифікація, умовні позначення на електричних схемах, принцип дії, ВАХ і параметри.
10. Біполярні транзистори з ізольованим затвором, умовні позначення на електричних схемах, принцип дії і параметри.
11. Тиристори. Класифікація, умовні позначення на електричних схемах, принцип дії, ВАХ і параметри.
12. Двоопераційні тиристори. Класифікація, умовні позначення на електричних схемах, принцип дії, ВАХ і параметри. Двоопераційні тиристори, фототиристори, тиристорні оптопари.
13. Фототиристори, тиристорні оптопари, умовні позначення на електричних схемах, характеристики та параметри.
14. Призначення і класифікація підсилювачів.
15. Принцип побудови і структурна схема підсилювача.
16. Основні параметри і характеристики підсилювачів.
17. Класи роботи підсилювачів.
18. Вибір режиму спокою транзистора і його температурна стабілізація в схемах підсилювачів.
19. Зворотні зв'язки в підсилювачах та їх вплив на основні параметри.
20. Підсилювачі з резисторно-ємнісними зв'язками. Графічний аналіз роботи підсилювального каскаду на БТ за схемою із спільним емітером. Емітерний повторювач.

21. Графічний аналіз роботи підсилювального каскаду на БТ за схемою із спільним колектором. Емітерний повторювач.
22. Еквівалентні схеми заміщення підсилювачів. Визначення основних параметрів підсилювачів.
23. Каскади підсилення на польових транзисторах.
24. Підсилювачі потужності.
25. Підсилювачі з трансформаторними зв'язками.
26. Амплітудно-частотна характеристика підсилювача. Високочастотне і низькочастотне корегування АЧХ підсилювачів.
27. Підсилювачі постійного струму (ППС). Поняття дрейфу ППС і заходи по його зменшенню.
28. Диференційний підсилювач..
29. Операційні підсилювачі (ОП). Структурна схема і основні параметри ОП.
30. Інвертуючий і неінвертуючий підсилювачі на ОП.
31. Суматори і компаратори на ОП.
32. Інтегратори і диференціатори на ОП.
33. Класифікація генераторів.
34. Умови самозбудження автогенераторів.
35. LC- і RC-автогенератори на операційних підсилювачах.
36. Умови самозбудження автогенераторів. LC- і RC-автогенератори на операційних підсилювачах.
37. Транзисторний ключ на БТ.
38. Способи підвищення швидкодії транзисторних ключів.
39. Насичений транзисторний ключ з прискорюючим конденсатором..
40. Ненасичені транзисторні ключі.
41. Мультивібратори та одновібратори. На операційних підсилювачах.
42. Генератори пілкоподібної форми напруги на операційних підсилювачах (ГПН)..
43. Випрямлячі, їх класифікація, параметри і характеристики.
44. Робота випрямлячів на активне і індуктивне навантаження.
45. Призначення, класифікація і параметри стабілізаторів.
46. Параметричні стабілізатори напруги.
47. Компенсаційні стабілізатори напруги.
48. Призначення, параметри і класифікація фільтрів.
49. Згладжувальні LC- і RC- фільтри.
50. Однофазні керовані випрямлячі. Робота випрямлячів на активне навантаження.
51. Однофазні керовані випрямлячі. Робота випрямлячів на активне - індуктивне навантаження.

Перелік питань, які виносяться на МКР

1. Чим відрізняються енергетичні зони у провідниках, діелектриках і напівпровідниках?
2. Поясніть, чому напівпровідники при температурі абсолютного нуля не проводять струм.
3. Охарактеризуйте явище домішкової провідності напівпровідників.
4. Поясніть, як утворюються напівпровідники n-типу і р-типу.
5. Поясніть властивості напівпровідників n-типу і р-типу. Які носії електричних зарядів у них є основними, а які – неосновними?
6. Що таке напівпровідники. Чим вони відрізняються від провідників і діелектриків?
7. Чим визначається провідність домішкових напівпровідників р- і n-типу.
8. Що називають електронно-дірковим (р-n) переходом? Поясніть структуру й основні властивості цього переходу.
9. Що таке пряме та зворотне включення електронно-діркового переходу?
10. Як змінюється потенціальний бар'єр і ширина електронно-діркового переходу залежно від прямого та зворотного включення?

