



ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Теоретичні основи електротехніки. Частина 2.

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)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>Освітній компонент 1: 2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 5 кредитів ECTS / 150 годин; Освітній компонент 2: 5 кредити/150 годин: лекції – 36 години; практики – 18 годин; лабораторні роботи – 18 годин; самостійна робота – 48 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Освітній компонент 2: Екзамен / РГР, МКР</i>
Розклад занять	<i>час і місце проведення аудиторних викладені на сайті rozklad.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: Петрученко А. О. Лабораторні: Петрученко А. О.</i>
Розміщення курсу	<i>Матеріали до курсу розміщені в гугл-класі</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Курс “Теоретичні основи електротехніки” (ТОЕ) є одним з основних курсів, які вивчаються студентами вищих навчальних закладів електротехнічного профілю. Вивчення елементної бази, їх характеристик та способів їх з’єднання, базових законів електротехніки та методів аналізу електричних кіл, електромагнітних процесів в електричних колах і полях в загальній постановці лягає в основу оволодінню і засвоєнню спеціальних електротехнічних дисциплін.

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

Завданнями вивчення дисципліни є:

- отримання поглиблених знань з теорії електричних кіл, методів їх аналізу та базових понять теорії електромагнітного поля;
- отримання базових знань схемотехнічного моделювання електричних кіл і процесів, включаючи основи створення моделей за теорією електротеплової аналогії;

- навчитись застосовувати отримані знання при вивченні спеціальних дисциплін та в подальшій практичній діяльності на виробництві;
- придбання навичок вміння користуватися електротехнічною термінологією, символікою і електровимірними 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.

Предметом навчальної дисципліни є основні поняття, терміни, закони, принципи, теореми, виведені на базі теорії електромагнітного поля, які описують роботу електричних і магнітних кіл; теорія однофазних лінійних кіл постійного та синусоїдного струмів; теорія трифазних кіл і кіл із несинусоїдними напругами та струмами; методи аналізу лінійних кіл з двополюсними і багатопольсними елементами; магнітнозв'язані кола; резонансні явища; перехідні процеси.

Результати навчання:

Загальні та фахові компетентності:

- (ЗК 02) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- (ЗК 07) здатність працювати в команді;
- (ЗК 08) здатність працювати автономно;

Програмні результати навчання:

- (ФК 02) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

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 (ЗО 10):

- 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 (ЗО.11):

- 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 ТОВ є основною для подальшого вивчення дисциплін з циклу основної підготовки «Електричні машини», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Електроенергетичні мережі та системи», «Основи метрології та електричних вимірювань».

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 ХХІ 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 Нортон. 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 поточозчеплення 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 Введення до теорії багатофазних систем та трифазних кіл

Принцип створення трифазної системи електрорушійних сил. Поняття про симетрію в трифазній системі. Симетричні системи ЕРС, напруг, струмів. Несиметричні системи ЕРС, напруг, струмів. Симетрія споживача та трифазного кола. Поняття про зрівноваженість багатофазної системи.

Тема 3.2 Схеми з'єднання елементів трифазного кола

3.2.1. Трифазне коло при з'єднанні фаз джерела та споживача «зірка в зірку». Створення з'єднання «зірка в зірку». Основні терміни та позначення у трифазній системі з'єднання типу «зірка–зірка». Основні співвідношення між лінійними та фазними величинами для симетричного трифазного кола при з'єднанні фаз «зірка в зірку».

3.2.2. Трифазне коло при з'єднанні фаз джерела та споживача «трикутник в трикутник». Створення з'єднання «трикутник в трикутник». Основні терміни та позначення у трифазній системі з'єднання типу «трикутник в трикутник». Основні співвідношення між лінійними та фазними величинами при з'єднанні фаз «трикутник в трикутник».

3.2.3. Баланс потужностей в симетричних трифазних колах.

3.2.4. Переваги застосування трифазних кіл.

Тема 3.3. Методи аналізу трифазних кіл

3.3.1 Класичний підхід до аналізу трифазних кіл.

Аналіз трифазного кола за наявності нейтрального проводу.

Аналіз трифазного кола за наявності ідеального (без втрат) нейтрального проводу.

Аналіз трифазного кола без нейтрального проводу.

Аналіз трипровідного трифазного кола при з'єднанні фаз «зірка в зірку» за заданими лінійними напругами.

