



ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Теоретичні основи електротехніки. Частина 1.

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>Освітній компонент 1: 1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 6 кредитів ECTS / 180 годин; лекції – 36 години; практики – 36 годин; лабораторні роботи – 18 годин; самостійна робота – 90 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Освітній компонент 1: Екзамен / РГР, МКР</i>
Розклад занять	<i>час і місце проведення аудиторних викладені на сайті roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н, доцент, Перетятко Юлія Вікторівна, peretyatko.julia@gmail.com Практичні: к.т.н, доцент, Перетятко Юлія Вікторівна, peretyatko.julia@gmail.com Лабораторні:</i>
Розміщення курсу	<i>Матеріали до курсу розміщені в розділі Навчання на сайті http://www.toe.fea.kpi.ua</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Курс ТОЕ є базою для спеціальних електротехнічних дисциплін, в яких вивчають застосування електричних і магнітних явищ для різних практичних цілей.

Метою дисципліни є формування і конкретизація знань з теоретичних основ електротехніки з метою застосування отриманої інформації для вирішення професійних завдань в області технічної експлуатації електроенергетичного обладнання та енергетиці.

Завданнями вивчення дисципліни є:

- отримання наукових знань з теорії електричних кіл і методів їх аналізу, з основних понять теорії електромагнітного поля;
- навчитися застосовувати отримані знання при вивченні спеціальних дисциплін та в подальшій практичній діяльності на виробництві;
- придбання навичок вміння користуватися електротехнічною термінологією, символікою і електровимірювальними приладами.

Предметом вивчення курсу ТОЕ є основні поняття і закони електромагнітного поля і теорії електричних і магнітних кіл; теорія лінійних електричних кіл (кіл постійного, синусоїдального і

несинусоїдного струмів), методи аналізу лінійних кіл з двополюсними і багатопольсними елементами; трифазні кола; перехідні процеси в лінійних колах і методи їх розрахунку; нелінійні електричні і магнітні кола постійного і змінного струму.

Предметом вивчення освітнього компоненту 1, Теоретичні основи електротехніки. Частина 1, є основні поняття, терміни, закони, принципи, теореми, виведені на теорії електромагнітного поля, які описують роботу електричних і магнітних кіл; теорія однофазних лінійних кіл постійного та синусоїдного струмів; методи аналізу лінійних кіл з двополюсними і багатопольсними елементами; магнітнозв'язані кола; резонансні явища.

Програмні компетентності:

з числа загальних –

K02 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K07 - здатність працювати в команді.

K08 - здатність працювати автономно.

з числа фахових –

K12 - здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

Програмні результати навчання:

PR05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

PR07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

PR08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показникам

В результаті вивчення курсу ТОЕ студент повинен

знати:

- основні поняття і закони електромагнітного поля і теорії електричних і магнітних кіл;
- методи аналізу лінійних кіл постійного і змінного струмів в усталеному режимі роботи кола;
- закони комутації;
- методи аналізу перехідних процесів у лінійних колах постійного і змінного струмів;
- особливості перебігу енергетичних процесів в електричних колах;
- *особливості перебігу електромагнітних процесів у нелінійних електричних колах і методи їх розрахунку.*

вміти:

- читати електротехнічну літературу зі знанням символіки, розумінням термінології і т. п.;
- користуватися сучасними методами розрахунку перехідних і усталених процесів в лінійних і нелінійних електричних колах;
- розуміти сутність фізичних процесів в найпростіших електричних, електронних і магнітних колах і електромагнітних полях;
- орієнтуватися в основних властивостях, схемах функціонування, можливості та призначення розглянутих найпростіших пристроїв;
- приводити в дію найпростіші пристрої, керуючись інструкціями і правилами (включати, відключати, регулювати, констатувати відхилення від норм, оцінювати результати та інше);
- оцінювати роль електричної енергії в житті сучасного суспільства;

- оцінювати успіхи розвитку вітчизняної електроенергетики;
- користуватися загальними і фундаментальними відомостями, без яких не можливо ефективно використовувати електротехнічні та електронні прилади та пристрої, а тим більше їх проектувати по заданим вимогам;
- застосовувати знання техніки безпеки при експлуатації найпростішого електротехнічного обладнання;
- вибирати електротехнічні пристрої для вирішення конкретних технічних завдань при дослідженні, проектуванні і експлуатації відповідного обладнання;
- використовувати паспортні дані для визначення номінальних режимів роботи обладнання;
- контролювати цілісність кіл електротехнічних пристроїв, правильність їх налаштування;
- дослідним шляхом визначати параметри схем заміщення;
- забезпечити безпечну роботу персоналу з електроустановками;
- проводити дослідницьку роботу.

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

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою. Дисципліна «Теоретичні основи електротехніки» є базовою дисципліною в структурі освітньої програми.

Для вивчення дисципліни ТОЕ необхідно засвоєння перерахованих нижче розділів з курсів вищої математики і фізики.

Вища математика:

- математичний аналіз: функція, наближені обчислення, межа і безперервність, розкриття невизначеностей;
- лінійна алгебра: матриці і дії з ними, рішення алгебраїчних рівнянь, лінійні залежності і перетворення, власні вектори лінійного перетворення, рівняння ліній, умови паралельності та перпендикулярності, комплексні числа і дії з ними;
- диференціальне й інтегральне числення: диференціювання та інтегрування, рішення звичайних диференціальних рівнянь, рішення однорідних і неоднорідних диференціальних рівнянь, рівняння в частинних похідних і їх рішення, чисельні методи рішення на ЕОМ, ряди Фур'є;
- операційне числення: пряме і зворотне перетворення Лапласа, теорема розкладання;
- векторна алгебра: системи координат, їх взаємозв'язок, операції дивергенція, градієнт, ротор, оператор Набла, операції подвійного диференціювання, поверхневі та об'ємні інтеграли, рівняння Пуассона та ін. В інтегральній та диференціальній формах.

Загальна фізика:

- термінологія і фізичний зміст електротехнічних величин (струм, напруга, ЕРС, потенціал і т. д.); закони електромагнітної індукції, Кулона, Біо-Савара-Лапласа; одиниці вимірювання електричних величин, визначення напрямку векторних величин електричного поля, механічні прояви електричного і магнітного полів, взаємодія провідників зі струмами в магнітному полі, закон Джоуля - Ленца, баланс потужностей, принципи безперервності струму і магнітного потоку, закони Ома і Кірхгофа, закон повного струму, обчислення еквівалентних опорів при послідовно-паралельному з'єднанні резисторів; термоелектричні явища, принцип дії електронних і напівпровідникових приладів.

