



ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

ТОЕ-1. Лінійні системи

ТОЕ-2. Нелінійні системи. Перехідні процеси.

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	Системи забезпечення споживачів електричною енергією; Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	Освітній компонент 1: 2 курс, осінній семестр Освітній компонент 2: 2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	Всього 10 кредитів ECTS / 300 годин; Освітній компонент 1: 6 кредитів/180 годин; лекції – 54 години; практики – 36 годин; лабораторні роботи – 18 годин; самостійна робота – 78 годин Освітній компонент 2: 4 кредитів/120 годин; лекції – 36 години; практики – 18 годин; лабораторні роботи – 18 годин; самостійна робота – 18 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / РГР, МКР
Розклад занять	час і місце проведення аудиторних викладені на сайті rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	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: к.т.н, доцент, Перетятко Юлія Вікторівна, peretyatko.julia@gmail.com асистент, Скринник Олексій Миколайович, kisostudio@ukr.net
Розміщення курсу	

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 багатополісними елементами; трифазні кола; перехідні процеси в лінійних колах і методи їх розрахунку; нелінійні електричні і магнітні кола постійного і змінного струму; сучасні пакети прикладних програм розрахунку електричних кіл і електромагнітних полів на ЕОМ.

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 «Електрична частина станцій та підстанцій», «Електроенергетичні мережі та системи», «Електричні машини», «Основи метрології та електричних вимірювань», «Електропривід», «Релейний захист та автоматизація енергосистем».

3. Зміст навчальної дисципліни

Освітній компонент 1 (ОК 1) дисципліни (2 курс, осінній семестр) – «ТОЕ-1. Лінійні системи»

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 коливань, 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 коливання 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 чотириполіюсників

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

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

Схеми з'єднань чотириполіюсників. Еквівалентні параметри.

Освітній компонент 2 (ОК 2) дисципліни (2 курс, весняний семестр) – «ТОЕ-2. Нелінійні системи. Перехідні процеси.»

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 коливальних 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.

Розділ 6. Нелінійні електричні і магнітні кола

Тема 6.1 Нелінійні кола постійного струму

Нелінійні елементи і їх характеристики. Класифікація нелінійних елементів. Статичні і диференціальні параметри. Нелінійні двополюсники і багатополіусники. Визначення робочих точок на характеристиках резистивних нелінійних елементів.

Статичні і диференціальні параметри нелінійних елементів електричного кола. Методи розрахунку нелінійного кола: графічний, графоаналітичний, чисельний. Приклади розрахунку.

Основні магнітні характеристики: вектор магнітної індукції, напруженість магнітного поля, МРС, магнітна напруга, магнітний опір. Закони Кірхгофа для магнітного кола. Розрахунок нерозгалуженого магнітного кола: пряма і зворотна задачі. Розрахунок розгалуженого магнітного кола.

Тема 6.2 Нелінійні кола змінного струму

Перетворення спектру періодичних коливань нелінійним колом. Вищі і комбінаційні гармоніки.

Котушка з феромагнітним осердям: втрати в осерді; форми кривих ЕРС, магнітного потоку і струму, еквівалентні синусоїди, Рівняння, векторна діаграма і схема заміщення котушки. Визначення параметрів схеми заміщення котушки з осердям.

Трансформатор з феромагнітним осердям: рівняння трансформатора для миттєвих струмів і напруг та в комплексній формі. Приведення трансформатора до одного числа витків. Рівняння, схеми заміщення і векторні діаграми приведенного трансформатора. Визначення параметрів схеми заміщення трансформатора.

Явище ферорезонансу. Ферорезонанс в колі з послідовним з'єднанням котушки з осердям і конденсатора: визначення ферорезонансу, ВАХ елементів і всього кола, векторні діаграми кола.

Ферорезонанс струмів: рівняння і векторні діаграми кола, ВАХ елементів і всього кола. Тригерні ефекти.