Аналіз трифазного трипровідного кола при з'єднанні фаз «трикутник в трикутник».

Аналіз трифазних кіл з двома паралельно підключеними навантаженнями з різними способами з'єднання фаз.

3.3.2 Особливості аналізу симетричних трифазних кіл

Аналіз симетричного трифазного чотирипровідного кола при з'єднанні фаз «зірка в зірку».

Аналіз симетричного трифазного трипровідного кола при з'єднанні фаз «зірка в зірку».

Аналіз симетричного трифазного трипровідного кола при з'єднанні фаз «трикутник в трикутник».

Аналіз симетричних трифазних кіл з двома паралельно підключеними навантаженнями з різними способами з'єднання фаз .

Характерні особливості симетричних трифазних кіл при з'єднанні фаз «зірка в зірку» без нейтрально проводу при аварійних режимах:

- режим короткого замикання фази навантаження в симетричному трифазному колі
- режим обриву фази навантаження / лінії в симетричному трифазному колі

3.3.3. Метод симетричних складових

Основні положення методу симетричних складових (Fortescue method). Матриця перетворення симетричних складових. Застосування методу до аналізу кіл з несиметричними навантаженнями.

Тема 3.4. Потужність трифазного кола та її вимірювання

3.4.1. Аналітичне визначення потужності в трифазних колах.

Формули розрахунку потужностей в симетричних трифазних колах. Баланс потужностей в комплексній формі. Трикутник потужностей.

3.4.2. Вимірювання потужності в трифазних колах.

Загальні принципи вимірювання потужності в трифазних колах. Вимірювання активної потужності в несиметричних трифазних колах. Особливості вимірювання активної потужності в симетричних трифазних колах.

Тема 1.4. Обертове магнітне поле.

Математичний опис утворення обертового магнітного поля. Схематичне відображення обертового магнітного поля в електродвигуні. Векторна інтерпретація обертового магнітного поля.

Розділ 4. Несинусоїдні періодичні процеси в лінійних електричних колах.

Тема 4.1 Введення до теорії гармонійних спотворень.

Причини виникнення спотворень електричних сигналів в електричних мережах та можливі наслідки їх впливу на роботу обладнання. Ознайомлення із нормативними документами.

Тема 4.2. Способи подання несинусоїдних електричних величин.

Терміни та визначення. Ряд Фур'є як спосіб аналітичного подання несинусоїдного електричного сигналу. Гармонічний спектр несинусоїдних електричних сигналів. Введення понять та принципів побудови амплітудно-частотної та фазочастотної характеристик при аналізі кіл з несинусоїдними періодичними сигналами. Властивості симетричних періодичних несинусоїдних сигналів.

Тема 4.3. Аналіз лінійних електричних кіл з періодичними несинусоїдними джерелами енергії.

4.3.1. Класичний підхід до аналізу кіл при дії джерел несинусоїдних сигналів.

Рекомендована послідовність аналізу лінійних електричних кіл з періодичними несинусоїдними джерелами енергії. Визначення миттєвих та діючих величин періодичних несинусоїдних сигналів в лінійних електричних колах. Приклад розрахунку.

4.3.2. Вплив елементів кола на форму кривої струму при дії періодичної несинусоїдної напруги.

Залежність форми кривої струму від параметрів кола у разі несинусоїдної напруги. Резонанс у колі з несинусоїдною ЕРС. Резонансні частотні фільтри.

4.3.3. Проблеми оцінки величин потужності при несинусоїдних напругах та струмах мережі.

4.3.4. Показники якості електроенергії за гармонійних спотворень.

Коефіцієнт потужності, коефіцієнт зміщення (DispF), коефіцієнтом потужності зміщення (DPF), коефіцієнт спотворення (DistF), коефіцієнт істинної потужності (TPF), загальний коефіцієнт гармонік (THD)

4.3.5. Особливості аналізу трифазних кіл при дії джерел несинусоїдних сигналів

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. Введення в теорію аналізу перехідних процесів в лінійних електричних кіл.

Причини виникнення перехідних процесів. Закони комутації, початкові умови та їх визначення. Введення понять вимушеної та вільної складових перехідної функції електричного сигналу. Отримання алгоритму розрахунку перехідних процесів класичним методом. Постійна часу.

Тема 5.2. Класичний метод розрахунку перехідних процесів

5.2.1. Аналіз перехідних процесів в лінійних колах першого порядку.

