



Силова перетворювальна техніка

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електротехнічні пристрої та електротехнічні комплекси
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/ /дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, / осінній семестр
Обсяг дисципліни	120 години / 4 кредитів ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=a85999b3-d50c-41f1-be38-6616d9c511ca
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Трубіцин Костянтин Вікторович, 0965003815 ¹ Лабораторні: Трубіцин Костянтин Вікторович, 0965003815 Петрученко Олег Васильович, 0675007299
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru

Програма навчальної дисципліни

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

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей використовувати основні закони електротехніки та електромагнітні явища, їх технічне застосування для створення, передачі і розподілу електроенергії, перетворення енергії, посередника між джерелами енергії та споживачами; одержання теоретичних і практичних знань для вирішення проблем електромеханіки, електротехнології, автоматики, телемеханіки, інформаційно-вимірної та обчислювальної техніки;

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

Програмні результати навчання:

Компетенції: Здатність застосовувати знання на практиці; Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; Здатність спілкуватися іноземною мовою; Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій; Здатність до пошуку,

¹Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

оброблення та аналізу інформації з різних джерел; Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; Здатність приймати обґрунтовані рішення; Готовність та здатність високоякісно виконувати роботу як самостійно так і колективно та приймати рішення в межах своїх професійних знань та компетенцій; Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня; Здатність діяти соціально відповідально та свідомо. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням апарату вищої математики, загальної фізики та теоретичної електротехніки, промислової електроніки; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електронних пристроїв, апаратів та автоматизованого електроприводу; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами виробництва, перетворювання, передачі та розподілення електричної енергії; Усвідомлення необхідності підвищення енергоефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; Готовність до надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах; Здатність ідентифікувати, одержувати й розміщати необхідні дані, планувати й проводити аналітичні і експериментальні дослідження та моделювання електронних пристроїв, критично оцінювати дані й робити висновки; Здатність ефективно використовувати нові технології в процесі модернізації та реконструкції електричного обладнання, електричних машин та апаратів, електричного транспорту, електричних пристроїв, систем та комплексів.

Знання: про основні закони електротехніки та електромеханіки; про фізичні явища та процеси в електронних пристроях, їх принципи роботи та конструктивні особливості; про розробку фізичних та математичних моделей, математичні методи розрахунку параметрів, характеристик та режимів роботи; використовуючи знання умовних позначень, принципу дії та технічних характеристик електроустаткування, за допомогою практичних навичок та методів системного аналізу вміти читати схеми підключення електронних пристроїв, вимірювальних приладів та систем автоматичного керування

Уміння: використовувати основні закони електротехніки при поясненні принципів функціонування аналогових та імпульсних пристроїв та перетворювачів енергії; використовувати математичні методи при розрахунку параметрів, характеристик та режимів роботи для конкретних умов їх експлуатації; виконувати типові розрахунки параметрів, характеристик та режимів роботи напівпровідникових приладів.

Досвід: а використовуючи знання умовних позначень, принципу дії та технічних характеристик електроустаткування, за допомогою практичних навичок та методів системного аналізу вміти читати схеми підключення електронних пристроїв, вимірювальних приладів та систем автоматичного керування;

використовуючи науково - технічну та проектну документацію, вміти проводити пошук і аналіз розробок типових електронних вузлів обладнання і вимірювальних приладів;

використовуючи нормативно-технічну літературу та проектну документацію, за допомогою технічних характеристик електротехнічних пристроїв вміти підготувати вихідні дані для конструювання вузлів електронного обладнання та вимірювальних приладів;

використовуючи стандартні методики та розрахункові формули, вміти визначати параметри вузлів електронного обладнання;

використовуючи закони електротехніки вміти проаналізувати особливості взаємного впливу різних електротехнічних вузлів електронного обладнання, а також їх впливу на навколишнє середовище; самостійної роботи з навчальною, навчально-методичною та довідковою літературою.