Дисципліна ТОЕ є основною для дисциплін з циклу основної підготовки «Електричні машини», «Електрична частина станцій та підстанції», «Електроенергетичні мережі та системи», «Основи метрології та електричних вимірювань», «Електропривод», «Релейний захист та автоматизація енергосистем».

3. Зміст навчальної дисципліни

Освітній компонент 1 (ОК 1)

«Теоретичні основи електротехніки. Частина 1»

Розділ 1. Лінійні електричні кола постійного струму

Тема 1.1 Основні поняття та закони електричного кола

Вступ. Предмет і мета курсу. Значення електрофікації, електротехніки, електроніки, енергозбереження в умовах науково-технічної революції XXI сторіччя. Зв'язок дисципліни з іншими загальнотеоретичними і спеціальними дисциплінами. Організація навчальної роботи. Рекомендована література.

Базова теорія електромагнітного поля. Введення понять напруженості, напруги, потенціалу, струмів та його видів. Система рівнянь Максвелла.

Електричне коло, його елементи та способи їх з'єднання. Вольтамперна характеристика (ВАХ) елементів. Лінійні і нелінійні елементи. Джерела енергії: джерело напруги, джерело струму. Схеми заміщення і ВАХ джерел енергії. Умови еквівалентності схем заміщення. Закон Ома: для пасивної ділянки кола, для вітки з джерелом, для замкненого кола. Закони Кірхгофа для струмів та напруг.

Тема 1.2 Методи розрахунку електричних кіл постійного струму

Метод рівнянь Кірхгофа. Метод контурних струмів. Власні і міжконтурні опори. Баланс потужностей в електричному колі. Метод вузлових потенціалів, метод вузлової напруги. Власні і міжвузлові провідності. Принцип і метод накладання дії джерел енергії. Вхідні і взаємні провідності віток, коефіцієнти передачі напруги та струму. Властивість взаємності і її використання. Теорема компенсації. Перетворення пасивних ділянок електричного кола: послідовне та паралельне з'єднання. Перетворення зірки і трикутника опорів. Перетворення ділянок кола з джерелами енергії. Перенесення ЕРС.

Теорема про активний двополюсник. Схеми Тевенена і Нортена. Метод еквівалентного генератора і його використання для розрахунку кола.

Передача енергії від активного двополюсника до пасивного. Напруги і потужності при зміні навантаження лінії передачі. ККД лінії передачі електроенергії, умови передавання максимальної потужності від генератора до споживача.

Розділ 2. Лінійні електричні кола однофазного синусоїдного струму

Тема 2.1 Властивості та розрахунок електричних кіл синусоїдного струму

Джерела синусоїдних напруг і струмів. Миттєві значення струму, напруги, фаза коливаль, початкова фаза, кут зсуву фаз. Часові діаграми. Діючі (ефективні) значення синусоїдних напруг і струмів. Векторні діаграми. Синусоїдний струм у колі з послідовним і паралельним сполученням RLC - елементів. Зображення синусоїдних величин із використанням векторів та комплексних чисел. Закони Ома і Кірхгофа в комплексній формі.

Миттєва потужність і колювання енергії у колі синусоїдного струму. Активна, реактивна і повна потужності. Комплексна потужність. Баланс потужностей.

Пасивний двополюсник і його еквівалентні схеми заміщення у колі синусоїдного струму. Трикутники напруг і опорів. Трикутники струмів і провідностей. Активні і реактивні напруги і струми, активні і реактивні опори і провідності. Комплексні опори і провідності.

Розрахунок складних електричних кіл синусоїдного струму МРК, МКС, МВП, МН, МЕГ із використанням комплексного обчислення. Топографічні діаграми.

Тема 2.2 Електричні кола з індуктивно-зв'язаними елементами

Потоки і потокозчеплення самоіндукції і взаємоіндукції. Параметри індуктивно-зв'язаних елементів електричного кола. Однойменні полюси індуктивно-зв'язаних елементів. Розрахунок розгалужених кіл з індуктивними зв'язками. Розв'язання індуктивного зв'язку. Послідовне і паралельне з'єднання індуктивно-зв'язаних котушок. Векторні діаграми у разі узгодженого і

неузгодженого з'єднання. Еквівалентні опори котушок. Ефект "хибної" ємності. Передача активної потужності між індуктивно-зв'язаними елементами. Трансформатор з лінійними характеристиками. Ідеальний трансформатор.

Тема 2.3 Резонансні явища і частотні характеристики

Загальні умови резонансу. Резонанс у послідовному і паралельному коливальних контурах. Векторна діаграма резонансного стану. Добротність і смуга пропускання коливального контуру. Частотні характеристики послідовного і паралельного контурів. Енергетичні процеси при резонансі.

Частотні характеристики реактивних двополюсників. Нулі і полюси вхідного опору реактивних двополюсників. Синтез реактивних двополюсників. Резонанс в індуктивно-зв'язаних контурах. Вплив активних опорів на частотну характеристику кола. Практичне значення резонансу в електричних колах.

Тема 2.4 Основи теорії чотиріполюсників

Класифікація чотиріполюсників Види рівнянь пасивних чотиріполюсників. Коефіцієнти і матриці параметрів. Умови симетрії і оберненості.

Еквівалентні схеми заміщення пасивних і активних чотиріполюсників. Вхідні і передавальні функції. Характеристичні параметри. Аналітичне та експериментальне визначення коефіцієнтів чотиріполюсника. Рівняння чотиріполюсника, записані через гіперболічні параметри. Вхідні опори чотиріполюсника.

Схеми з'єднань чотиріполюсників. Еквівалентні параметри.

Освітній компонент 2 (ОК 2)

«Теоретичні основи електротехніки. Частина 2»

Розділ 3. Трифазні електричні кола

Тема 3.1 Аналіз трифазних електричних кіл

Багатофазні кола і системи та їх класифікація, види з'єднання фаз. Розрахунок трифазних кіл в симетричних і несиметричних режимах. Застосування методу двох вузлів та методу еквівалентних перетворень. Окремі види несиметричних режимів. Приклади розрахунку. Суміщені векторні діаграми напруг та струмів.