Тема 6.3 Перехідні процеси в нелінійних колах

Загальна характеристика перехідних процесів у нелінійному колі. Увімкнення котушки з феромагнітним осердям до джерела постійної напруги. Метод умовної лінеаризації. Метод кусково-лінійної апроксимації нелінійної характеристики. Метод послідовних інтервалів. Метод графічного інтегрування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І.А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. – 272 с.
2. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І.А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т.2: Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зосередженими параметрами. Нелінійні та магнітні кола.– К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2008. – 224 с.
3. «Теоретичні основи електротехніки. Збірник задач: навчальний посібник» / укл. О.В.Корощенко, В.Ф.Денник, О.А.Журавель та ін.; за заг.ред. О.В.Корощенко.- Донецьк, ДВНЗ «ДонНТУ», 2012.- 673 с.
4. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. “Теоретичні основи електротехніки”, т.1. –Л.: Енерговидав, 1981. -536 с. – Рос.
5. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. “Теоретичні основи електротехніки”, т. 2. –Л.: Енерговидав, 1981. -416 с. – Рос.
6. Зевеке Г.В., Іонкін П.А. і ін. “Основи теорії кіл”. – М.: Енергія, 1989. – 528 с. –Рос.
7. Перхач В.С. Теоретична електротехніка. Лінійні кола. – К.: “Вища школа”, 1992. – 439 с.
8. Шебес М.Р., Каблукова М.В. “Збірник задач по теорії лінійних електричних кіл”. - М.: Вища школа, 1990. –544 с. –Рос.
9. 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. Навчально-методичний посібник з курсу “Електротехніка”. Розділ “Розрахунок лінійних кіл постійного струму” / укл. Щерба А. А., Грудська В. П., Спінул Л.Ю - К.: ІВЦ «Політехніка».- 2004.
2. Навчально-методичний посібник з курсу “Електротехніка”. Розділ “Розрахунок лінійних кіл однофазного синусоїдного струму” / укл. Щерба А.А.,Грудська В. П., Спінул Л.Ю. - К.: ІВЦ «Політехніка».- 2004.
3. Навчально-методичний посібник “Взаємна індукція у колах змінного струму ”. / укл. Щерба А.А., Грудська В. П., Чибеліс В.І., Спінул Л.Ю. - К.: ВПЦ «Політехніка».- 2006.
4. Розрахунок електричних кіл постійного струму. Навчальне видання. / Уклад.: І.А. Курило, І.Н. Намацалюк, А.А. Щерба. – К.: НТУУ “КПІ”, ФЕА, 2006. – 51 с.
5. Розрахунок електричних кіл синусоїдного однофазного струму. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт. / Уклад.: І.А. Курило, І.Н. Намацалюк, А.А. Щерба. – К.: НТУУ “КПІ”, 2004. – 82 с.
6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теоретичних основ електротехніки: цикл 1./ Укл. А.А. Щерба, В.С. Бойко, В.І. Чибеліс, І.А. Курило.– К., НТУУ "КПІ", 2008. – 28 с.

7. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теоретичних основ електротехніки: цикл 2./ Укл. А.А. Щерба, В.С. Бойко, В.І. Чибеліс та інші. – К., НТУУ "КПІ", 2008. – 36 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Освітній компонент 1 (ОК 1) дисципліни (2 курс, осінній семестр) –

«ТОЕ-1. Лінійні системи»

№ 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. 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 кола (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 кола (джерело напруги, джерело струму). Їх схеми заміщення, ВАХ. Умови еквівалентності схем заміщення. Режими неробочого ходу та короткого замикання. Завдання на СРС: Проаналізувати різницю у схемах заміщення реального та ідеального джерел енергії.
3.	Основні закони електротехніки. На базі кіл постійного струму: закон Ома для ділянки резистивного елемента, ділянки кола, замкнутого контура. Перший і другий закони Кірхгофа. Побудова потенціальної діаграми контура. Закон збереження енергії. Баланс потужностей для кіл постійного струму. Завдання на СРС:
4.	Методи розрахунку складних електричних кіл. Метод рівнянь Кірхгофа (МРК): сутність, актуальність та доцільність застосування, алгоритм застосування. Умовно-додатні та реальні напрями струмів та напруг. Приклад застосування МРК. Баланс потужностей у складному колі постійного струму. Завдання на СРС: Звернути увагу на можливість застосування матричних форм запису