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

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», «Промислова електроніка» . При вивченні конструкції та режимів роботи електронних пристроїв потрібні також знання з інженерної графіки, електротехнічних матеріалів, прикладної механіки, основам метрології та електричним вимірюванням, промислової електроніки. Значну увагу приділено аналізу сфери застосування електронних пристроїв та їх впливу на розвиток різноманітних галузей промисловості; передуює 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.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на **4 розділи**:

- 1. Елементна база силовій перетворювальної техніки:** Типи електропровідності і основні властивості напівпровідників; Випрямні діоди; . Біполярні і польові транзистори; Тиристори, статичні індукційні транзистори (CIT) і біполярні транзистори з ізолюваним затвором (VTI3) (IGBT).
- 2. Випрямлячі і Інвертори ведені мережею:** Випрямлячі однофазного струму, Трифазні випрямлячі підсилювачі, за Залежні інвертори постійного струму (напруги).
- 3. Автономні інвертори та перетворювачі частоти :** Автономні інвертори струму; Автономні резонансні інвертори; Автономні інвертори напруги; Перетворювачі частоти з проміжною ланкою постійного струму; Перетворювачі частоти з безпосереднім зв'язком..
- 4. Регулятори змінної напруги та компенсатори реактивної потужності:** лл р Регулятори з широтно-імпульсним способом регулювання вихідної напруги; Реактори, керовані тиристорами; Конденсатори, комутовані тиристорами; Конденсаторно-реакторні компенсатори реактивної потужності; Компенсатори з вентильним джерелом реактивної напруги- STATCOM. (static synchronous compensator).

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

- 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. -К.: ТОВ "Видавництво"Обереги", 2000. Т.1. Елементна база електронних пристроїв.– 300с.
- 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.
- Інвертори і перетворювачі частоти: монографія / Сенько В.І., Трубіцин К.В., Чибеліс В.І. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2020.-300с.

4. М.Я. Островерхов, В.І. Сенько, В.І. Чибеліс. Імпульсні перетворювачі стабілізованої напруги. – Київ, 2019. – 241 с

5. Електроніка та мікросхемотехніка [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050702 "Електромеханіка"/ А.А. Щерба, К.К. Победаш, В.А. Святненко: - Київ: НТУУ "КПІ", 2013. - 360 с.

Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569>.

6. Победаш К.К., Святненко В.А. Силові напівпровідникові прилади і перетворювачі електричної енергії [Електронний ресурс]: навчальний посібник/ Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, - 2017.- 244 с.

Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19823>

7. Руденко В.С. та ін. Промислова електроніка: Підручник /В.С. Руденко В.Я. Ромашко, В.В. Трифонюк/. – Київ, Либідь, 1993, 432 с.

Додаткова

1. 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. Победаш, 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>

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчаються дисципліни «Промислова електроніка» для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямами 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» усіх форм навчання. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11571>

3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Електроніка і мікросхемотехніка», «Електроніка та системотехніка», «Промислова електроніка» для студентів вищих навчальних закладів усіх форм навчання, що навчаються за напрямами «Електромеханіка», «Електротехніка», «Оптомеханіка». Розділ «Аналогові підсилювачі». <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11568>

Електронні ресурси

<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569>

<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19823>

<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378>

<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11571>

Електроніка та мікросхемотехніка [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» / А. А. Щерба, К. К. Победаш, В. А. Святненко: – Київ: НТУУ «КПІ», 2013. – 360 с.

Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569>

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Електроніка та мікросхемотехніка», «Електроніка і системотехніка» для студентів вищих навчальних закладів усіх форм навчання, що навчаються за напрямами «Електромеханіка», «Електротехніка», «Оптомеханіка». Розд. «Імпульсні і цифрові пристрої», з грифом НТУУ «КПІ» укладачів: А.А Щерби, В.І.Сенько, К.К.Победаша та ін.

Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/194>

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Електроніка та мікросхемотехніка», «Електроніка і системотехніка» для студентів вищих навчальних закладів усіх форм навчання, що навчаються за напрямками «Електромеханіка», «Електротехніка», «Оптомеханіка». Розд. «Аналогові пристрої», з грифом НТУУ «КПІ» укладачів: А.А Щерби, В.І.Сенько, К.К.Побєдаша та ін. - К.: НТУУ «КПІ». 2009. - 54 с.

Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/342>

Інтерфейс програмного комплексу Electronics Workbench: Навчальний посібник. / Побєдаш К.К., Святненко В.А. : Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 57 с.

Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7609>

Державні стандарти

ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення.

ДСТУ 2815-94 Електричні та магнітні кола та пристрої.