Розрахунок трипровідного трифазного кола за відомими лінійними напругами генератора. Використання методу контурних струмів для розрахунку трифазного кола. Приклади розрахунків, векторні діаграми напруг і струмів.

Активна потужність і її вимірювання у трифазних колах. Метод двох ватметрів. Вимірювання реактивної потужності симетричного 3-фазного кола.

Обертове магнітне поле. Принцип дії асинхронної і синхронної електричної машини.

Тема 3.2 Метод симетричних складових

Симетричні складові трифазних систем напруг та струмів. Основні властивості трифазних кіл стосовно симетричних складових напруг і струмів. Опори симетричного трифазного кола для струмів різних послідовностей. Розрахунок симетричних трифазних кіл методом симетричних складових.

Симетричні складові напруг і струмів у несиметричному трифазному колі. Розрахунок трифазних кіл з несиметричним навантаженням.

Розрахунок трифазних кіл з несиметричною ділянкою в лінії.

Розділ 4. Несинусоїдні періодичні процеси в лінійних електричних колах

Тема 4.1 Електричні кола несинусоїдного періодичного струму

Дискретні спектри періодичних несинусоїдних струмів і напруг. Величини і коефіцієнти, що характеризують періодичні несинусоїдні сигнали. Особливості вимірювання періодичних несинусоїдних струмів і напруг.

Розрахунок миттєвих значень усталених напруг і струмів в електричних колах з періодичними несинусоїдними ЕРС. Визначення діючих значень струмів та напруг. Залежність форми кривої струму від параметрів кола у разі несинусоїдної напруги. Резонанс у колі з несинусоїдною ЕРС. Резонансні частотні фільтри. Модульовані коливання.

Потужність у колі періодичного несинусоїдного струму.

Вищі гармоніки в симетричних трифазних колах. Складові прямої, зворотної та нульової послідовностей фаз в несинусоїдних фазних та лінійних напругах і струмах симетричного трифазного кола у разі з'єднання в зірку чи трикутник. Співвідношення між фазними і лінійними напругами і струмами. Вплив схеми з'єднання обмоток трифазного генератора чи трансформатора на гармонічний склад струмів споживача.

Розділ 5. Перехідні процеси в лінійних електричних колах

Тема 5.1 Класичний метод розрахунку перехідних процесів

Виникнення перехідних процесів і закони комутації, початкові умови і їх визначення. Класичний метод розрахунку перехідних процесів. Перехідний, вимушений і вільний режими. Розрахунок вільних складових методом алгебризації диференціальних рівнянь. Види вільних процесів. Загальний алгоритм розрахунку перехідних процесів класичним методом.

Перехідні процеси у RL і RC колах першого порядку з джерелами постійних і синусоїдних напруг. Постійна часу.

Особливості розрахунку перехідних процесів у колах з некоректно заданими початковими умовами.

Перехідні процеси у RLC колах другого порядку з джерелами постійних і синусоїдних напруг. Перехідні процеси в послідовному RLC колі. Особливості аперіодичних і коливальних перехідних процесів. Аперіодичний розряд/заряд конденсатора у послідовному колі RLC. Граничний аперіодичний розряд/заряд конденсатора. Коливальний розряд/заряд конденсатора. Рівняння для струму та напруг на елементах кола, часові графіки струму та напруг. Декремент коливань та логарифмічний декремент. Часові графіки струму та напруг.

Тема 5.2 Оператор метод розрахунку перехідних процесів

Пряме перетворення Лапласа та його основні властивості. Оригінали та їх операторні зображення. Закон Ома та закони Кірхгофа в операторній формі. Еквівалентні операторні схеми. Рівняння електричних кіл в операторній формі. Загальний алгоритм розрахунку перехідних процесів операторним методом. Визначення оригіналу за операторним зображенням. Схемні функції в операторній формі.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Бойко В.С. Теоретичні основи електротехніки. Частина 1. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Електричні системи і мережі», «Електричні станції» «Електричні машини і апарати», «Управління, захист та автоматизація енергосистем» «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» / В. С. Бойко, Л. Ю. Спінул, М. П. Бурик, В. Ю. Лободзтнський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,35 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 199 с.
2. Бойко В. С. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами / В.С. Бойко, Ю.Ф. Видолоб, І.А. Курило та ін. – К.:

ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. – 272 с. 3. Бойко В. С. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 2: Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зосередженими параметрами. Нелінійні та магнітні кола / В.С. Бойко, Ю.Ф. Видолоб, І.А. Курило та ін.– К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2008. – 224 с.

3. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І.А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 3: Електричні кола з розподіленими параметрами. Теорія електромагнітного поля / В.С. Бойко, Ю.Ф. Видолоб, І.А. Курило та ін.– К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2013. – 224 с.

4. Бурик М.П. Лінійні електричні кола постійного струму: Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізацій «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електричні машини і апарати», «Інжиніринг та автоматизація електротехнічних комплексів» й «Мехатроніка енергоємних виробництв» / М П. Бурик, Л. Ю. Спінул ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,51 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 46 с.

5. Бурик М.П. Лінійні електричні кола однофазного синусоїдного струму: Розрахунково- графічна робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії», «Електричні станції», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» та «Електричні машини і апарати» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / М П. Бурик, Л. Ю. Спінул, В. Ю. Лободзинський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 19,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 150 с.

6. Теоретичні основи електротехніки - 1. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмою «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії», «Електричні станції», «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електричні машини і апарати», спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; М. П. Бурик, Л. Ю. Спінул, В. Ю. Лободзинський, Ю.В. Перетятко – Електронні текстові данні (1 файл: 5,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 96 с

7. Воєйков А.М. Теоретичні основи електротехніки: [підруч.]/А. М. Воєйков, С. В. Астапов, І. Я. Лізан, В. В. Коломієць. –Х., 2007. –364 с.

8. Балан П.О. Теоретичні основи електротехніки: [підруч.] /Г. П. Балан, П. О. Кравченко, Ю. Ф. Свєргун, О. Є. Щєрбаков. –К. : Інтас, 2007. –325 с.

9. Корощєнко О.В. «Теоретичні основи електротехніки. Збірник задач: навчальний посібник» / укл. О.В.Корощєнко, В.Ф.Дєнник, О.А.Журавель та ін.; за заг.ред. О.В.Корощєнко.- Дєнецьк, ДВНЗ «ДонНТУ», 2012.- 673 с.