	рівнянь за законами Кірхгофа.
5.	Методи розрахунку складних електричних кіл. Метод контурних струмів (МКС): сутність, обґрунтування отримання методу (вивод), актуальність та доцільність застосування, алгоритм застосування. Власні і міжконтурні опори. Приклад застосування МКС. Завдання на СРС: Звернути увагу на можливість застосування матричних форм запису рівнянь контурних струмів.
6.	Методи розрахунку складних електричних кіл. Метод вузлових потенціалів (МВП): сутність, обґрунтування отримання методу (вивод), актуальність та доцільність застосування, алгоритм застосування. Власні і міжвузлові провідності. Метод двох вузлів як частинний випадок методу вузлових потенціалів. Приклади застосування МВП та двох вузлів. Завдання на СРС: Обґрунтувати раціональність використання різних методів розрахунку складних електричних кіл різної конфігурації.
7.	Еквівалентні перетворення в електричних колах. Сутність будь-яких еквівалентних перетворень у електричному колі. Перетворення пасивних ділянок електричного кола постійного струму: послідовне та паралельне з'єднання, як утворення еквівалентних схем заміщення; перетворення зірки і трикутника резистивних елементів. Перетворення активних ділянок електричного кола постійного струму: послідовне та паралельне з'єднання джерел енергії, винесення джерела ЕРС за вузол, внесення та винесення джерела енергії у та з гілки. Приклади застосування. Завдання на СРС: Обміркувати ідею побудови еквівалентних схем заміщення реальних об'єктів.
8.	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. Теорема компенсації. Приклади застосування МН. Завдання на СРС: Обґрунтувати особливості застосування МН. Звернути увагу на можливості використання та застосування властивості взаємності лінійного електричного кола.
9.	Активні і пасивні двополюсники. Визначення двополюсника. Теорема про активний двополюсник. Метод еквівалентного генератора (МЕГ) і його використання для аналізу процесів у одній гілці: сутність, доведення, алгоритм застосування. Приклад застосування МЕГ. 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. Депре.

Розділ 2 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ОДНОФАЗНОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ	
10.	Основні властивості синусоїдного струму. Часові та векторні діаграми. 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. Завдання на СРС: Ознайомитись з операціями над комплексними числами за допомогою обчислювальної техніки, в тому числі і за допомогою обчислювальної техніки.
11.	Елементи кола синусоїдного струму, векторні діаграми та комплексні співвідношення для них 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. 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. 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. Завдання на СРС: Ознайомитися з записами комплексних зображень струму і напруги на резисторі, індуктивності, ємності та їх комплексних опорів.
12.	Послідовне і паралельне з'єднання елементів R, L, C при синусоїдному струмі. Закони електротехніки для кіл синусоїдного струму. 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). 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). Приклад застосування. 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.
13.	Послідовне і паралельне з'єднання елементів R, L, C при синусоїдному струмі. Закони електротехніки для кіл синусоїдного струму.

	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). Приклад застосування. Перетворення зірка-трикутник у колах синусоїдного струму. Завдання на СРС:
14.	Потужність у колах синусоїдного струму. Розрахунок миттєвої потужності. Побудова часових діаграм миттєвої потужності окремо для активного, індуктивного та ємнісного елементів. Введення понять активної, реактивної і повної потужностей кола. Співвідношення між потужностями і параметрами схеми. Трикутних потужностей та геометричне визначення кута зсуву фаз. Комплексна потужність. Баланс потужностей. Ватметр. Завдання на СРС: Проаналізувати визначення параметрів елементів кола за допомогою вольтметра, амперметра і ватметра.
15.	Символічний метод розрахунку однофазних кіл синусоїдного струму Закони Ома і Кірхгофа в комплексній формі. Аналіз простих кіл методом згортки та на базі основних законів електротехніки. Аналіз складних кіл: МРК, МКС, МЕГ Завдання на СРС: Пояснити загальні ознаки та відмінності у застосуванні МКС для аналізу кіл синусоїдного струму у порівнянні з колами постійного струму.
16.	Особливості протікання фізичних процесів в колі змінного струму. Поняття поверхневого ефекту та ефекту близькості: властивість, наслідки, врахування поверхневого ефекту в техніці і боротьба з ним. Параметри і еквівалентні схеми конденсаторів, котушок індуктивності і резисторів Завдання на СРС: Звернути увагу на залежність параметрів розрахункових схеми реальних пристроїв (реостата, котушки індуктивності, конденсатора) від частоти струму.
17.	Кола із індуктивно-зв'язаними елементами Магнітне поле електричного струму. Магнітна індукція та потік. Закон електромагнітної індукції. Введення поняття потокозчеплення. 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 різноименні полюси та маркування. Правило знаків для напруг взаємної індукції. Завдання на СРС: Звернути увагу на обмеженість використання відомих методів при розрахунку кола із індуктивно-зв'язаними елементами. Особливості застосування методу контурних струмів для розрахунку кола із взаємоіндукцією.
18.	Способи з'єднання елементів із індуктивними зв'язками Послідовне та паралельне за умови узгодженого та зустрічного з'єднання індуктивно-зв'язаних елементів відповідно: рівняння електричної рівноваги у миттєвих та комплексних значеннях, векторні діаграми. Завдання на СРС: встановіть особливості застосування методу контурних струмів для розрахунку кола із взаємоіндукцією.
19.	Аналіз кіл із індуктивно-зв'язаними елементами