Дослідження перехідних процесів у RL і RC колах:

- вмикання кола до джерела постійної напруги (дослідження процесів заряду);
- відмикання кола від джерела постійної напруги (дослідження процесів розряду);
- вмикання кола до джерела синусоїдної напруги.

5.2.2. Аналіз перехідних процесів в лінійних колах другого порядку.

Керування перехідними процесами у колах другого порядку: умови створення аперіодичного, граничного аперіодичного та коливального контурів; регулювання швидкістю перехідного процесу; розрахунок добротності коливального контуру; декремент коливань та логарифмічний декремент.

Дослідження перехідних процесів у RLC колах.

Розряд конденсатора на RL навантаження:

- аперіодичний розряд конденсатора у послідовному колі RLC ;
- граничний аперіодичний розряд конденсатора;
- коливальний розряд конденсатора.

Часові графіки струму та напруг.

Вмикання кола RLC до формувача постійної напруги:

- аперіодичний заряд конденсатора у послідовному колі RLC;
 - граничний аперіодичний заряд конденсатора;
 - коливальний заряд 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.

Тема 5.3. Операторний метод розрахунку перехідних процесів.

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. Перехід від зображень струмів до оригіналів. Формула розкладання. Порядок розрахунку перехідного процесу операторним методом.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. 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.
2. 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. Карпов Ю. О. Теоретичні основи електротехніки. Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими та розподіленими параметрами : підручник / С. Ш. Кацив, В. В. Кухарчук, Ю. Г. Ведміцький ; під ред. проф. Ю. О. Карпова – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 377 с.
5. Корощенко О.В. «Теоретичні основи електротехніки. Збірник задач: навчальний посібник» / укл. О.В.Корощенко, В.Ф.Денник, О.А.Журавель та ін.; за заг.ред. О.В.Корощенка.- Донецьк, ДВНЗ «ДонНТУ», 2012.- 673 с.

Додаткова література:

6. Воєйков А.М. Теоретичні основи електротехніки: [підруч.]/А. М. Воєйков, С. В. Астапов, І. Я. Лізан, В. В. Коломієць. –Х., 2007. –364 с.
7. Балан П.О. Теоретичні основи електротехніки: [підруч.] /Г. П. Балан, П. О. Кравченко, Ю. Ф. Свєргун, О. Є. Щєрбаков. –К. : Інтас, 2007. –325 с.
8. Курс лекцій з дисципліни “Теоретичні основи електротехніки” для галузі знань “Електрична інженерія” спеціальності “Електроенергетика, електротехніка та електрореманіка” 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)
9. Курс лекцій з дисципліни “Теоретичні основи електротехніки” для галузі знань “Електрична інженерія” спеціальності “Електроенергетика, електротехніка та електрореманіка” 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)
10. Теоретичні основи електротехніки – 1. Електричні кола постійного та змінного струму. Чотириполюсники. 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.

11. 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.

12. 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 дані (1 файл: 5,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 96 с. (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47710>)

13. Теоретичні основи електротехніки - 2: 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», «Електричні системи і мережі», «Управління, захист та автоматизація енергосистем» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / М. П. Бурик, Л. Ю. Спінул, В. Ю. Лободзинський; Н. В. Беленок, Ю. М. Чуняк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,89 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 96 с. (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48828>)

14. 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 дані (1 файл: 2,51 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 46 с.

15. 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 дані (1 файл: 19,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 150 с.

16. 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.

17. ПУЕ 2017 — [Правила улаштування електроустановок.](#)

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 36 годин лекцій, 18 годин практичних занять та 18 годин лабораторних робіт, а також виконання модульної контрольної роботи (МКР), яка складається з двох частин (за темами) тривалістю 1 акад. год. кожна та виконання розрахунково-графічної роботи, що складається з п'яти завдань.

Практичні заняття з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття студентами умінь і навичок оперувати сучасною електротехнічною термінологією та проводити розрахунки електротехнічних кіл різної складності. Виходячи з розподілу часу на вивчення дисципліни, рекомендується дев'ять практичних занять (з врахуванням часу на МКР).

Лабораторні роботи з дисципліни проводяться з метою набутти вміння роботи з вимірювальними приладами, організація та проведення експериментів, зняття експериментальних даних з подальшою їх обробкою та формуванням висновку за результатами експерименту.