10. Намацалюк І.Н. Теоретичні основи електротехніки. Збірник задач [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І. Н. Намацалюк, Ю. В. Перетятко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,43 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 113 с.

11. Дистанційний курс «Теоретична електротехніка» <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=40>, <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=41>.

Додаткова література:

1. Курс лекцій з дисципліни “Теоретичні основи електротехніки” для галузі знань “Електрична інженерія” спеціальності “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” всіх форм навчання (Частина 1) / Уклад.: Ю.В. Перетятко – К.: НТУУ “КПІ” 2016.– 326 с. (гриф “Рекомендовано Вченою Радою факультету” № 8 від 28.03.2016)

2. Курс лекцій з дисципліни “Теоретичні основи електротехніки” для галузі знань “Електрична інженерія” спеціальності “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” всіх форм

навчання (Частина 2) / Уклад.: Ю.В. Перетятко – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського 2017.– 294 с. (гриф “Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського ” № 9 від 24.05.2018)

3. Теоретичні основи електротехніки – 1. Електричні кола постійного та змінного струму. Чотириполосники. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А. А. Щерба, Ю. В. Перетятко. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,16 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 116 с.

4. Теоретичні основи електротехніки: Нелінійні системи. Перехідні процеси. [Електронний ресурс]: практикум. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ю. В. Перетятко. А. А. Щерба – Електронні текстові дані (1 файл: 20,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 140 с.

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в мережі Інтернет. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Методика викладання дисципліни поєднує наочні методи навчання з поясненням. Викладання проводиться у формі лекцій, практичних та лабораторних занять.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ.	
1.	Вступне заняття Предмет і мета курсу. Значення електрифікації, електротехніки, електроніки, енергозбереження в умовах науково-технічної революції. Зв'язок дисципліни з іншими загальнотеоретичними і спеціальними дисциплінами. Організація навчальної роботи. Рекомендована література. Вхідний контроль. Базові поняття та визначення. Електричне та магнітне поле – дві сторони єдиного електромагнітного поля. Основні визначення та характеристики електромагнітного поля. Рівняння Максвелла та їх фізична сутність. Введення понять потенціалу, напруги, ЕРС та струму. Види струмів. Умови протікання струму. Завдання на СРС: Ознайомитись із ПУЕ та державними стандартами України
2.	Електричне коло: його структура, елементи та їх характеристики. Введення основної термінології: електричне коло, електрична схема, схема заміщення, структура кола, класифікація елементів і т. д. Пасивні елементи електричного елементи (резистор, котушка індуктивності, конденсатор). Їх схеми заміщення, способи з'єднання, вольт-амперні характеристики (ВАХ) елементів. Взаємозв'язок між струмом та напругою на кожному із пасивних елементів. Енергія, яку виділяє резистор, енергія електричного та магнітного полів. Активні елементи електричного елементи (джерело напруги, джерело струму). Їх схеми заміщення, ВАХ. Умови еквівалентності схем заміщення. Режими неробочого ходу та короткого замикання.

	<p>Завдання на СРС: Порівняти природу виникнення струмів провідності, зміщення та переносу. Проаналізувати різницю у схемах заміщення реального та ідеального джерел енергії.</p>
3.	<p>Основні закони електротехніки. На базі кіл постійного струму: закон Ома для ділянки резистивного елемента, ділянки кола, замкненого контура. Перший і другий закони Кірхгофа. Закон збереження енергії. Баланс потужностей для кіл постійного струму. Аналіз простих кіл. Метод згортки. Методи розрахунку складних електричних кіл. Метод рівнянь Кірхгофа: сутність, актуальність та доцільність застосування, алгоритм застосування. Умовно-додатні та реальні напрями струмів та напруг. Приклад застосування МРК. Баланс потужностей у складних колах постійного струму.</p> <p>Завдання на СРС: Звернути увагу на можливість застосування матричних форм запису рівнянь за законами Кірхгофа і контурних струмів.</p>
4.	<p>Методи розрахунку складних електричних кіл. Метод контурних струмів: сутність, обґрунтування отримання методу (вивод), актуальність та доцільність застосування, алгоритм застосування. Власні і міжконтурні опори. Метод вузлових потенціалів: сутність, обґрунтування отримання методу (вивод), актуальність та доцільність застосування, алгоритм застосування. Власні і міжвузлові провідності. Метод двох вузлів як частинний випадок методу вузлових потенціалів.</p> <p>Завдання на СРС: Обґрунтувати раціональність використання різних методів розрахунку складних електричних кіл різної конфігурації.</p>
5.	<p>Методи розрахунку складних електричних кіл. Метод накладання дії джерел енергії (МН): принцип на базі якого отримано даний метод, сутність, обґрунтування отримання методу (вивод), актуальність та доцільність застосування, алгоритм застосування. Вхідні і взаємні провідності віток, їх розрахунки. Властивість взаємності і її використання. Особливості застосування МН. Завдання на СРС: Розгданути теорему компенсації.</p> <p>Еквівалентні перетворення в електричних колах. Перетворення пасивних ділянок електричного кола: послідовне та паралельне з'єднання, як утворення еквівалентних схем заміщення; перетворення зірки і трикутника резистивних елементів. Завдання на СРС: Ознайомитись з перетворенням частин схеми з джерелами енергії: послідовне та паралельне з'єднання джерел енергії. Винесення джерела ЕРС за вузол. Винесення / винесення джерела енергії у/із гілки.</p>
6.	<p>Активні і пасивні двополюсники. Визначення двополюсника. Теорема про активний двополюсник. Метод активного двополюсника і його використання для аналізу процесів у одній гілці. Передача енергії від активного двополюсника пасивному. Залежності напруг і потужностей при зміні навантаження лінії передачі. ККД лінії передачі електроенергії, максимальна потужність в навантаженні. Завдання на СРС: Обґрунтувати умову передачі енергії при заданій потужності з мінімальними втратами. Ознайомитись з історією перших ліній електропередачі Ф. Піроцького і М. Дебре.</p>

Розділ 2
ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ОДНОФАЗНОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ.