ДСТУ 3120-95 Електротехніка. Літерні позначення основних величин.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Поняття про Силу перетворювальну техніку, як галузь науки і техніки, яка вивчає фізичні явища в пристроях перетворювачів електричної енергії. Переваги електронних методів перетворення електроенергії. Література: 3, с. 1-10; Напівпровідникові діоди. Випрямні, високочастотні, імпульсні, стабілітрони. Особливості їх параметрів, вольт-амперних характеристик, умовні позначення. Література: 1, с.28-33; 2, с.17-35; 2, с.18-28; 3, с.33-55; 5, с.39-41; 7, с.18-43 https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
2	Біполярні транзистори (BPT –Bipolar Power Transistor). Класифікація і принцип дії БТ. Схеми вмикання, основні параметри і статичні характеристики БТ. Література: 1, с.34-44; 2, с.17-35; 2, с.18-28; 3, с.33-55; 5, с.39-41; 7, с.18-43. Польові транзистори з ізольованим затвором (MOSFET) статичні характеристики і основні параметри. Еквівалентні схеми польових транзисторів. Література: Л. 1, с. 69 – 72; Л.6, с. 53 – 60. https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
3	Біполярні транзистори з ізольованим затвором (IGBT) Принцип дії. Статичні характеристики та основні параметри. Література: Л. 1, с. 91 – 109; Л.6, с. 51 – 61. IGBT модулі. Література: Л. 6, с. 58 – 61.
4	Тристор (SCR – Silikon Controller Rectifier). Повністю керовані GTO - (Gate Turn – Off Thyristor) Принцип дії. Статичні характеристики та основні параметри. Література: Л. 1, с. 82 – 109;. Л.6, с. 71 – 82. Симістор (TRIAC - triode for alternating current). Оптрони. Література: Л.6, с. 71 – 82.
5	Загальні відомості Однофазний мостовий випрямляч (схема Греца) Література: Л. 2, с. 18 – 47;. Л.6, с. 88 – 99. Однофазні керовані випрямлячі.

	Література: Л. 2, с. 18 – 47;. Л.6, с. 100 – 110. https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
6	Трифазні некеровані випрямлячі. Трифазний випрямляч з нульовим виводом трансформатора (схема Міткевича) Трифазний мостовий випрямляч (схема Ларіонова) Література: Л. 2, с. 91 – 132;. Л.6, с. 111 – 126. Шестифазні випрямлячі. Література: Л. 2, с. 105 – 115.https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
7	Трифазні керовані випрямлячі Трифазний керований випрямляч з нульовим виводом трансформатора Трифазний керований мостовий випрямляч Література: Л. 2, с. 91 – 132;. Л.6, с. 127 – 132. Завдання на СРС: 2.4.Активні випрямлячі. https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
8	Інвертори ведені мережею (Залежні інвертори) Загальні відомості Однофазний інвертор з середньою точкою Література: Л. 3, с. 10 – 20;. Л.6, с. 133 – 145. Трифазний мостовий інвертор. Література: Л. 3, с. 21 – 25;. Л.6, с. 141 – 145. Коефіцієнт потужності інвертора. Література: Л. 3, с. 26 – 28. https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
9	Автономні інвертори. Загальні відомості. Автономні інвертори струму. Інвертори струму на повністю керованих вентилях. Література: Л. 3, с. 41 – 74;. Л.6, с. 212 – 225. Інвертори струму на неповністю керованих вентилях. Література: Л. 3, с. 44 – 70. Автономні резонансні інвертори Резонансні інвертори без зворотних діодів Резонансні інвертори зі зворотними діодами Література: Л. 3, с. 75 – 104;. Л.6, с. 226 – 232. https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
10	Автономні інвертори напруги. Інвертори напруги на повністю керованих вентилях. Однофазний мостовий інвертор напруги на повністю керованих вентилях. Інвертори напруги з однополярним струмом. Література: Л. 3, с. 105 – 199;. Л.6, с. 193 – 211. Інвертори напруги з однополярним струмом. Література: Л. 3, с. 190 – 193.https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
11	Трифазні автономні інвертори напруги. Література: Л. 3, с. 105 – 199;. Л.6, с. 207 – 212. Завдання на СРС: Широтно-імпульсне формування і регулювання вихідної напруги. Література: Л. 6, с. 199 – 200. https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
12	Інвертори напруги на неповністю керованих вентилях Література: Л. 3, с. 193 – 200;. Л.6, с. 204 – 207. ШИР з залежною від параметрів навантаження формою кривої вихідної напруг. Література: Л. 6, с. 200 – 204
13	Перетворювачі частоти з проміжною ланкою постійного струму. Перетворювач частоти з проміжною ланкою постійного струму на основі керованого випрямляча і АІН.