Методи та форми навчання включають не лише традиційні університетські аудиторні заняття, а також роботу в командах/групах під час проведення експериментів. Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як кейс-технологія і проектна технологія; візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Комунікація з викладачем будується за допомогою використання інформаційної системи «Електронний кампус», а також такими інструментами комунікації, як електронна пошта і Telegram. Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 3. ТРИФАЗНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА	
1.	Тема 3.1 Введення до теорії багатофазних систем та трифазних кіл Основні поняття та визначення за темою. Принцип створення трифазної системи електрорушійних сил. Поняття про симетрію в трифазній системі. Симетричні системи ЕРС, напруг, струмів. Несиметричні системи ЕРС, напруг, струмів. Симетрія споживача та трифазного кола. Поняття про зрівноваженість багатофазної системи. Завдання на СРС: Використовуючи інформаційні ресурси ознайомитись із стандартизованими рівнями напруги та частоти мережі в різних країнах світу. Записати системи фазних та лінійних напруг прямої, зворотної та нульової послідовностей як тригонометричних функцій та у комплексному подання для довільно обраної величини фазної напруги та ненульової початкової фази. Виконати побудову векторних діаграм.
2.	Тема 3.2 Схеми з'єднання елементів трифазного кола 3.2.1. Трифазне коло при з'єднанні фаз джерела та споживача «зірка в зірку». Створення з'єднання «зірка в зірку». Основні терміни та позначення у трифазній системі з'єднання типу «зірка–зірка». Основні співвідношення між лінійними та фазними величинами для симетричного трифазного кола при з'єднанні фаз «зірка в зірку» 3.2.2. Трифазне коло при з'єднанні фаз джерела та споживача «трикутник в трикутник». Створення з'єднання «трикутник в трикутник». Основні терміни та позначення у трифазній системі з'єднання типу «трикутник в трикутник». Основні співвідношення між лінійними та фазними величинами при з'єднанні фаз «трикутник в трикутник»

	3.2.3. Баланс потужностей в симетричних трифазних колах Завдання на СРС: Ознайомитись з перевагами застосування трифазних кіл.
3.	Тема 3.3. Методи аналізу трифазних кіл 3.3.1 Класичний підхід до аналізу трифазних кіл. Аналіз трифазного кола за наявності нейтрального проводу. Аналіз трифазного кола за наявності ідеального (без втрат) нейтрального проводу. Аналіз трифазного кола без нейтрального проводу. Приклади розрахунків, векторні діаграми напруг і струмів. Завдання на СРС: Аналітично дослідити, які види симетрії можливі при з'єднанні фаз джерела зіркою та трикутником.
4.	Тема 3.3. Методи аналізу трифазних кіл 3.3.1 Класичний підхід до аналізу трифазних кіл Аналіз трипровідного трифазного кола при з'єднанні фаз «зірка в зірку» за заданими лінійними напругами. Аналіз трифазного трипровідного кола при з'єднанні фаз «трикутник в трикутник». Аналіз трифазних кіл з двома паралельно підключеними навантаженнями з різними способами з'єднання фаз. Завдання на СРС: Нарисувати схему заміщення підключення до мережі живлення двох трифазних двигунів з різними способами з'єднання фаз.
5.	Тема 3.3. Методи аналізу трифазних кіл 3.3.2 Особливості аналізу симетричних трифазних кіл Аналіз симетричного трифазного чотирипровідного кола при з'єднанні фаз «зірка в зірку» Аналіз симетричного трифазного трипровідного кола при з'єднанні фаз «зірка в зірку» Аналіз симетричного трифазного трипровідного кола при з'єднанні фаз «трикутник в трикутник» Аналіз симетричних трифазних кіл з двома паралельно підключеними навантаженнями з різними способами з'єднання фаз Характерні особливості симетричних трифазних кіл при з'єднанні фаз «зірка в зірку» без нейтрально проводу при аварійних режимах: - Режим короткого замикання фази навантаження в симетричному трифазному колі - Режим обриву фази навантаження / лінії в симетричному трифазному колі Завдання на СРС: Порівняти висновки зроблені на лекціях 2-4 із висновками зробленими під час виконання лабораторних робіт за відповідними темами.
6.	Тема 3.3. Методи аналізу трифазних кіл 3.3.3. Метод симетричних складових Основні положення методу симетричних складових (Fortescue method). Матриця перетворення симетричних складових. Опори 3-фазного кола для прямої, зворотної і нульової послідовностей; розрахункові схеми. Завдання на СРС: Повторити метод накладання дії джерел.
7.	Тема 3.3. Методи аналізу трифазних кіл 3.3.3. Метод симетричних складових Застосування методу до аналізу кіл з несиметричними навантаженнями Завдання на СРС: Ознайомитись із нормативними документами, які регламентують рівні симетричних складових в електричних мережах.
8.	Тема 3.4. Потужність трифазного кола та її вимірювання 3.4.1. Аналітичне визначення потужності в трифазних колах