7.	<p>Основні властивості синусоїдного струму. Часові та векторні діаграми.</p> <p>Введення поняття синусоїдного струму, напруги, ЕРС: миттєві значення синусоїдного струму, напруги та ЕРС; частота коливань; період; початкова фаза; кут зсуву фаз. Випередження та відставання по фазі двох синусоїдних функцій. Діючі значення струму, напруги та ЕРС. Форми зображення синусоїдних функцій для аналізу кіл синусоїдного струму. Часові та векторні діаграми синусоїдних функцій. Зображення синусоїдних струмів, напруг обертовими векторами та комплексними функціями.</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з операціями над комплексними числами за допомогою обчислювальної техніки, в тому числі і за допомогою обчислювальної техніки.</p>
8.	<p>Елементи кола синусоїдного струму, векторні діаграми та комплексні співвідношення для них</p> <p>Резистивний елемент у колі синусоїдного струму: миттєві функції струму, напруги, потужності. Зв'язок між напругою та струмом на резисторі для миттєвих та діючих значень. Застосування комплексних чисел для ділянки кола синусоїдного струму з резистором. Векторна діаграма.</p> <p>Індуктивний елемент у колі синусоїдного струму: миттєві функції струму, напруги, потужності. Зв'язок між напругою та струмом на котушці для миттєвих та діючих значень. Застосування комплексних чисел для ділянки кола синусоїдного струму з котушкою. Реактивний та повний опір/провідність котушки індуктивності. Векторна діаграма. Частотна характеристика.</p> <p>Ємнісний елемент у колі синусоїдного струму: миттєві функції струму, напруги, потужності. Зв'язок між напругою та струмом на конденсаторі для миттєвих та діючих значень. Застосування комплексних чисел для ділянки кола синусоїдного струму з конденсатором. Реактивний та повний опір/провідність конденсатора. Векторна діаграма. Частотна характеристика.</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитися з записами комплексних зображень струму і напруги на резисторі, індуктивності, ємності та їх комплексних опорів.</p>
9.	<p>Послідовне і паралельне з'єднання елементів R, L, C при синусоїдному струмі. Закони електротехніки для кіл синусоїдного струму.</p> <p>Послідовне з'єднання RLC елементів: принципова схема та комплексна схема заміщення; розрахунок активного, реактивного та повного опорів послідовного з'єднання; закон Ома та другий закон Кірхгофа для миттєвих значень та у комплексній формі; властивості послідовного з'єднання; векторна діаграма послідовного з'єднання; трикутник опорів та геометричне визначення кута зсуву фаз. Застосування законів Ома та другого закону Кірхгофа із використанням діючих значень (за показами приладів).</p> <p>Паралельне з'єднання RLC елементів: принципова схема та комплексна схема заміщення; розрахунок активної, реактивної та повної провідностей паралельного з'єднання; закон Ома та перший закон Кірхгофа для миттєвих значень та у комплексній формі; властивості послідовного з'єднання; векторна діаграма паралельного з'єднання; трикутник провідностей та геометричне визначення кута зсуву фаз. Застосування законів Ома та першого закону Кірхгофа із використанням діючих значень (за показами приладів).</p> <p>Завдання на СРС: Звернути увагу на співвідношення між сторонами трикутників опорів і провідностей. Розміщення трикутників на комплексній площині при активно-індуктивних та активно-ємнісних параметрах кола.</p>
10.	<p>Потужність у колах синусоїдного струму.</p> <p>Розрахунок миттєвої потужності. Побудова часових діаграм миттєвої потужності окремо для активного, індуктивного та ємнісного елементів. Введення понять активної, реактивної і</p>

	<p>повної потужностей кола. Співвідношення між потужностями і параметрами схеми. Трикутних потужностей та геометричне визначення кутазсуву фаз. Комплексна потужність. Баланс потужностей. Ватметр.</p> <p>Завдання на СРС: Проаналізувати визначення параметрів елементів кола за допомогою вольтметра, амперметра і ватметра.</p>
11.	<p>Основи символічного методу розрахунку кіл синусоїдного струму</p> <p>Застосування законів Ома та Кірхгофа для аналізу простих розгалужених кіл синусоїдного струму. Приклади розрахунку, побудови векторних діаграм та визначення показів приладів. Елементи синтезу кіл.</p> <p>Застосування МРК, МКС, МВП, МЕГ для аналізу складних розгалужених кіл синусоїдного струму.</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з перетвореннями пасивних ділянок кола, з'єднаних трикутником та зіркою, у колах синусоїдного струму. Ознайомитись із застосуванням МН та методу двох вузлів МЕГ для аналізу складних розгалужених кіл синусоїдного струму. Встановити особливості їх застосування у порівнянні з колами постійного струму.</p>
12.	<p>Кола із індуктивно-зв'язаними елементами</p> <p>Магнітне поле електричного струму. Магнітна індукція та потік. Закон електромагнітної індукції. Введення поняття потокощеплення. ЕРС самоіндукції та взаємоіндукції. Індуктивно-зв'язані елементи. Потоки і потокозчеплення самоіндукції і взаємоіндукції. Параметри індуктивно-зв'язаних елементів, в тому числі і в комплексній формі. Коефіцієнт магнітного зв'язку. ЕРС і напруги само- та взаємно-індукцій. Одноименні і різнойменні полюси та маркування. Правило знаків для напруг взаємної індукції.</p> <p>Завдання на СРС: Звернути увагу на обмеженість використання вивчених методів для розрахунку кіл із індуктивно-зв'язаними елементами.</p>
13.	<p>Кола із індуктивно-зв'язаними елементами</p> <p>Послідовне та паралельне з'єднання магнітозв'язаних індуктивних елементів окремо для узгодженого та зустрічного включень котушок: принципова схема та комплексна схема заміщення; розрахунок активного, реактивного та повного опорів послідовного з'єднання; особливості законів Ома та Кірхгофа в комплексній формі; властивості з'єднань; векторні діаграми. Ефект хибної ємності. Еквівалентна заміна індуктивних зв'язків.</p> <p>Завдання на СРС: Покази приладів у колах із індуктивно-зв'язаними елементами</p>
14.	<p>Кола із індуктивно-зв'язаними елементами кола</p> <p>Способи аналізу електричних кіл з індуктивно-зв'язаними елементами. Особливості застосування різних методів розрахунку. Метод рівнянь Кірхгофа за наявності індуктивних зв'язків між вітками. Особливості енергетичних процесів у колах з індуктивними зв'язками Рівняння для комплексних потужностей 2-х індуктивно-зв'язаних елементів. Активні і реактивні потужності взаємоіндукції. Передача активної потужності між індуктивно-зв'язаними котушками. Напрямок передачі. Приклади розрахунку.</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись зі схемою заміщення трансформатора з лінійними характеристиками. Рівняннями, які описують його роботу та векторною діаграмою.</p>
15.	<p>Загальна характеристика резонансних явищ.</p> <p>Основні визначення, коливальний контур у електричному колі, умови резонансу. Резонанс у послідовному коливальному контурі</p>