14	Перетворювачі частоти з безпосереднім зв'язком Перетворювачі частоти з безпосереднім зв'язком на повністю керованих вентилях Підвищувальні перетворювачі частоти з безпосереднім зв'язком на повністю керованих вентилях. Література: Л. 3, с. 262 – 291;. Л.6, с. 234 – 240. Перетворювачі частоти з безпосереднім зв'язком на не повністю керованих вентилях (тиристорах). Література: Л. 3, с. 235 – 261.
15	Загальні відомості. Понижуючі імпульсні перетворювачі постійної напруги (Buck Converter). Література: Л. 4, с. 9 – 152;. Л.6, с. 170 – 191. Завдання на СРС: Нереверсивні підвищувально-знижувальні імпульсні перетворювачі постійної напруги (Buck-Boost Converter). Підвищуючі імпульсні перетворювачі постійної напруги (Boost Converter). Інвертуючі імпульсні перетворювачі постійної напруги. Література: Л. 4, с. 65 – 91;. Л.6, с. 170 – 191. Перетворювачі, які забезпечують на виході дві напруги різної полярності. Література: Л. 4, с. 55 – 65.https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
16	Компенсатори реактивної потужності.. Загальні відомості. Реактори, комутовані тиристорами. Конденсатори, комутовані тиристорами. Конденсаторно-реакторні компенсатори реактивної потужності. Література: Л. 4, с. 214 – 226. Література: Л. 4, с. 226 – 236. https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
17	Компенсатори з вентильним джерелом реактивної напруги- STATCOM (static synchronous compensator). Література: Л. 4, с. 214 – 226. Активні фільтри — компенсатори потужності спотворення. Література: Л. 4, с. 226 – 236.
18	Залікова контрольна робота

Лабораторні роботи

№ з/п	Короткий зміст лабораторної роботи
1	Радіовимірні прилади. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 (Лабораторна робота №1) Мета роботи – Мета роботи: ознайомлення з універсальним лабораторним стендом та радіовимірними приладами: вольтметром ВЗ-38, генератором Л-30, генератором імпульсних сигналів Г5-54, генератором GFG-8216А, генератором імпульсних сигналів TGP-110, осцилографом СІ-55, мультиметром ВР-II та придбання навиків користування ними. дистанційний курс «Електроніка та мікросхемотехніка» лабораторні роботи https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
2	Дослідження однофазного керованого випрямляча. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 Мета роботи – вивчити принцип роботи керованого випрямляча та його систему керування; визначити основні параметри та характеристики керованого випрямляча. Програма проведення досліджень: Зняти та побудувати регульовальні характеристики при активному, активно-індуктивному навантаженні з включенням і виключенням 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. дистанційний курс «Промислова електроніка» лабораторні роботи https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru лабораторні роботи https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
3	Дослідження однофазного керованого випрямляча при активному, активно-індуктивному навантаженні . http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 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 2. Зняти і побудувати вихідні навантажувальні характеристики випрямляча. Визначити вихідний опір випрямляча. 3. Зняти і побудувати залежність коефіцієнта пульсацій випрямленої напруги від величини кута керування. дистанційний курс «Промислова електроніка» лабораторні роботи https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
4	Дослідження однофазного керованого випрямляча індуктивному навантаженні з включенням і виключенням зворотним діодом http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378) 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 активно-індуктивному навантаженні зі зворотним діодом 2. Зняти і побудувати вихідні навантажувальні характеристики випрямляча. Визначити вихідний опір випрямляча. 3. Зняти і побудувати залежність коефіцієнта пульсацій випрямленої напруги від величини кута керування.; дистанційний курс «Промислова електроніка» лабораторні роботи https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
5	Дослідження багатофазних випрямлячів. Трифазних схем випрямлення з нульовим виводом (сх.. Міткевича) при роботі на R-навантаження. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 Мета роботи – вивчити принцип роботи трифазних схем випрямлення - з нульовим виводом (сх.. Міткевича), дослідити основні характеристики випрямлячів. Програма проведення досліджень: 1. Зняти та побудувати зовнішню (навантажувальну) характеристику випрямляча, 2. Зняти 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. дистанційний курс «Електроніка та мікросхемотехніка» лабораторні роботи https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
6	Дослідження багатофазних випрямлячів. Трифазних схем випрямлення з нульовим виводом (сх.. Міткевича) при роботі на RL-навантаження. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 Мета роботи – вивчити принцип роботи трифазних схем випрямлення - з нульовим виводом (сх.. Міткевича), дослідити основні характеристики випрямлячів. Програма проведення досліджень: 1. Зняти та побудувати зовнішню (навантажувальну) характеристику