	3.4.2. Вимірювання потужності в трифазних колах Загальні принципи вимірювання потужності в трифазних колах Вимірювання активної потужності в несиметричних трифазних колах Особливості вимірювання активної потужності в симетричних трифазних колах Завдання на СРС: Ознайомитись із утворенням обертового магнітного поля в електричних машин.
Розділ 4. НЕСИНУСОЇДНІ ПЕРІОДИЧНІ ПРОЦЕСИ В ЛІНІЙНИХ КОЛАХ	
9.	Тема 4.1 Введення до теорії гармонійних спотворень. Причини виникнення спотворень електричних сигналів в електричних мережах та можливі наслідки їх впливу на роботу обладнання. Ознайомлення із нормативними документами. Тема 4.2. Подання несинусоїдних електричних величин. Терміни та визначення. Ряд Фур'є як спосіб аналітичного подання несинусоїдного електричного сигналу. Гармонічний спектр несинусоїдних електричних сигналів. Введення понять та принципів побудови амплітудно-частотної та фазочастотної характеристик при аналізі кіл з несинусоїдними періодичними сигналами. Властивості симетричних періодичних несинусоїдних сигналів. Завдання на СРС: З додаткової літератури ознайомитись з негативним впливом несинусоїдності в електричних колах. Подати дослідження у вигляді короткої доповіді під час аудиторного заняття.
10.	Тема 4.3. Аналіз лінійних електричних кіл з періодичними несинусоїдними джерелами енергії. 4.3.1. Класичний підхід до аналізу кіл при дії джерел несинусоїдних сигналів. Рекомендована послідовність аналізу лінійних електричних кіл з періодичними несинусоїдними джерелами енергії. Визначення миттєвих та діючих величин періодичних несинусоїдних сигналів в лінійних електричних колах. Приклад розрахунку. 4.3.2. Вплив елементів кола на форму кривої струму при дії періодичної несинусоїдної напруги. Залежність форми кривої струму від параметрів кола у разі несинусоїдної напруги. Резонанс у колі з несинусоїдною ЕРС. Резонансні частотні фільтри. Завдання на СРС: Ознайомитись з впливом амплітуд та початкових фаз Z_i та 5_i на спотворення форми сигналу.
11.	Тема 4.3. Аналіз лінійних електричних кіл з періодичними несинусоїдними джерелами енергії. 4.3.3. Проблеми оцінки величин потужності при несинусоїдних напругах та струмах мережі. 4.3.4. Показники якості електроенергії за гармонійних спотворень. Коефіцієнт потужності, коефіцієнт зміщення (DispF), коефіцієнтом потужності зміщення (DPF), коефіцієнт спотворення (DistF), коефіцієнт істинної потужності (TPF), загальний коефіцієнт гармонік (THD) Завдання на СРС: Ознайомитись із нормативними документами, які регламентують рівні покаників якості електричної енергії.
12.	Тема 4.3. Аналіз лінійних електричних кіл з періодичними несинусоїдними джерелами енергії. 4.3.5. Особливості аналізу трифазних кіл при дії джерел несинусоїдних сигналів. 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. Приклади аналізу трифазного кола при дії симетричної несинусоїдної системи ЕРС. Завдання на СРС: Аналітично описати математичні моделі симетричних складових при роботі несиметричних трифазних джерел в режимі неробочого ходу при з'єднанні фаз трикутником та зіркою. Використовувати схему трифазного джерела з урахуванням внутрішнього опору.
РОЗДІЛ 5. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ	
13.	Тема 5.1. Введення в теорію аналізу перехідних процесів в лінійних електричних кіл. Причини виникнення перехідних процесів. Закони комутації, початкові умови та їх визначення. Введення понять вимушеної та вільної складових перехідної функції електричного сигналу. Отримання алгоритму розрахунку перехідних процесів класичним методом. Завдання на СРС: Повторити аналіз однорідних та неоднорідних диференційних рівнянь першого та другого порядків.
14.	Тема 5.2. Класичний метод розрахунку перехідних процесів 5.2.1. Аналіз перехідних процесів в лінійних колах першого порядку. Дослідження перехідних процесів у RL колах: - вмикання кола до джерела постійної напруги (дослідження процесів заряду); - відмикання кола від джерела постійної напруги (дослідження процесів розряду); - вмикання кола до джерела синусоїдної напруги. Завдання на СРС: Дослідити вплив зміни опору резистора на швидкість перехідного процесу у разі заряду та короткого замикання у колі RL.
15.	Тема 5.2. Класичний метод розрахунку перехідних процесів 5.2.1. Аналіз перехідних процесів в лінійних колах першого порядку. Дослідження перехідних процесів у RC колах: - вмикання кола до джерела постійної напруги (дослідження процесів заряду); - відмикання кола від джерела постійної напруги (дослідження процесів розряду); - вмикання кола до джерела синусоїдної напруги. Завдання на СРС: Дослідити вплив зміни опору резистора на швидкість перехідного процесу у разі заряду та короткого замикання у колі RC.
16.	Тема 5.2. Класичний метод розрахунку перехідних процесів 5.2.2. Аналіз перехідних процесів в лінійних колах другого порядку. 5.2.2.1. Керування перехідними процесами у колах другого порядку Умови створення аперіодичного, граничного аперіодичного та коливального контурів. Регулювання швидкістю перехідного процесу. Розрахунок добротності коливального контуру. Декремент коливальних та логарифмічний декремент. Завдання на СРС: Дослідити перехідні процеси у колах першого порядку при включенні до джерела постійного/синусоїдного струму.
17.	Тема 5.2. Класичний метод розрахунку перехідних процесів 5.2.2. Аналіз перехідних процесів в лінійних колах другого порядку. Дослідження перехідних процесів у RLC колах. Розряд конденсатора на RL навантаження: - аперіодичний розряд конденсатора у послідовному колі RLC; - граничний аперіодичний розряд конденсатора; - коливальний розряд конденсатора.

