



ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ – 3

Додаткові розділи теорії кіл

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>Електричні системи та мережі; Управління, захист та автоматизація енергосистем</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр 3 курс (прискорене навчання), осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 4 кредити ECTS / 120 годин; аудиторних – 72 години: лекції – 36 годин; практики – 18 годин; лабораторні роботи – 18 годин; самостійна робота – 42 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / 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: д.т.н, професор, Бойко Валерій Степанович, vsboiko@bigmir.net Практичні: ас. Чуняк Юлія Михайлівна, j.chunyk@ukr.net ас. Коноплінський Максим Анатолійович, gran7777777@gmail.com Лабораторні: к.т.н., доцент, Троценко Євгеній Олександрович, trotsenko2014@gmail.com ст. викл. Зіменков Дмитро Костянтинович, zimenkovdk@ukr.net</i>
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Курс «Додаткові розділи теорії кіл» (ДРТК) фактично є завершальною третьою частиною курсу ТОЕ, що 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 методам їх розрахунку, з теорії магнітного поля і методів розрахунку магнітних кіл, з 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 ДРТК є основні поняття і закони електромагнітного поля і теорії електричних і магнітних кіл; теорія лінійних електричних кіл (кіл постійного, синусоїдального і несинусоїдного струмів), методи аналізу лінійних кіл з двополюсними і багатопольсними елементами; трифазні кола; перехідні процеси в лінійних колах і методи їх розрахунку; нелінійні електричні і магнітні кола постійного і змінного струму; перехідні процеси в нелінійних колах; аналітичні та чисельні методи аналізу нелінійних кіл; кола з розподіленими параметрами (сталий і перехідний режими); теорія електромагнітного поля, електростатичне поле; стаціонарне електричне та магнітне поля; змінне електромагнітне поле; поверхневий ефект і ефект близькості; електромагнітне екранування; чисельні методи розрахунку електромагнітних полів при складних граничних умовах; сучасні пакети прикладних програм розрахунку електричних кіл і електромагнітних полів на ЕОМ.

В результаті вивчення курсу ДРТК студент повинен

знати:

- основні поняття і закони електромагнітного поля і теорії електричних і магнітних кіл; методи аналізу кіл постійного і змінного струмів.

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 ДРТК 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.

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 «Електричні станції та підстанції», «Електроенергетичні системи та мережі», «Релейний захист та автоматизація електроенергетичних систем», «Електропостачання», «Електричні машини», «Електричні і електронні апарати», «Електричний привід».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Лінійні електричні кола та з розподіленими параметрами.

Тема 1.1. Усталені режими кіл з розподіленими параметрами.

Визначення кола з розподіленими параметрами. Диференціальні рівняння однорідної довгої лінії. Розв'язок рівнянь довгої лінії для синусоїдного режиму. Рівняння довгої лінії при відомих напрузі і струму на початку і в кінці лінії.

Довга лінія як 4-полюсник. Еквівалентні параметри та схеми заміщення довгої лінії.

Падаючі (прямі) та відбиті (зворотні) хвилі в лінії. Фазова швидкість та довжина хвилі. Хвильовий опір та коефіцієнт поширення, їх залежність від частоти. Коефіцієнт відбиття, його залежність від опору навантаження лінії. Неспотворювальна лінія.

Режим узгодженого навантаження лінії; залежність напруги, струму, потужності від довжини лінії. Натуральна потужність лінії електропередачі. Режими неробочого ходу та короткого

замикання; рівняння комплексних напруг та струмів лінії. Графік розподілу напруг та струмів вздовж лінії. Вхідний опір лінії для вказаних режимів.

Характеристичний опір та коефіцієнт поширення лінії без втрат. Рівняння лінії без втрат. Режим неробочого ходу та короткого замикання ліній без втрат; рівняння лінії для комплексів діючих та миттєвих значень напруг та струмів. Стоячі хвилі в лінії без втрат. Розподіл діючих значень напруги і струму та вхідного опору вздовж лінії.

Використання чвертьхвильових відрізків лінії без втрат.

Режим реактивного навантаження лінії без втрат. Рівняння лінії для комплексних напруг та струмів. Миттєві струм і напруга в лінії при реактивному навантаженні, стоячі хвилі. Розподіл діючих значень напруги і струму та вхідного опору вздовж лінії.

Режим мішаних хвиль в лінії без втрат ($Z_n = R_n$). Рівняння лінії для комплексних напруг та струмів. Миттєві струми і напруги в лінії, біжучі та стоячі складові напруги і струму. Розподіл діючих значень напруги і струму в лінії в залежності від відношення хвильового опору лінії до опору навантаження. Вхідний опір лінії для різних значень активного навантаження.

Режим узгодженого навантаження лінії без втрат.