11. Поясніть, що являє собою електричний та тепловий пробої р-n-переходу.
12. Нарисуйте і поясніть вольт-амперну характеристику р-n- переходу.
13. Поясніть залежність прямої і зворотної гілок вольт-амперної характеристики р-n- переходу від температури.
14. Поясніть сутність дифузійної і бар'єрної ємностей р-n- переходу.
15. Що таке напівпровідниковий діод? Наведіть класифікацію та умовні позначення напівпровідникових діодів.
16. Що таке випрямний діод? Накресліть його умовне позначення і вольт-амперну характеристику. Де застосовуються випрямні діоди?
17. Що таке напівпровідниковий стабілітрон? Накресліть його умовне позначення і вольт-амперну характеристику. Де застосовуються напівпровідникові стабілітрони?
18. Що таке напівпровідниковий варикап? Накресліть його умовне позначення і характеристику залежності ємності варикапа від зворотної напруги. Де використовують варикапи?
19. Що таке фото- і світло діоди. Накресліть їх умовні позначення. Де використовують фото- і світло діоди.
20. Поясніть сутність температурного коефіцієнта напруги (ТКН) стабілітрона. Від чого залежить його величина і знак (поляриність)?
21. Поясніть, що таке оптрон, наведіть схемні зображення оптронів.
22. Що таке біполярний транзистор? Наведіть класифікацію та умовні позначення транзисторів.
23. Накресліть структуру та умовне позначення біполярних транзисторів р-n-p і n-p-n-типів.
24. Поясніть роботу біполярного транзистора.
25. Наведіть зв'язки між емітерним, колекторним і базовим струмами транзистора.
26. Поясніть будову і принцип дії біполярного транзистора.
27. Назвіть і наведіть схеми включення біполярного транзистора.
28. Поясніть, чому коефіцієнт підсилення за струмом залежить від способу включення транзистора.
29. Поясніть, чому коефіцієнт підсилення за напругою транзистора залежить від способу його включення.
30. Поясніть, при якій схемі включення транзистор буде мати найбільший коефіцієнт підсилення за потужністю.
31. Зобразіть вхідну і вихідну вольт-амперні статичні характеристики біполярного транзистора, включеного за схемою зі спільним емітером.
32. Що являють собою h-параметри біполярного транзистора? Дайте фізичне тлумачення h-параметрів.
33. Наведіть фізичну Т-подібну модель транзистора. Дайте тлумачення фізичного змісту елементів схеми.
34. Поясніть сутність динамічного режиму транзистора. В яких режимах може працювати транзистор?
35. Поясніть будову та принцип роботи польового транзистора з керуючими р-n- переходами.
36. Наведіть умовні позначення n- канальних і р- канальних польових транзисторів з р-n- переходами та їх статичні характеристики.
37. Якими параметрами характеризуються польові транзистори з р-n- переходами?
38. Наведіть класифікацію польових транзисторів з ізольованим затвором.
39. Поясніть принцип роботи польового транзистора з ізольованим затвором і вбудованим каналом.
40. Накресліть графіки вольт-амперних характеристик ПТ з вбудованим каналом.

41. Поясніть принцип роботи і статичні характеристики польового транзистора з ізольованим затвором і індукованим каналом.
42. Накресліть графіки вольт-амперних характеристик ПТ з індукованим каналом.
43. Поясніть, чому в разі збільшення напруги $U_{св}$ провідний канал ПТ не перекривається.
44. Наведіть переваги польових транзисторів.
45. Наведіть структуру і поясніть принцип роботи тиристора.
46. Приведіть вольт-амперну характеристику тиристора і поясните її характерні ділянки. На якій з ділянок тиристор має від'ємний опір?
47. Поясніть, чому відпирання тиристора при подачі струму керування відбувається лавиноподібно.
48. Що таке струм вмикання $I_{ВМ}$ і струм утримання $I_{УТ}$ тиристора?
49. Назвіть основні параметри тиристора.
50. Чому після включення тиристора відпадає необхідність в струмі керуючого електрода.
51. Наведіть структурну схему і поясніть принцип дії підсилювального каскаду. Якими коефіцієнтами підсилення він характеризується.
52. Наведіть класифікацію підсилювачів. Охарактеризуйте основні параметри підсилювачів.
53. Поясніть амплітудну, амплітудно-частотну та фазочастотну характеристики підсилювача.
54. За рахунок яких факторів виникають спотворення сигналу в підсилювачах.
55. Дайте визначення коефіцієнту частотних (лінійних) спотворень і коефіцієнту нелінійних спотворень (коефіцієнту гармонік).
56. Якими повинні бути співвідношення між елементами структурної схеми підсилювача $RГ$, $RВХ$, $RН$ і $RВІХ$, щоб забезпечити максимальне підсилення за: а) напругою, б) струмом, в) потужністю?
57. Накресліть амплітудно-частотні характеристики підсилювачів широкосмугового, вибірного і постійного струму. Покажіть на них смуги пропускання.
58. Поясніть, що таке чутливість підсилювача і як вона визначається.
59. Чому дорівнює коефіцієнт підсилення багатокаскадного підсилювача.
60. Поясніть, як визначається і в яких одиницях вимірюється коефіцієнт підсилення багатокаскадного підсилювача.
61. Поясніть, як визначається режим класу А підсилювача. Які переваги і недоліки підсилювачів, що працюють в класі А.
62. Поясніть, де вибирається точка спокою на вихідній характеристиці підсилювача класу В. Що таке кут відтинання і чому він дорівнює у підсилювачів класу В.
63. Поясніть, чому для підсилення змінного сигналу необхідно задавати режим роботи підсилювача за постійним струмом.
64. Наведіть вхідну і вихідну динамічні характеристики транзистора за схемою зі СЕ і покажіть на них де вибирається робоча точка в режимі спокою в класі А.
65. Які способи вибору точки спокою вам відомі? Назвіть їх.
66. Наведіть і поясніть схему вибору режиму спокою за допомогою фіксованої базової напруги. Які цей спосіб має переваги і які його недоліки?
67. Поясніть, які параметри транзистора залежні від температури.
68. Поясніть сутність емітерного способу термостабілізації робочої точки підсилювача класу А.
69. Чи впливає ємність СЕ на термостабілізацію робочої точки. Як розраховується її величина.
70. Наведіть схему і поясніть призначення елементів підсилювального каскаду на біполярному транзисторі зі СЕ.
71. Поясніть принцип дії підсилювального каскаду на біполярному транзисторі зі спільним емітером графічним методом.