	Часові графіки струму та напруг. Вмикання кола RLC до формувача постійної напруги: - аперіодичний заряд конденсатора у послідовному колі RLC; - граничний аперіодичний заряд конденсатора; - коливальний заряд конденсатора. Часові графіки струму та напруг. Завдання на СРС: Дослідити перехідні процеси при вмиканні кола на джерело синусоїдної ЕРС.
18.	Тема 5.2. Класичний метод розрахунку перехідних процесів 5.2.2. Аналіз перехідних процесів в лінійних колах другого порядку. Класичний метод розрахунку перехідних процесів у колах другого порядку. Порядок розрахунку. Визначення початкових умов. Способи розрахунку коренів характеристичного рівняння. Приклад розрахунку. Завдання на СРС: Опанування методу розрахунку перехідного процесу в електричному колі операторним методом.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
Розділ 3. ТРИФАЗНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА	
1.	Аналіз несиметричного трифазного кола (нормальний режим роботи). Аналіз трифазного кола при живленні одного споживача від джерела симетричної системи напруг прямої послідовності: - за наявності нейтрального проводу; - без нейтрального провідника Визначення струмів і напруг в розрахунковій схемі. Розрахунок показів приладів. Перевірка розрахунків за балансом потужностей. Суміщена векторна діаграма струмів і топографічна діаграма напруг трифазного кола. Завдання на СРС: повторити розрахунки при випадку дії симетричного джерела нульової послідовності
2.	Аналіз симетричного трифазного кола. Аналіз симетричного трифазного кола для випадків живлення одного та двох паралельно підключених споживачів від джерела симетричної системи напруг прямої послідовності: - за наявності нейтрального проводу; - без нейтрального провідника Визначення струмів і напруг в розрахунковій схемі. Розрахунок показів приладів. Перевірка розрахунків за балансом потужностей. Побудова суміщеної векторної діаграми струмів і топографічної діаграми напруг трифазного кола. Завдання на СРС: виконання РГР згідно варіанту: аналіз симетричного режиму заданого кола; розрахунок показів приладів; баланс потужностей; побудова векторної діаграми.
3.	Аналіз несиметричного трифазного кола (аварійний режим роботи). Аналіз несиметричного трифазного кола при живленні двох паралельно підключених споживачів від симетричної системи вхідних напруг прямої послідовності за умови обриву