Тема 1.2. Перехідні процеси у колах з розподіленими параметрами.

Причини виникнення перехідних процесів в довгих лініях. Хвильове рівняння та його розв'язок. Падаючі та відбиті хвилі напруги і струму. Хвильовий опір, фронт хвилі.

Співвідношення між енергіями електричних і магнітних полів хвилі елементу довжини лінії.

Вмикання однорідної довгої лінії на джерело постійної ЕРС: рішення для падаючих хвиль струму та напруги, графіки розподілу хвиль вздовж лінії. Відбиття хвиль з прямокутним фронтом від кінця лінії з активним навантаженням: рішення для струму і напруги в навантаженні та для відбитих хвиль від кінця розімкненої та короткозамкненої ліній. Графіки розподілу хвиль в лінії. Загальне правило визначення відбитих хвиль в лінії.

Відбиття хвиль від активно-реактивного навантаження.

Відбиття і заломлення хвиль в місці з'єднання двох ліній. Проходження хвиль при наявності реактивного опору в місці з'єднання однорідних ліній: рішення для струму і напруги заломлених та відбитих хвиль, графіки розподілу хвиль в лініях.

Розділ 2. Нелінійні електричні та магнітні кола.

Тема 2.1. Нелінійні кола постійного струму.

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

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 2.2. Нелінійні кола змінного струму.

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 ко-тушки 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 ко-тушки 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 в досліджуваних колах.

Розділ 3. Основи теорії електромагнітного поля.

Тема 3.1. Рівняння електромагнітного поля.

Визначення електромагнітного поля. Основні характеристики електричного і магнітного полів. Закони повного струму і електромагнітної індукції, теорема Гауса і постулат Максвелла, принцип неперервності магнітного потоку та електричного струму в інтегральній та диференціальній формах. Повна система рівнянь електромагнітного поля.

Теореми Остроградського і Стокса.

Тема 3.2. Електростатичне поле та його розрахунки.

Безвихорний характер електростатичного поля. Градієнт електричного потенціалу. Визначення потенціалу за заданим розподілом зарядів. Рівняння Пуасона та Лапласа. Граничні умови на поверхні провідників, на поверхні поділу двох діелектриків. Основна задача електростатики.

Приклади розрахунку електростатичних полів: поле нескінченної зарядженої осі, поле двох паралельних осей.

Тема 3.3. Електричне і магнітне поле постійних струмів.

Електричне поле струмів. Рівняння електричного поля струмів. Електричне поле біля провідників з постійним струмом. Електричне поле струмів у провіднику. Граничні умови на поверхні поділу двох провідникових середовищ.

Аналогія електричного поля в провіднику з електростатичним полем. Приклади розрахунку електричного поля.

Магнітне поле постійних струмів. Скалярний і векторний магнітний потенціали. Визначення магнітного потоку через векторний магнітний потенціал. Загальна задача розрахунку магнітного поля. Граничні умови на поверхні поділу двох середовищ з різними магнітними проникностями.

Поле лінійного проводу, поле проводу кругового перерізу, поле двопровідної лінії передачі.

Тема 3.4. Змінне електромагнітне поле.

Теорема Умова-Пойнтінга, вектор Пойнтінга. Приклади використання теореми.

Змінне електромагнітне поле в діелектрику. Рівняння Даламбера, загальне рішення рівняння. Плоска електромагнітна хвиля в діелектрику, швидкість поширення хвилі.

Змінне електромагнітне поле в провіднику; рівняння поля в комплексній формі. Плоска електромагнітна хвиля. Довжина хвилі, згасання. Явище поверхневого ефекту.