	Особливості застосування різних методів аналізу однафазних кіл синусоїдного струму для аналізу кіл із індуктивно-зв'язаними елементами: МРК, МКС. Еквівалентна заміна індуктивних зв'язків. Приклади розрахунку. Завдання на СРС:
20.	Особливості енергетичних процесів у колах з індуктивними зв'язками Рівняння для комплексних потужностей 2-х індуктивно-зв'язаних елементів. Активні і реактивні потужності взаємодукції. Передача активної потужності між індуктивно-зв'язаними котушками. Напрямок передачі. Приклади розрахунку. Трансформатор з лінійними характеристиками Рівняння і схеми заміщення трансформатора. Векторна діаграма трансформатора. Ідеальний трансформатор і його властивості. Завдання на СРС: Наведіть наближені еквівалентні схеми трансформатора з феромагнітним осердям.
21.	Загальна характеристика резонансних явищ. Основні визначення, коливальний контур у електричному колі, умови резонансу. Резонанс у послідовному коливальному контурі Явний та неявний послідовні контури та умови виникнення резонансу. Введення поняття резонансу напруг. Векторна діаграма резонансного стану. Частотні характеристики і резонансні криві послідовного коливального контуру. Енергетичні процеси в резонансному стані кола. Введення понять добротності коливального контуру та характеристичного опору. Завдання на СРС: Звернути увагу на вплив параметрів вимірювальних приладів на повний опір кола та роботу коливальних контурів.
22.	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. Резонанс в розгалужених колах Частотні характеристики реактивних двополісників: побудова частотних характеристик реактивних двополісників; визначення нулів і полюсів вхідного опору реактивних двополісників. Поняття про синтез реактивних двополісників. Практичне значення явища резонансу в електричних колах. Завдання на СРС: Звернути увагу на виникнення резонансних явищ у разі зміни параметрів послідовного контуру.
23.	Резонанс в розгалужених колах Частотні характеристики реактивних двополісників. Поняття про синтез реактивних двополісників. Практичне значення явища резонансу в електричних колах. Завдання на СРС: Розглянути виникнення явищ резонансу у індуктивно-зв'язаних контурах.
24.	Теорія лінійних чотиріполісників Загальна характеристика і класифікація чотиріполісників. Системи рівнянь чотиріполісників. Співвідношення між коефіцієнтами рівнянь. Умова симетрії чотиріполісника. Завдання на СРС: Матричні форми рівнянь чотиріполісника.
25.	Еквівалентні схеми заміщення пасивного чотиріполісника. Визначення первинних параметрів чотиріполісника експериментальним та аналітичним