	<p>Явний та неявний послідовні контура та умови виникнення резонансу. Введення поняття резонансу напруг. Векторна діаграма резонансного стан. Частотні характеристики і резонансні криві послідовного коливального контуру. Енергетичні процеси в резонансному стані кола. Введення понять добротності коливального контуру та характеристичного опору.</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись із побудовою частотних характеристик реактивних двополюсників. Вміти визначати нулі і полюси вхідного опору реактивних двополюсників.</p>
16.	<p>Резонанс у паралельному коливальному контурі Умова виникнення резонансу у паралельному коливальному контурі. Введення поняття резонансу струмів. Векторна діаграма резонансного стану. Частотні характеристики паралельного коливального контуру. Енергетичні процеси в резонансному стані кола</p> <p>Резонанс в розгалужених колах Частотні характеристики реактивних двополюсників. Поняття про синтез реактивних двополюсників. Практичне значення явища резонансу в електричних колах.</p> <p>Завдання на СРС: Звернути увагу на виникнення резонансних явищ у разі зміни параметрів послідовного контуру.</p>
17.	<p>Лінійні чотиріполюсники і види їх рівнянь Загальна характеристика і класифікація чотиріполюсників. Системи рівнянь чотиріполюсників. Співвідношення між коефіцієнтами рівнянь. Умова симетрії чотиріполюсника. Визначення первинних параметрів чотиріполюсника експериментальним та аналітичним шляхами.</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись із способами перерахунку коефіцієнтів для різних систем рівнянь чотиріполюсників.</p>
18.	<p>Еквівалентні схеми заміщення пасивного чотиріполюсника. Т- і П-схеми заміщення пасивного чотиріполюсника. Співвідношення між А-параметрами і опорами елементів схем заміщення.</p> <p>Вторинні параметри чотиріполюсника Характеристичні опори чотиріполюсника. Коефіцієнт поширення чотиріполюсника: визначення коефіцієнта поширення через вхідні і вихідні напруги і струми та через А-параметри. Коефіцієнт поширення симетричного чотиріполюсника. Визначення А-параметрів чотиріполюсника через вторинні параметри.</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись із способами з'єднання чотиріполюсників: каскадне з'єднання чотиріполюсників (ланцюгова схема), послідовне, паралельне, послідовно-паралельне з'єднання чотиріполюсників.</p>

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
Розділ 1 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	
1.	<p>Вхідний контроль. (10 хв)</p> <p>Аналіз простих кіл постійного струму. Розрахунок еквівалентного опору простого кола: послідовне, паралельне та мішане з'єднання елементів електричного кола. Метод згортки: використання лише закону Ома</p>

	<p>для розгалуженого кола з одним джерелом ЕРС; комбінація закону Ома та законів Кірхгофа для розрахунку розгалуженого кола з одним джерелом ЕРС; правило чужого опору.</p> <p>Завдання на СРС: формується викладачам в кінці заняття згідно результатів вхідного контролю.</p>
2.	<p>Метод рівнянь Кірхгофа Розрахунок складного кола на основі рівнянь Кірхгофа. Визначення потенціалів різних точок кола, побудова потенціальної діаграми.</p> <p>Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – скласти систему рівнянь за законами Кірхгофа</p>
3.	<p>Методи контурних струмів Послідовність розрахунку електричного кола методом контурних струмів. Визначення контурних опорів і контурних ЕРС. Визначення струмів віток через контурні струми. Складання балансу потужностей електричного кола.</p> <p>Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – скласти систему рівнянь та розв'язати її МКС. Перевірити результати розрахунку складання балансу потужностей.</p>
4.	<p>Метод вузлових потенціалів. Послідовність розрахунку електричного кола методом вузлових потенціалів. Вибір опорного (базового вузла). Визначення вузлових провідностей і вузлових струмів. Визначення струмів віток. Складання балансу потужностей електричного кола.</p> <p>Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – скласти систему рівнянь та розв'язати її МВП. Перевірити результати розрахунку складання балансу потужностей.</p>
5.	<p>Еквівалентні перетворення у лінійних електричних колах. Перетворення пасивних ділянок електричного кола: перетворення зірки і трикутника опорів. Розрахунок кола із використанням перетворення зірка-трикутник із пошуком струмів у вихідному колі.</p> <p>Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – утворити з заданого кола просте шляхом заміни всіх джерел енергії їх внутрішніми опорами, окрім Е1, та виконати розрахунок кола методом згортки із використанням еквівалентних перетворень.</p>
6.	<p>Метод накладання дії джерел енергії. Послідовність розрахунку електричного кола методом накладання. Утворення розрахункових схем часткових режимів кола. Визначення результуючих струмів віток кола.</p> <p>Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – скласти систему рівнянь та розв'язати її МН.</p>
7.	<p>Метод еквівалентного генератора. Послідовність розрахунку електричного кола методом активного двополюсника. Визначення еквівалентних параметрів двополюсника.</p> <p>Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – застосувати МЕГ для аналізу кола. Підготуватись для МКР (частина 1)</p>
8.	<p>Передача максимальної потужності від активного двополюсника пасивному. Дослідження умов передавання максимальної потужності від активного двополюсника пасивному; побудова графіків залежностей напруги, струму, потужності споживача, втрат потужності в лінії, ККД навантаження при зміні його опору.</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до захисту РГР1.</p>