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. 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. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2013. – 224 с.
4. Перхач В.С. Теоретична електротехніка. Лінійні кола. – К.: "Вища школа", 1992. – 439 с.
5. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навч. посібник / В.С. Маляр. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 312 с.
6. Теоретичні основи електротехніки. Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими та розподіленими параметрами : підручник / Ю. О. Карпов, С. Ш. Каців, В. В. Кухарчук, Ю. Г. Ведміцький ; під ред. проф. Ю. О. Карпова – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 377 с.
7. Шебес М.Р., Каблукова М.В. "Збірник задач по теорії лінійних електричних кіл". - М.: Вища школа , 1990. –544 с. –Рос.
8. 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)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Лінійні електричні кола з розподіленими параметрами.	
1.	Поняття про електромагнітні системи з розподіленими параметрами. Первинні параметри двопровідної лінії. Диференціальні рівняння однорідної лінії. Режим постійної напруги в однорідній лінії.
2.	Розв'язання диференціальних рівнянь однорідної лінії в усталеному режимі синусоїдних коливань. Коефіцієнт поширення. Характеристичний опір. Фазова швидкість хвилі. Прямі та зворотні хвилі. Рівняння довгої лінії при відомих напрузі і струму на початку і в кінці лінії.
3.	Режими роботи довгої лінії. Коефіцієнт відбиття. Узгоджений режим роботи лінії. Рух хвиль результуючої напруги при узгодженому та неузгодженому навантаженні. Неспотворювальна лінія. Вхідний опір лінії.
4.	Аналіз процесів у лінії без втрат. Рівняння лінії. Вторинні параметри. Режим стоячих хвиль. Неробочий хід лінії без втрат. Коротке замикання лінії без втрат. Неузгоджений режим лінії без втрат. Режим мішаних хвиль. Коефіцієнт стоячої хвилі. Коефіцієнт біжучої хвилі.
5	Однорідна лінія в різних режимах роботи. Розподіл діючого значення напруги уздовж лінії без втрат при неузгодженому навантаженні. Неузгоджені режими лінії з втратами. Режим неробочого ходу лінії. Режим короткого замикання лінії. Відрізок лінії як елемент електричного кола.
6	Перехідні процеси у колах з розподіленими параметрами. Причини виникнення перехідних процесів в довгих лініях. Хвильове рівняння та його розв'язок. Падаючі та відбиті хвилі напруги і струму. Хвильовий опір, фронт хвилі. Співвідношення між енергіями електричних і магнітних полів хвилі елемента довжини лінії. Вмикання однорідної довгої лінії на джерело постійної ЕРС: рішення для падаючих хвиль струму та напруги, графіки розподілу хвиль вздовж лінії. Відбиття хвиль з прямокутним фронтом від кінця лінії з активним навантаженням: рішення для струму і напруги в навантаженні та для відбитих хвиль від кінця розімкненої та короткозамкненої ліній.
7	Відбиті та заломлені хвилі. Відбиття хвиль від активно-реактивного навантаження. Відбиття і заломлення хвиль в місці з'єднання двох ліній. Проходження хвиль при наявності реактивного опору в місці з'єднання однорідних ліній: рішення для струму і напруги заломлених та відбитих хвиль, графіки розподілу хвиль в лініях.
Розділ 2. Нелінійні електричні та магнітні кола.	
8	Нелінійні електричні кола постійного струму. Статичні і диференціальні параметри нелінійних елементів електричного кола. Методи розрахунку нелінійного електричного кола: графічний, графоаналітичний, чисельний. Приклади розрахунку нелінійного електричного кола вказаними методами.
9	Нелінійні магнітні кола постійного струму. 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.
10	Нелінійні кола змінного струму. 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 ко-тушки 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.
11	Особливі властивості нелінійних магнітних кіл змінного струму. Явище ферорезонансу. Ферорезонанс в колі з послідовним з'єднанням ко-тушки 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 в досліджуваних колах.
Розділ 3. Основи теорії електромагнітного поля	
12	Рівняння електромагнітного поля. Визначення електромагнітного поля. Основні характеристики електричного і магнітного полів. Закони повного струму і електромагнітної індукції, теорема Гауса і постулат Максвелла, принцип неперервності магнітного потоку та електричного струму в інтегральній та диференціальній формах. Теореми Остроградського і Стокса. Повна система рівнянь електромагнітного поля.
13	Електростатичне поле. Безвихорний характер електростатичного поля. Градієнт електричного потенціалу. Визначення потенціалу за заданим розподілом зарядів. Рівняння Пуасона та Лапласа. Граничні умови на поверхні провідників, на поверхні поділу двох діелектриків.
14	Основна задача електростатики. Теорема однозначності розв'язку задачі. Приклади розрахунку електростатичних полів: поле нескінченної зарядженої осі, поле двох паралельних осей. Метод дзеркальних зображень.
15	Електричне поле постійних струмів. Рівняння електричного поля струмів. Електричне поле біля провідників з постійним струмом. Електричне поле струмів у провіднику. Граничні умови на поверхні поділу двох провідникових середовищ. Аналогія електричного поля в провіднику з електростатичним полем. Приклади розрахунку електричного поля.
16.	Магнітне поле постійних струмів. Скалярний і векторний магнітний потенціали. Визначення магнітного потоку через векторний магнітний потенціал. Загальна задача розрахунку магнітного поля. Граничні умови на поверхні поділу двох середовищ з різними магнітними проникностями. Поле лінійного проводу, поле проводу кругового перерізу, поле двопровідної лінії передачі.
17.	Рівняння змінного електромагнітного поля. Теорема Умова-Пойнтінга, вектор Пойнтінга. Приклади використання теореми. Змінне електромагнітне поле в діелектрику. Рівняння Даламбера, загальне рішення рівняння. Плоска електромагнітна хвиля в діелектрику, швидкість поширення хвилі.