	шляхами. Т- і П-схеми заміщення пасивного чотириполюсника Співвідношення між А-параметрами і опорами елементів схем заміщення. Завдання на СРС: Ознайомитись із способами перерахунку коефіцієнтів для різних систем рівнянь чотириполюсників.
26.	Вторинні параметри чотириполюсника Характеристичні опори чотириполюсника. Коефіцієнт поширення чотириполюсника: визначення коефіцієнта поширення через вхідні і вихідні напруги і струми та через А-параметри. Коефіцієнт поширення симетричного чотириполюсника. Визначення А-параметрів чотириполюсника через вторинні параметри. Завдання на СРС: Ознайомитись із вимірюванням згасання чотириполюсника в Рлеперах і Белах
27.	Рівняння чотириполюсника, виражені через вторинні параметри. З'єднання чотириполюсників Визначення А-параметрів чотириполюсника через вторинні параметри. з'єднання чотириполюсників: каскадне з'єднання чотириполюсників (ланцюгова схема), послідовне, паралельне, послідовно-паралельне з'єднання чотириполюсників. Завдання на СРС: Ознайомитись із схемами заміщення довгих ліній.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
Розділ 1 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	
1.	Вхідний контроль. (10 хв) 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 для розгалуженого кола з одним джерелом ЕРС; комбінація закону Ома та законів Кірхгофа для розрахунку розгалуженого кола з одним джерелом ЕРС; правило чужого опору. Завдання на СРС: формується викладачам в кінці заняття згідно результатів вхідного контролю.
2.	Метод рівнянь Кірхгофа Розрахунок складного кола на основі рівнянь Кірхгофа. Визначення потенціалів різних точок кола, побудова потенціальної діаграми. Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – скласти систему рівнянь за законами Кірхгофа
3.	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. Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – скласти систему рівнянь та розв'язати її МКС. Перевірити результати розрахунку складання балансу потужностей.
4.	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. Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – скласти систему рівнянь та розв’язати її МВП. Перевірити результати розрахунку складання балансу потужностей.
5.	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. Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – утворити з заданого кола просте шляхом заміни всіх джерел енергії їх внутрішніми опорами, окрім E_1, та виконати розрахунок кола методом згортки із використанням еквівалентних перетворень.
6.	Метод накладання дії джерел енергії. Послідовність розрахунку електричного кола методом накладання. Утворення розрахункових схем часткових режимів кола. Визначення результуючих струмів віток кола. Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – скласти систему рівнянь та розв’язати її МН.
7.	Метод еквівалентного генератора. Послідовність розрахунку електричного кола методом активного двополюсника. Визначення еквівалентних параметрів двополюсника. Завдання на СРС: РГР 1 (для кола згідно варіанту) – застосувати МЕГ для аналізу кола. Підготуватись для МКР (частина 1)
8.	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. Завдання на СРС: Підготовка до захисту РГР1. 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 взаємоіндукцією. Власні та міжконтурні комплексні опори при наявності індуктивно зв'язаних гілок в контурах. Потужність взаємоіндукції, баланс потужностей. Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – виконати побудову векторної діаграми для кола з попереднього завдання.
15.	Резонансні явища у розгалуженому електричному колі. 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. 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. Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – для заданого кола без індуктивних зв'язків: - 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.	Резонансні явища у розгалуженому електричному колі. 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. 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.
17.	Аналіз лінійних чотиріполюсників Визначення первинних параметрів чотиріполюсника експериментальним та аналітичним шляхами. Розрахунок вхідних (вихідних) напруг та струмів чотиріполюсника за відомими вихідними (вхідними). Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – виконати завдання III а, б.
18.	Аналіз лінійних чотиріполюсників Розрахунок параметрів Т- і П-схем заміщення пасивного чотиріполюсника . Визначення вторинних параметрів чотиріполюсника. Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – виконати завдання III в, г.

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 лінійному електричному колі.	2
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

**Освітній компонент 2 (ОК 2) дисципліни (2 курс, весняний семестр) –
«ТОЕ-2. Нелінійні системи. Перехідні процеси»**

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 3. ТРИФАЗНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА	
1.	Базові поняття та основні визначення Визначення багатофазних систем. Утворення симетричної системи ЕРС трифазного генератора: послідовність чергування фаз; аналітичне подання систем трифазних ЕРС у формі миттєвих значень та комплексних чисел; часові та векторні діаграми. Симетричні та несиметричні системи ЕРС, напруг, струмів. Симетричне та несиметричне навантаження. Завдання на СРС: Повторити систему рівнянь Максвелла. Встановити на базі якого з законів побудовано трифазний генератор.
2.	Класифікація багатофазних систем та розрахунок симетричних трифазних кіл Зв'язані та незв'язані системи. Види з'єднань трифазного електричного кола. Розрахунок симетричних трифазних кіл у разі з'єднання зірка в зірку та трикутник в трикутник. Приклади розрахунків, векторні діаграми напруг і струмів. Баланс потужностей симетричного трифазного кола. Завдання на СРС: Довести справедливості співвідношень між фазними напругами та струмами відповідно для симетричних трифазних кіл при з'єднанні фаз навантаження зіркою, а потім трикутником.
3.	Розрахунок несиметричних трифазних кіл зі статичним навантаженням. Розрахунок несиметричного трифазного кола при відомій системі фазних ЕРС генератора, при відомій системі лінійних напруг генератора. Приклади розрахунків, векторні діаграми напруг і струмів. Поняття реверсу та принцип роботи вказівника чергування фаз. Завдання на СРС: Виконати аналіз розглянутих на лекції кіл МКС
4.	Особливі випадки розрахунку несиметричних трифазних кіл зі статичним навантаженням. Аварійні режими. Коротке замикання в одній з фаз навантаження. Розрив фаз. Розрахунок трифазного трипровідного кола за заданими лінійними напругами. Завдання на СРС: Порівняти висновки зроблені на лекціях 2-4 із висновками зробленими під час виконання лабораторної роботи 31 відповідно до режиму роботи трифазного кола. Законспектувати порівняння.
5.	Потужності трифазного кола. Вимірювання активної потужності Комплексна потужність 3-фазного генератора при відомій системі фазних та/або лінійних напругах. Баланс потужностей для трифазних симетричних та несиметричних кіл. Вимірювання активної потужності 3-фазного кола одним, двома чи трьома ватметрами. Завдання на СРС: Законспектувати всі можливі способи підключення ватметрів для вимірювання активної потужності для: - трифазного трипровідного та чотирипровідного симетричних кіл при з'єднанні фаз споживача зіркою; - трифазного трипровідного та чотирипровідного несиметричних кіл при з'єднанні фаз споживача зіркою.
6.	Метод симетричних складових Симетричні складові 3-фазної системи. Опори 3-фазного кола для прямої, зворотної і нульової послідовностей; розрахункові схеми. Завдання на СРС: Повторити метод накладання дії джерел