	випрямляча, 2. Зняти осцилограми випрямленої напруги, напругу на діоді, анодного струму діода, струму вторинної обмотки трансформатора при роботі на RL-навантаження. 3. Визначити внутрішній опір випрямляча у номінальному режимі. дистанційний курс «Електроніка та мікросхемотехніка» лабораторні роботи https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
7	Дослідження багатофазних випрямлячів. Трифазних схем випрямлення з нульовим виводом (сх.. Міткевіча) при роботі на RL- навантаження, з урахуванням кута комутації. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 Мета роботи – вивчити принцип роботи трифазних схем випрямлення - з нульовим виводом (сх.. Міткевіча), дослідити основні характеристики випрямлячів. Програма проведення досліджень: 1. Зняти та побудувати зовнішню (навантажувальну) характеристику випрямляча, 2. Зняти осцилограми випрямленої напруги, напругу на діоді, анодного струму діода, струму вторинної обмотки трансформатора 3. Визначити внутрішній опір випрямляча у номінальному режимі. 4. Визначити кут комутації. дистанційний курс «Електроніка та мікросхемотехніка» лабораторні роботи https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
8	Дослідження багатофазних випрямлячів. Мостова (сх. Ларіонова) при роботі на R-навантаження. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 Мета роботи – вивчити принцип роботи трифазних схем випрямлення – мостового (сх. Ларіонова); дослідити основні характеристики випрямлячів. Програма проведення досліджень: 1. Зняти та побудувати зовнішню (навантажувальну) характеристику випрямляча, 2. Зняти 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. дистанційний курс «Електроніка та мікросхемотехніка» лабораторні роботи https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru
9	Дослідження багатофазних випрямлячів. Мостова (сх. Ларіонова) при роботі на RL-навантаження. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378 Мета роботи – вивчити принцип роботи трифазних схем випрямлення – мостового (сх. Ларіонова); дослідити основні характеристики випрямлячів. Програма проведення досліджень: 1. Зняти та побудувати зовнішню (навантажувальну) характеристику випрямляча, 2. Зняти осцилограми випрямленої напруги, напругу на діоді, анодного струму діода, струму вторинної обмотки трансформатора при роботі на RL-навантаження. 3. Визначити внутрішній опір випрямляча у номінальному режимі. дистанційний курс «Електроніка та мікросхемотехніка» лабораторні роботи https://do.ipk.kpi.ua/login/?lang=ru

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	20
2	Проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях	20

3	Підготовка до МКР	6
4	Підготовка до заліку	20

Політика та контроль

7. 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: несвоєчасне виконання РГР та 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

8. 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 чотирьох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Лаб. роботи	МКР	Rc	Rзал	R
20	54	26	100	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

5 бали $\times$ 4 = 20 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 5;
- студент припускається окремих помилок – 4
- студент частково відповідає на питання – 3

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 6.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $6 \times 9 = 54$ балів.

Критерії оцінювання

- повне виконання експериментальної частини роботи, точна обробка експериментальних даних, якісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – 6 балів;
- обробка експериментальних даних з незначними помилками або неякісне оформлення протоколу – 4 ... 5 балів;
- суттєві помилки в експериментальних даних але повне розуміння теми і матеріалу лабораторної роботи – 2... 3 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

- «відмінно» – вибір оптимального методу розрахунку, правильне виконання розрахунків з повним поясненням, перевірка результатів розв'язку, побудова вказаних в умові діаграм, вільне володіння матеріалом – 13 балів;
- «добре» – правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, перевірка отриманих результатів, відсутність вказаних в умові діаграм – 10 балів;
- «задовільно» – правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, відсутність перевірки отриманих результатів та вказаних в умові діаграм – 8 балів;
- «достатньо» - розв'язання задачі з принциповими помилками – 6 балів; відсутність на МКР – 0 балів.