	МКР-1 (частина 1– 45 хвилин): вибір оптимального методу та його застосування для аналізу кола постійного струму.
Розділ 2 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ОДНОФАЗНОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ.	
9.	Аналіз простих кіл синусоїдного струму. Аналіз простого кола синусоїдного струму із використанням методу провідностей. Застосування закону Ома та законів Кірхгофа для миттєвих та діючих значень. Аналіз простого кола на базі показів вимірювальних приладів. Завдання на СРС: Повторити операції на комплексними числами.
10.	Розрахунок простого розгалуженого кола синусоїдного струму. Аналіз розгалуженого кола синусоїдного струму: утворення комплексної схеми заміщення; розрахунок комплексних опорів гілок на кола; застосування закону Ома та законів Кірхгофа у комплексній формі для розрахунку струмів у гілках; застосування МКС. Побудова векторної діаграми струмів і напруг. Складання балансу потужностей кола. Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – виконати аналіз заданого кола методом згортки. Перевірити результати за законами Кірхгофа у комплексній формі.
11.	Розрахунок складного кола синусоїдного струму. Використання методів контурних струмів, вузлових потенціалів та та еквівалентного генератора для аналізу складного кола синусоїдного струму. Складання балансу потужностей кола. Використання методу еквівалентного генератора у колі синусоїдного струму. Визначення параметрів еквівалентного генератора. Розрахунок струму гілки складного кола за схемою Тевенена. Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – для заданого кола перевірити результати розрахунку складання балансу потужностей, виконати розрахунок показів вимірювальних приладів та побудувати векторну діаграму.
12.	МКР (частина 2 – 45 хвилин): аналіз простого кола синусоїдного струму. Аналіз послідовного та паралельного з'єднання двох індуктивно-зв'язаних котушок. Аналіз двох послідовно з'єднаних котушок при узгодженому та зустрічному їх включеннях. Ефект “хибної” ємності. Аналіз паралельного з'єднання двох індуктивно-зв'язаних котушок при узгодженому та зустрічному їх включеннях. Активні потужності та теплові втрати в котушках. Побудова векторних діаграм досліджуваних режимів. Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – задане коло перетворити до двох незалежних контурів із врахуванням індуктивно-зв'язаних котушок та виконати магнітну розв'язку. Виконати розрахунок струмів методом згортки.
13.	Розрахунок розгалуженого кола з індуктивними зв'язками. Використання методу рівнянь Кірхгофа для розрахунку розгалуженого кола із взаємоіндукцією. Потужність взаємоіндукції, баланс потужностей. Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – задане коло перетворити до двох незалежних контурів із врахуванням індуктивно-зв'язаних котушок та виконати розрахунок струмів методом рівнянь Кірхгофа чи контурних струмів. Перевірити вірність розрахунку за балансом потужностей.
14.	Розрахунок розгалуженого кола з індуктивними зв'язками. Використання методу контурних струмів для розрахунку розгалуженого кола із

	<p>взаємоіндукцією. Власні та міжконтурні комплексні опори при наявності індуктивно зв'язаних гілок в контурах. Потужність взаємоіндукції, баланс потужностей.</p> <p>Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – виконати побудову векторної діаграми для кола з попереднього завдання.</p>
15.	<p>Резонансні явища у розгалуженому електричному колі.</p> <p>Послідовний резонанс: використання умови резонансу для визначення параметрів кола; розрахунок струмів та напруг на ділянках кола; побудова суміщених векторних діаграм струмів та напруг для резонансного стану кола.</p> <p>Паралельний резонанс: використання умови резонансу для визначення параметрів кола; розрахунок струмів та напруг на ділянках кола; побудова суміщених векторних діаграм струмів та напруг для резонансного стану кола.</p> <p>Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – для заданого кола без індуктивних зав'язків:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прийняти опір $R_2=0$ і, вважаючи реактивний опір цієї вітки невідомим, визначити його за умовою резонансу струмів; - розрахувати струми для резонансного стану кола; - визначити покази вольтметра; - перевірити правильність розрахунків за балансом потужностей.
16.	<p>Резонансні явища у розгалуженому електричному колі.</p> <p>Розрахунок резонансного стану кола із індуктивно- зв'язаними елементами. Складання рівняння для вхідного опору та визначення нулів і полюсів функції. Побудова частотної характеристики. Якісний аналіз частотної характеристики двополюсника.</p> <p>Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – для заданого кола без індуктивних зав'язків та видаливши із кола активні опори, записати частотну характеристику (ЧХ) вхідного опору кола і побудувати її, знайшовши нулі і полюси.</p>
17.	<p>Аналіз лінійних чотиріполюсників</p> <p>Визначення первинних параметрів чотиріполюсника експериментальним та аналітичним шляхами.</p> <p>Розрахунок вхідних (вихідних) напруг та струмів чотиріполюсника за відомими вихідними (вхідними).</p> <p>Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – виконати завдання III а, б.</p>
18.	<p>Аналіз лінійних чотиріполюсників</p> <p>Розрахунок параметрів Т- і П-схем заміщення пасивного чотиріполюсника .</p> <p>Визначення вторинних параметрів чотиріполюсника.</p> <p>Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – виконати завдання III в, г.</p>

Лабораторні заняття

№ п/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд.год
Розділ 1		
ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ		
1	Основи техніки безпеки в електричних лабораторія. Визначення внутрішнього опору джерела.	2
2	Експериментальна перевірка законів Кірхгофа і Ома. Дослідження розподілу потенціалів в електричному колі.	2
3	Експериментальна перевірка методу накладання дії джерел енергії в	2

	лінійному електричному колі.	
4	Дослідження еквівалентних перетворень сполучень опорів за схемами "зірка" та "трикутник".	2
5	Дослідження активного двополюсника постійного струму.	2
	Захист лабораторних робіт	1
Розділ 2		
ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ОДНОФАЗНОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ		
6	Дослідження послідовного, паралельного та мішаного сполучень споживачів електричного кола синусоїдного струму.	2
7	Дослідження електричного кола з взаємною індуктивністю.	2
8	Дослідження електричного резонансу в послідовному коливальному контурі (резонанс напруг).	2
	Захист лабораторних робіт	1

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1	Підготовка до лекційних занять
2	Підготовка до практичних занять
3	Підготовка до лабораторних занять та проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях
4	Виконання розрахунково-графічної роботи
5	Підготовка до МКР
6	Підготовка до екзамену

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.
- обов'язковою умовою допуску до екзамену є
 - відпрацювання, оформлення протоколу та захист всіх лабораторних робіт з дисципліни;
 - виконання та обов'язковий усний захист РГР;
 - сумарна кількість балів за семестр має бути в межах від 30 до 60 балів.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних, практичних та лабораторних 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 захисту індивідуальних завдань (РГР): захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється обов'язково та індивідуально. Питання для захисту формуються