7.	Метод симетричних складових Розрахунок симетричного споживача при несиметричній системі вхідних напруг. Розрахунок 3-фазного кола з поперечною та повздовжньою несиметрією. Завдання на СРС: Ознайомитись із утворенням обертового магнітного поля та принципом дії асинхронної і синхронної електричних машин.
Розділ 4. НЕСИНУСОЇДНІ ПЕРІОДИЧНІ ПРОЦЕСИ В ЛІНІЙНИХ КОЛАХ	
8.	Визначення миттєвих та діючих значень струмів в лінійному колі з несинусоїдною ЕРС Розкладання періодичної несинусоїдної ЕРС в тригонометричний ряд Фур'є. Розрахунок кола при дії джерела несинусоїдної ЕРС: алгоритм розрахунку; визначення миттєвих та діючих значень струмів та напруг. Завдання на СРС: З додаткової літератури встановити негативний вплив несинусоїдності в електричних колах. Подати дослідження у вигляді короткої доповіді під час аудиторного заняття.
9.	Потужності кола несинусоїдною струму та коефіцієнти, що характеризують несинусоїдні струми (напруги) Активна, реактивна та повна потужності несинусоїдного струму. Потужність спотворення. Коефіцієнти, що характеризують несинусоїдні струми (напруги). Приклад аналізу кола несинусоїдного струму, визначення показів приладів різних систем. Завдання на СРС: Встановити аналог кута зсуву фаз у колах несинусоїдного струму, що він характеризує та як обраховується.
10.	Вплив реактивних елементів на форму кривої струму у разі дії несинусоїдної ЕРС Вплив резистивного, індуктивного, ємнісного елементів на форму кривої струму у разі дії несинусоїдної ЕРС. Резонанс в електричному колі з несинусоїдною ЕРС. Резонансні фільтри гармонічних складових. Завдання на СРС: Встановити практичне використання впливу параметрів кола на форму кривої струму у несинусоїдних колах
11.	Вищі гармоніки в трифазному колі Особливості аналізу трифазного кола при дії симетричної несинусоїдної системи ЕРС. Системи прямої, зворотної та нульової послідовностей фаз в несинусоїдних фазних та лінійних напругах і струмах симетричного трифазного кола при з'єднанні в зірку чи трикутник. Співвідношення між фазними і лінійними напругами і струмами. Приклад аналізу трифазного кола при дії симетричної несинусоїдної системи ЕРС. Завдання на СРС: З додаткової літератури встановити негативний вплив появи несинусоїдності в трифазних електричних колах. Подати дослідження у вигляді короткої доповіді під час аудиторного заняття.
РОЗДІЛ 5. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ	
12.	Перехідний, вимушений і вільний режими електричного кола Причини виникнення перехідних процесів. Закони комутації. Початкові умови. Перехідний, вимушений і вільний режими електричного кола. Послідовність розрахунку перехідного процесу класичним методом. Завдання на СРС: Повторити аналіз однорідних та неоднорідних диференціальних рівнянь першого та другого порядків.
13.	Перехідні процеси в колі з одним накопичувачем енергії Перехідні процеси в колі RL: характеристика вільного режиму, вмикання кола на постійну та