Форма семестрового контролю – залік

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань

Критерії оцінювання **залік**

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

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

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

Рейтинг **залік** $R_z = 33 - 40$ 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** $R_z = 25 - 32$ 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** $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг **заліку** $R_z \leq 15$ 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.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Випрямні діоди та стабілітрон (Діод Зенера), ВАХ, основні параметри.
2. Діоди Шотткі, ВАХ, основні параметри.
3. Одноопераційні (не повністю керовані) тиристори (SCR – Silikon Controller Rectifier). Статичні характеристики та основні параметри.
4. Двоопераційні (повністю керовані) тиристори (GTO - Gate Turn – Off Thyrsstor). Статичні характеристики та основні параметри.
5. Симетричний тиристор (Симістор, TRIAC - triode for alternating current).). Характеристики та основні параметри.
6. Біполярні транзистори (BPT –Bipolar Power Transistor). Основні характеристики та параметри.
7. Польові МОН-транзистори (MOSFET) с індукованим каналом, статичні характеристики і основні параметри.
8. Польові МОН-транзистори (MOSFET) с вбудованим каналом: статичні характеристики і основні параметри.
9. Біполярний транзистор з ізолюваним затвором БТІЗ (IGBT), статичні характеристики і основні параметри.
10. Випрямлячі. Класифікація. Основні параметри і характеристики випрямлячів..
11. Однофазний мостовий випрямляч (схема Греца). Робота схеми на активно-індуктивне активне навантаження
12. Однофазний мостовий випрямляч (схема Греца).Робота схеми на RC навантаження (ємнісний фільтр).
13. Однофазний керований випрямляч. Робота (схема мостова симетрична) на індуктивне навантаження.
14. Однофазний керований випрямляч. Робота (схема мостова симетрична) на активне навантаження.
15. Трифазний випрямляч з нульовим виводом трансформатора (схема Міткевича). Робота на активне навантаження
16. Трифазний мостовий випрямляч (схема Ларіонова). Робота на активне навантаження.

17. Трифазний мостовий випрямляч (схема Ларіонова). Робота на індуктивне навантаження
18. Трифазний мостовий випрямляч (схема Ларіонова). Робота схеми з врахуванням індуктивностей розсіювання обмоток трансформатора.
19. Трифазний керований випрямляч з нульовим виводом трансформатора. Робота на активне навантаження.
20. Трифазний керований випрямляч з нульовим виводом трансформатора. Робота на активне навантаження.
21. Інвертори ведені мережею (Залежні інвертори). Однофазний ведений інвертор.
22. Інвертори ведені мережею (Залежні інвертори). Трифазний мостовий ведений інвертор.
23. Реверсивний перетворювач постійного струму. Перехресна схема.
24. Реверсивний перетворювач постійного струму. Зустрічно-паралельна схема.
25. Автономні інвертори. Класифікація. Основні параметри і характеристики.
26. Однофазний паралельний мостовий інвертор струму на неповністю керованих вентилях.
27. Трифазний мостовий (паралельний) інвертор струму без відсічних діодів.
28. Трифазний мостовий (паралельний) інвертор струму з відсічними діодами.
29. Однофазний послідовно-паралельний інвертор струму.
30. Регулювання та стабілізація вихідної напруги інверторів струму.
31. Однофазний інвертори струму на повністю керованих вентилях.
32. Резонансні інвертори. Схема паралельного резонансного інвертора.
33. Резонансні інвертори. Схема послідовного резонансного інвертора з відкритим входом.
34. Автономний резонансний мостовий інвертор зі зворотними діодами.
35. Однофазний мостовий автономний інвертор напруги (AИH) на повністю керованих вентилях. Активно-індуктивне навантаження.
36. Трифазний автономний мостовий інвертор напруги(AИH). З'єднання навантаження трикутником.
37. Трифазний автономний мостовий інвертор напруги (З'єднання навантаження зіркою).
38. Перетворювач частоти з проміжною ланкою постійного струму.
39. Перетворювач частоти з проміжною ланкою постійного струму на основі керованого випрямляча і AИH.
40. Перетворювач частоти з безпосереднім зв'язком на повністю керованих вентилях.
41. Імпульсні перетворювачі постійної напруги (ІППН). Широтно-імпульсний метод регулювання (ШІР).
42. Регулятори змінної напруги. Імпульсні способи регулювання змінної напруги.
43. Регулятори змінної напруги з фазовим способом регулювання.
44. Регулятори змінної напруги з широтно-імпульсним способом регулювання вихідної напруги.
45. Регулятори змінної напруги з високочастотним обміном енергією між накопичувальними елементами.
46. Компенсатори реактивної потужності. Реактори, комутовані тиристорами.
47. Компенсатори реактивної потужності. Конденсатори, комутовані тиристорами.
48. Конденсаторно-реакторні компенсатори реактивної потужності.
49. Компенсатори реактивної потужності з вентильним джерелом реактивної напруги (STATCOM- static synchronous compensator).
50. Активні фільтри — компенсатори потужності спотворення.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол № 11 від 29.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету² (протокол № __ від ____)

²Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.