	однієї з фаз / ліній. Реалізація аналізу класичним методом. Розрахунок показів приладів. Перевірка розрахунків за балансом потужностей. Побудова суміщеної векторної діаграми струмів і топографічної діаграми напруг трифазного кола. Завдання на СРС: виконання РГР згідно варіанту: аналіз несиметричного режиму заданого кола класичним методом; розрахунок показів приладів; баланс потужностей; побудова векторної діаграми.
4.	Аналіз несиметричного трифазного кола (аварійний режим роботи). Аналіз несиметричного трифазного кола при живленні двох паралельно підключених споживачів від симетричної системи вхідних напруг прямої послідовності за умови обриву однієї з фаз / ліній. Реалізація аналізу методом симетричних складових. МКР-1: Розрахунок трифазного кола синусоїдного струму (30 хвилин). Завдання на СРС: виконання РГР згідно варіанту: аналіз несиметричного режиму заданого кола класичним методом та методом симетричних складових; розрахунок показів приладів; баланс потужностей; побудова векторної діаграми.
Розділ 4. НЕСИНУСОЇДНІ ПЕРІОДИЧНІ ПРОЦЕСИ В ЛІНІЙНИХ КОЛАХ	
5.	Аналіз однофазного лінійного кола при дії несинусоїдного джерела напруги Аналіз однофазного кола при одночасній дії джерела несинусоїдної та постійної напруг та наявності резонансних явищ. Розрахунок миттєвих струмів та напруг. Визначення показів приладів. Визначення потужностей кола несинусоїдного струму. Завдання на СРС: виконати аналіз на базі однофазної схеми заміщення симетричного трифазного кола згідно варіанту РГР за умови дії несинусоїдного трифазного джерела.
6.	Вищі гармоніки в трифазних колах Аналіз лінійного трифазного кола при живленні споживача від симетричної системи трифазних несинусоїдних напруг. Написання систем несинусоїдних фазних та лінійних напруг. Розрахунок миттєвих струмів та напруг. Визначення показів приладів. Визначення потужностей кола несинусоїдного струму. МКР-2: Аналіз однофазного лінійного кола при дії несинусоїдного джерела напруги (30 хвилин). Завдання на СРС: виконання РГР згідно варіанту: аналіз лінійного трифазного кола при живленні споживача від симетричної системи трифазних несинусоїдних напруг.
РОЗДІЛ 5. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ	
7.	Розрахунок перехідних процесів у колах першого порядку при дії постійних джерел енергії. Аналіз кіл першого порядку: RL та RC. Розрахунок ustalених 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: виконання РГР згідно варіанту: аналіз перехідних процесів в симетричному трифазному колі за умови підключення споживача до джерела живлення.
8.	Розрахунок перехідних процесів у колі постійного струму другого порядку. Розрахунок ustalених 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: Оформлення розрахункової роботи. Підготовка до захисту. Літературні джерела: [5, 11]
9.	Розрахунок перехідних процесів у колах першого порядку при дії синусоїдних джерел енергії. Аналіз кіл першого прядку: RL та RC. Розрахунок ustalених 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. МКР-3: Аналіз перехідних процесів у колах першого порядку при дії постійних джерел енергії. (30 хвилин). Завдання на СРС: підготовка до іспиту

Лабораторні заняття

№ п/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд.год
Розділ 3. ТРИФАЗНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА.		
1.	Дослідження трифазного електричного кола при з'єднанні джерела і споживача зіркою з нейтральним проводом	2
2.	Дослідження трифазного електричного кола при з'єднанні джерела і споживача зіркою без нейтрального проводу	2
3.	Дослідження трифазного електричного кола при з'єднанні споживача з активним характером трикутником	2
4.	Дослідження трифазного електричного кола при з'єднанні споживача з активно-реактивним характером трикутником	2
	Захист лабораторних робіт	2
Розділ 5. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ		
5.	Дослідження перехідних процесів у електричних колах з послідовним з'єднанням елементів RC	2
6.	Дослідження перехідних процесів у електричних колах з послідовним з'єднанням елементів RL	2
7.	Дослідження аперіодичних та коливальних перехідних процесів у електричних колах з послідовним з'єднанням елементів RLC	2
	Захист лабораторних робіт	2