	синусоїдну ЕРС. Коротке замикання кола RL. Завдання на СРС: Дослідити вплив зміни опору резистора на швидкість перехідного процесу у разі заряду та короткого замикання у колі RL.
14.	Перехідні процеси в колі з одним накопичувачем енергії Перехідні процеси в колі RC: характеристика вільного режиму, вмикання кола з незарядженим конденсатором на постійну та синусоїдну ЕРС. Коротке замикання кола RC. Завдання на СРС: Дослідити вплив зміни опору резистора на швидкість перехідного процесу у разі заряду та короткого замикання у колі RC.
15.	Керування перехідними процесами Розрахунок добротності коливального контуру. Умови створення аперіодичного, граничного аперіодичного та коливального контурів. Регулювання швидкістю перехідного процесу. Розряд конденсатора на RL навантаження Аперіодичний розряд конденсатора: рівняння для струму та напруг на елементах кола, часові графіки струму та напруг. Коливальний розряд конденсатора: умови виникнення коливального розряду, рівняння для струму та напруг на елементах кола, часові графіки струму та напруг. Декремент коливань та логарифмічний декремент. Завдання на СРС: Дослідити перехідні процеси у колах першого порядку при включенні до джерела постійного/синусоїдного струму.
16.	Вмикання кола RLC на джерело постійної ЕРС Рівняння для струму та напруг на елементах кола при аперіодичному та коливальному заряді конденсатора. Часові графіки струму та напруг. Класичний метод розрахунку перехідних процесів у колах другого порядку Порядок розрахунку. Визначення початкових умов. Способи розрахунку коренів характеристичного рівняння. Вплив сталих інтегрування на вільну складову перехідної функції. Завдання на СРС: Дослідити перехідні процеси при вмиканні кола на джерело синусоїдної ЕРС.
17.	Пряме перетворення Лапласа та його основні властивості Операторне зображення функції, її похідної та інтегралу; зображення напруги па індуктивності та ємності при відомому зображенні струму. Закон Ома та закони Кірхгофа із операторній формі. Операторні схеми. Завдання на СРС: Повторити пряме та обернене перетворення Лапласа.
18.	Розрахунок перехідного процесу в електричному колі операторним методом Перехід від зображень струмів до оригіналів. Формула розкладання. Порядок розрахунку перехідного процесу операторним методом. Завдання на СРС: Підготовка до іститу.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
Розділ 3. ТРИФАЗНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА	
1.	Розрахунок трифазного симетричного кола при з'єднанні споживачів "зіркою",

	"трикутником" та з різними видами з'єднання фаз споживачів Розрахункова схема на фазу симетричного 3-фазного кола. Визначення струмів і напруг в розрахунковій схемі та у всіх фазах кола. Розрахунок показів приладів. Перевірка розрахунків за балансом потужностей. Суміщена векторна діаграма струмів і топографічна діаграма напруг симетричного трифазного кола. Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – виконати аналіз симетричного режиму заданого кола. Скласти баланс потужностей. Побудувати векторну діаграму.
2.	Розрахунок несиметричного трифазного кола при з'єднанні споживачів "зіркою" чи "трикутником" Використання методу еквівалентних перетворень для спрощення 3-фазного кола. Розрахунок спрощеного кола та знаходження струмів і напруг у вихідній схемі. Розрахунок несиметричного трифазного кола при з'єднанні споживачів "зіркою": а) з нейтральним проводом; б) без нейтрального проводу. Розрахунок несиметричного трифазного кола при з'єднанні споживачів "трикутником". Розрахунок показів приладів. Баланс потужностей. Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – виконати аналіз несиметричного режиму заданого кола. Скласти баланс потужностей. Побудувати векторну діаграму.
3.	Розрахунок трифазних кіл за показами приладів Аналіз трифазних кіл на базі показів приладів. Розрахунок симетричного споживача при несиметричній системі вхідних напруг (динамічне навантаження) Визначення симетричних складових несиметричної системи напруг. Побудова розрахункових схем для симетричних складових. Визначення струмів і напруг симетричних складових та розрахунок результуючих струмів і напруг. Завдання на СРС: Підготовка до МКР-1
4.	МКР-1: Розрахунок трифазного кола синусоїдного струму (45 хвилин)
Розділ 4. НЕСИНУСОЇДНІ ПЕРІОДИЧНІ ПРОЦЕСИ В ЛІНІЙНИХ КОЛАХ	
4.	Розрахунок однофазного лінійного кола з несинусоїдною ЕРС Аналіз однофазного кола при дії джерела несинусоїдної ЕРС. Розрахунок миттєвих струмів та напруг. Визначення показів приладів. Визначення потужностей кола несинусоїдного струму та складання балансу потужностей. Завдання на СРС: РГР 2 (для кола згідно варіанту) – виконати аналіз трифазного кола при дії симетричної трифазної системи несинусоїдних ЕРС.
5.	Розрахунок однофазного лінійного кола з несинусоїдною ЕРС Аналіз однофазного кола при одночасній дії джерела несинусоїдної ЕРС та поспідійної ЕРС із наявністю резонансних явищ. Розрахунок миттєвих струмів та напруг. Визначення показів приладів. Визначення потужностей кола несинусоїдного струму та складання балансу потужностей. Завдання на СРС: Підготовка до МКР-2
6.	МКР-2: Розрахунок однофазного кола несинусоїдного струму (45 хвилин)
РОЗДІЛ 5. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ	
6.	Розрахунок перехідного процесу у колі з одним накопичувачем енергії при дії постійних джерел енергії Аналіз кіл першого прядку: RL та RC. Розрахунок усталених режимів до та після комутації. Складання характеристичного рівняння кола та визначення його коренів. Розрахунок