на базі теорії за темою РГР. Без захисту РГР робота оцінюється у 50% від максимальної кількості балів передбачених РСО за РГР;

- політика дедлайнів та перескладань:
 - несвоєчасне виконання РГР, несвоєчасний захист лабораторних робіт та повторне написання МКР передбачають зменшення максимального балу зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід до 75 %. Мінімальний бал не змінюється.
 - якщо студент не з'явився на МКР/ лабораторну роботу/захист без поважних причин, його результат оцінюється у 0 балів. Поважна причина підтверджується довідкою, після чого студент допускається до написання МКР / відпрацювання лабораторної роботи / захисту лабораторних робіт чи РГР.
 - перескладання захисту лабораторних робіт та РГР не передбачено;
- 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 у факультетських та університетських олімпіадах з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», участь у наукових конференціях;
- 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 «Теоретичні основи електротехніки»; 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 робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, РГР, лабораторні роботи

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

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконання розрахунково-графічної роботи та зарахування усіх лабораторних робіт.

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

- відповіді під час проведення опитувань на лекціях/практиках;
- виконання та захист восьми лабораторних робіт;
- виконання та захист двох частин у рамках індивідуальної роботи (РГР);
- виконання двох частин у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Контрольний захід	Кількість контрольних заходів	Максимальний бал за один контрольний захід	Всього балів
Опитування на лекціях / практиках	6	1	6
Лабораторні роботи	8 робіт	3	24
РГР	2 частини	10	20
МКР	2 частини по 45 хв	5	10
			60

Відповіді під час проведення опитувань на лекційних та практичних заняттях

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 1 бали * 6 = 6 бали.

Мінімальна кількість балів на всіх лекціях – 1 бали * 6*60%≈ 4 бали.

Критерії оцінювання

- вільне володіння темою заняття (вільне знання та розуміння визначень, законів, методів, теорії їх отримання, вміння застосовувати закони та методи); розв'язування задачі з отриманням кінцевого результату; вміння перевірити правильність розрахунку – (0,9..1)*1 бали;
- володіння темою заняття (вільне знання та розуміння визначень, законів, методів, обмежене розуміння теорії їх отримання та вміння їх застосовувати); правильне розв'язування задачі без обчислення кінцевого результату – (0,89..0,75)*1 балів ;
- часткове володіння темою заняття (часткове знання та розуміння визначень, законів, методів, обмежене розуміння теорії їх отримання та вміння застосовувати); представлення розв'язку задачі у символічному вигляді, або з незначними помилками – (0,74..0,6)*1 балів;
- присутність на практичному занятті, пасивна участь у роботі – 0 балів.

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 3.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 3 бали * 8 =24 балів.

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 3 бали * 8 *60%≈ 15 балів.

Критерії оцінювання

- якісна підготовка до лабораторної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у виконанні досліджень, правильна та охайна обробка результатів дослідів, чіткі відповіді на контрольні питання за темою роботи –(0,9..1)*3 бали;
- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання – (0,89..0,75)* 3 бали;
- недостатня підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, часткові відповіді на контрольні питання – (0,74..0,6)*3 бали;
- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконання досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу.

РГР складається з двох частин

Максимальна кількість балів за виконання однієї частини РГР – 10 балів.

Мінімальна кількість балів за виконання однієї частини РГР – 6 балів.

Критерії оцінювання

- вибір оптимального методу розрахунку, правильне виконання розрахунків з повним поясненням, перевірка результатів розв'язку, побудова вказаних в умові діаграм; вільне володіння теорією за темою РГР під час захисту – $(0,9..1)*10$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, перевірка отриманих результатів, відсутність вказаних в умові діаграм; незначні помилки чи неточності при відповіді на теоретичні питання за темою РГР під час захисту – $(0,89..0,75)*10$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, відсутність перевірки отриманих результатів та вказаних в умові діаграм; часткове володіння теорією за темою РГР під час захисту – $(0,74..0,6)*10$ балів;
- розв'язання задачі з принциповими помилками – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох частин: "Лінійні кола постійного струму" та "Однофазні кола синусоїдного струму" відповідно. Завдання кожної контрольної роботи складається з однієї задачі.

Ваговий бал кожної частини МКР – 5 балів.

Максимальний бал за МКР – $2 * 5 = 10$ балів.

Критерії оцінювання

- вибір оптимального методу розрахунку, правильне виконання розрахунків з повним поясненням, перевірка результатів розв'язку, побудова вказаних в умові діаграм – $(0,9..1)*5$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язання, перевірка отриманих результатів, відсутність вказаних в умові діаграм – $(0,89..0,75)*5$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, відсутність перевірки отриманих результатів та вказаних в умові діаграм – $(0,74..0,6)*5$ балів;
- розв'язання задачі з принциповими помилками – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з трьох завдань.

Кожне завдання включає задачу та вимогу детального опису теорії, яка застосовується для аналізу заданого кола.

Критерії оцінювання екзамену

Максимальний рейтинг екзамену - 40 балів.

Рейтинг екзамену 38 – 40 балів – студент правильно розв'язав задачі та здійснив якісне їх оформлення, дав чіткі визначення всіх понять і величин та вичерпні теоретичні обґрунтування аналізів заданих електричних кіл, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг екзамену 34 – 37 балів – студент правильно розв'язав задачі та здійснив якісне їх оформлення, дав чіткі визначення всіх понять і величин та неповне теоретичні обґрунтування аналізів заданих електричних кіл, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг екзамену 30 – 33 балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; дав чіткі визначення всіх понять і величин та часткове теоретичні обґрунтування аналізів заданих електричних кіл, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг екзамену 26 – 29 балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє суть аналізу заданих кіл

Рейтинг екзамену 24 – 25 балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання основних понять і величин дисципліни, але недостатньо розуміє суть порядку аналізу заданих кіл. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену 0 – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє незрозуміння фізичної суті електромагнітних процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання. Або хоча б одна із задач не виконана.

Остаточний рейтинг студента складає сума балів отриманих за семестр та екзамен.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (як додаток 1 до силабусу)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, доцент, Перетятко Юлія Вікторівна

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол №12 від 25.05.2022)

Ухвалено кафедрою автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів протокол №23 від 14.06.22р.

Погоджено Методичною комісією ІЕЕ (протокол №12 від 24.06. 2022)