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	4
2	Підготовка до лабораторних занять та проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях	5
3	Підготовка до МКР	2
4	Виконання розрахунково-графічної роботи	7
5	Підготовка до екзамену	30

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 протоколів 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 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;
 - повторне написання МКР на вищий бал 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: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

Семестровий контроль: екзамен

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- виконання та захист семи лабораторних робіт;
- виконання та захист кожної частини у рамках однієї індивідуальної роботи (РГР);
- виконання трьох частин у рамках однієї модульної контрольної роботи (МКР);
- експрес-опитування на п'яти практичних або лекційних заняттях.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 3.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 3 бали * 7 = 21 балів.

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 3 бали * 8 * 60% ≈ 13 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.

2.2. Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

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

РГР є комплексною і передбачає виконання наступних завдань:

1. Розрахунок симетричного трифазного кола синусоїдного струму з двома паралельно під'єднаними навантаженнями у стаціонарному режимі роботи;
2. Розрахунок трифазного кола синусоїдного струму з двома паралельно під'єднаними навантаженнями у разі обриву/к.з. в одній із фаз навантаження (класичним методом);
3. Розрахунок трифазного кола синусоїдного струму з двома паралельно під'єднаними навантаженнями у разі обриву/к.з. в одній із фаз навантаження (методом симетричних складових);
4. Розрахунок симетричного трифазного кола синусоїдного струму при дії симетричної системи несинусоїдних напруги;

5. Розрахунок перехідних процесів в симетричному трифазному колі (підключення симетричного навантаження до трифазного джерела живлення).

Максимальна кількість балів за виконання одного завдання РГР – 3 бали.

Максимальна кількість балів за захист одного завдання РГР – 2 бали.

Максимальна кількість балів за виконання та захист всіх частин РГР – 25 балів.

Мінімальна кількість балів за виконання та захист всіх частин РГР – 15 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 – $(0,9..1)*5$ 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 – $(0,89..0,75)*5$ 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 – $(0,74..0,6)*6$ балів;
- розв'язання задачі з принциповими помилками – 0 балів.

2.4. Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з трьох частин за кожним із розділів освітньої компоненти. Завдання кожної контрольної роботи складається з однієї задачі.

Ваговий бал кожної частини МКР – 3 балів.

Максимальний сумарний бал за МКР – $2*3=9$ балів.

Мінімальна сумарна кількість балів за МКР – $6*0,6=6$ бали.

Критерії оцінювання

- вибір оптимального методу розрахунку, правильне виконання розрахунків з повним поясненням, перевірка результатів розв'язку, побудова вказаних в умові діаграм – $(0,9..1)*3$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язання, перевірка отриманих результатів, відсутність вказаних в умові діаграм – $(0,89..0,75)*3$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, відсутність перевірки отриманих результатів та вказаних в умові діаграм – $(0,74..0,6)*3$ балів;
- розв'язання задачі з принциповими помилками – 0 балів.

3. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

4. Умовою допуску до екзамену є мінімально позитивна оцінка за виконання розрахунково-графічної роботи, зарахування усіх лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

5. Сума стартових балів та балів за тестове завдання на екзамені переводиться до кінцевої оцінки згідно з таблицею:

Контрольний захід	Кількість контрольних заходів	Максимальний бал за один контрольний захід	Всього балів
Лабораторні роботи	7 робіт	3	21
РГР	5 завдань	5	25
МКР	3 частини по 30 хвилин	3	9
Робота на практичних заняттях	експрес-опитування на 5 заняттях	1	5
			60

6. На екзамені студенти виконують індивідуальні письмові завдання.

Екзаменаційна робота складається з трьох завдань.

Завдання, які включають задачу потребують 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)

Здобувач вищої освіти має можливість пройти курс(и) неформальної/інформальної освіти за однією або декількома темами, передбаченими силабусом освітньої компоненти. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Для самостійного вивчення пропонуються відносно прості запитання, які носять у більшості випадків описовий характер, призначені для розширення кругозору студентів та повторення матеріалів, які вивчались у інших дисциплінах, та мають безпосереднє відношення до дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол №18 від 25.06.25 р.)

Погоджено Методичною радою НН ІЕЕ (протокол №30 від 25.06.26 р.)