	початкових умов для струмів і напруг. Знаходження розв'язків для вільних складових струмів та напруг. Побудова часових графіків перехідних струмів і напруг. Завдання на СРС: Розв'язок двох задач. Задачі надаються викладачем.
7.	Розрахунок перехідного процесу у колі з двома накопичувачами енергії при дії постійних джерел енергії Розрахунок усталених режимів до та після комутації. Складання характеристичного рівняння кола та визначення його коренів. Особливості розрахунку початкових умов для струмів і напруг при двох накопичувачах енергії. Знаходження розв'язків складових при дійсних та комплексно-спряжених коренях. Запис загальних розв'язків, побудова часових графіків перехідних струмів та напруг. Завдання на СРС: Для заданого викладачем кола синусоїдного струму виконати розрахунок вимушених складових, початкових умов та коренів характеристичного рівняння.
8.	Операторний метод розрахунку перехідного процесу в електричному колі з двома накопичувачами енергії Розрахунок усталеного режиму до комутації та визначення незалежних початкових умов. Побудова операторної розрахункової схеми. Складання рівнянь для зображень струмів (напруг) та знаходження зображень шуканих величин. Знаходження оригіналів струмів (напруг). Завдання на СРС: Підготовка до іспиту

Лабораторні заняття

№ п/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд.год
Розділ 3. ТРИФАЗНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА.		
1.	Дослідження пасивного чотириполісника змінного струму.	2
2.1.	Дослідження трифазного електричного кола при з'єднанні джерела і споживача "зіркою" з нейтральним проводом.	2
2.2.	Дослідження трифазного електричного кола при з'єднанні джерела і споживача "зіркою" без нейтрального проводу	2
3.	Дослідження резистивно-реактивного трифазного електричного кола при з'єднанні споживача "трикутником".	2
4.	Дослідження симетричних складових трифазної системи напруг.	2
Розділ 4. НЕСИНУСОЇДНІ ПЕРІОДИЧНІ СТРУМИ ТА ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ		
5.1.	Дослідження перехідного процесу у колі RC , RL	2
5.2.	Дослідження перехідного процесу у колі RLC .	2
Розділ 6. НЕЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ І МАГНІТНІ КОЛА		
6.	Дослідження явища ферорезонансу в послідовному контурі (ферорезонанс напруг)	2

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;
 - написання всіх частин МКР;
 - виконання та обов'язковий усний захист РГР.
- 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 нуль балів;
- 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 (PCO)

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

Календарний контроль: провадиться 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.

Освітній компонент 1 (ОК 1) дисципліни (2 курс, осінній семестр) – «ТОЕ-1. Лінійні системи»

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).

Опитування на лекціях / практиках	Лаб. роботи	РГР	МКР	Рекз
6	24	20	10	40

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 на практичних заняттях – 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 виконанні 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 нерозуміння 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.

Освітній компонент 2 (ОК 2) дисципліни (2 курс, весняний семестр) –

«ТОЕ-2. Нелінійні системи. Перехідні процеси»

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення весняного 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).

Опитування на лекціях / практиках	Лаб. роботи	РГР	МКР	Рекз
6	24	20	10	40

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 на практичних заняттях – 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 виконанні 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 – $2 \cdot 5 = 10$ балів.

Критерії оцінювання

- вибір оптимального методу розрахунку, правильне виконання розрахунків з повним поясненням, перевірка результатів розв'язку, побудова вказаних в умові діаграм – $(0,9..1) \cdot 5$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язання, перевірка отриманих результатів, відсутність вказаних в умові діаграм – $(0,89..0,75) \cdot 5$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, відсутність перевірки отриманих результатів та вказаних в умові діаграм – $(0,74..0,6) \cdot 5$ 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 нерозуміння 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 № від ..2021)

Погоджено Методичною комісією ІЕЕ (протокол № від ..2021)