72. Поясніть, що таке к.к.д. підсилювача і як його можна визначити графічним способом.
73. Поясніть, для яких складових сигналу складається еквівалентна схема заміщення підсилювального каскаду.
74. Поясніть побудову еквівалентної схеми заміщення у фізичних параметрах на НЧ.
75. Поясніть побудову еквівалентної схеми заміщення у фізичних параметрах на СЧ.
76. Поясніть побудову еквівалентної схеми заміщення у фізичних параметрах на ВЧ.
77. Визначте R_{BX} підсилювача за його еквівалентною схемою.
78. Визначте $R_{ВІХ}$ підсилювача за його еквівалентною схемою.
79. Визначте коефіцієнт підсилення за напругою підсилювача за його еквівалентною схемою.
80. Поясніть, що таке коефіцієнт частотних спотворень підсилювача.
81. Наведіть схему заміщення підсилювача в системі h - параметрів.
82. Як визначити R_{BX} і $R_{ВІХ}$ через h - параметри.
83. Як визначити K_U через h - параметри.
84. Дайте визначення зворотного зв'язку (ЗЗ) в підсилювачах. Поясніть, що таке місцевий і загальний ЗЗ.
85. Наведіть класифікацію зворотних зв'язків.
86. Поясніть вплив ЗЗ на коефіцієнт підсилення.
87. Поясніть вплив ЗЗ на вхідний і вихідний опори підсилювача.
88. Яку властивість має підсилювач з глибоким від'ємним зворотним зв'язком.
89. Поясніть вплив ЗЗ на частотні і нелінійні спотворення.
90. Дайте визначення підсилювача постійного струму (ППС) і наведіть його АЧХ.
91. Поясніть, які недоліки має ППС через використання в нього безпосереднього (гальванічного) зв'язку.
92. Поясніть, що таке дрейф ППС і які є його різновиди.
93. Що таке приведений дрейф ППС і як він впливає на чутливість підсилювача.
94. Поясніть, чому у багатокаскадному ППС коефіцієнт підсилення зменшується у кожному наступному каскаді.
95. Для чого у диференціальних підсилювачах (ДП) використовуються два джерела живлення.
96. Поясніть, чому в ДП відсутній дрейф.
97. Як визначаються основні ($R_{вх}$, $R_{вих}$, K_u , K_i) параметри ДП, включеного за схемою симетричний вхід-симетричний вихід?
98. Нарисуйте структурну схему ОП і поясніть призначення її каскадів.
99. Наведіть основні параметри ОП. Дайте визначення ідеального ОП.
100. Поясніть, як визначається і від чого залежить коефіцієнт підсилення інвертуючого підсилювача на ОП.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ст. викладачем кафедри теоретичної електротехніки ФЕА, Трубіцин К.В.

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 18 від 25.06.2025)

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 6 від 27.06.2025)