Практичні заняття

Розділ 1. Лінійні електричні кола з розподіленими параметрами.	
1.	Усталений режим в однорідній лінії. Розв'язок рівнянь довгої лінії для синусоїдного режиму при відомих напрузі і струму на початку і в кінці лінії. Еквівалентні параметри та схеми заміщення довгої лінії. Вторинні параметри довгої лінії. Фазова швидкість та довжина хвилі. Хвильовий опір та коефіцієнт поширення, їх залежність від частоти. Коефіцієнт відбиття.
2.	Усталений режим в однорідній лінії. Режим реактивного навантаження лінії без втрат. Рівняння лінії для комплексних напруг та струмів. Миттєві струм і напруга в лінії при реактивному навантаженні, стоячі хвилі. Розподіл діючих значень напруги і струму та вхідного опору вздовж лінії. Режим мішаних хвиль в лінії без втрат ($Z_n = R_n$). Миттєві струми і напруги в лінії, біжучі та стоячі складові напруги і струму. Розподіл діючих значень напруги і струму в лінії.
3.	Перехідні процеси у колах з розподіленими параметрами. Вмикання однорідної довгої лінії на джерело постійної ЕРС: рішення для падаючих хвиль струму та напруги, графіки розподілу хвиль вздовж лінії. Відбиття хвиль з прямокутним фронтом від кінця лінії з активним навантаженням: рішення для струму і напруги в навантаженні та для відбитих хвиль від кінця розімкненої та короткозамкненої ліній.
4.	Перехідні процеси у колах з розподіленими параметрами. Відбиття хвиль від активно-реактивного навантаження. Відбиття і заломлення хвиль в місці з'єднання двох ліній. Проходження хвиль при наявності реактивного опору в місці з'єднання однорідних ліній.

Розділ 2. Нелінійні електричні та магнітні кола.

5.	Нелінійні кола постійного струму. Методи розрахунку нелінійного електричного кола: графічний, графоаналітичний. Закони Кірхгофа для магнітного кола. Розрахунок нерозгалуженого магнітного кола: пряма і зворотна задачі.
6.	Нелінійні кола змінного струму. Розрахунок котушки з феромагнітним осердям. Векторна діаграма і схема заміщення котушки. Визначення параметрів схеми заміщення котушки з осердям. Розрахунок параметрів схеми заміщення трансформатора.
Розділ 3. Основи теорії електромагнітного поля.	
7.	Електростатичне поле. Розрахунок поля з використанням рівнянь в інтегральній формі. Визначення потенціалу та напруженості за заданим розподілом зарядів. Використання рівнянь Пуасона та Лапласа.
8.	Електростатичне поле. Застосування методу дзеркальних зображень до розрахунку полів, що створюються сукупністю зарядів.
9.	Стаціонарне електромагнітне поле. Розрахунок стаціонарного електричного поля у провіднику та поза ним. Розрахунок стаціонарного магнітного поля у провіднику та поза ним.

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. год
1.	Моделювання однорідної довгої лінії симетричною ланцюговою схемою.	2
2.	Дослідження однорідної довгої лінії без втрат.	2
3.	Дослідження котушки з феромагнітним осердям.	2
4.	Дослідження однофазного трансформатора з феромагнітним осердям.	2
5.	Дослідження явища ферорезонансу в послідовному контурі (ферорезонанс напруг).	2
6.	Дослідження явища ферорезонансу в паралельному контурі (ферорезонанс струмів).	2
7.	Моделювання електричного поля двопровідної лінії полем струму у провідному листі.	2
8.	Дослідження механічної взаємодії плоских котушок з електричними струмами.	2
9.	Дослідження взаємної індуктивності плоских котушок.	2

6. Самостійна робота студента

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

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 заліку з курсу є:
 - відпрацювання, оформлення протоколу та захист лабораторних робіт з дисципліни;
 - написання МКР (2 частини);
 - виконання РГР (2 частини).
- 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: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);
- політика дедлайнів та перескладань:
 - несвоєчасне виконання РГР, несвоєчасний захист лабораторних робіт та повторне написання МКР передбачають зменшення максимального балу зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід до 75 %. Мінімальний бал не змінюється.
 - Якщо студент не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів.
 - 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: залік

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

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

- самостійну роботу над текстом лекцій;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання та захист дев'яти лабораторних робіт;
- виконання двох частин у рамках індивідуальної роботи (РГР);
- виконання двох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Опрацювання лекцій	Розв'язання задач	Лаб. роботи	РГР	МКР	R _{зал}
7	9	18	16	10	40

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 0,2.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 0,2 бали * 36 = 7 балів.

Мінімальна кількість балів на всіх лекціях – 0,2 бали * 36 *30%= 2 бали.

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 0,25.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 0,25 бали * 36 = 9 балів.

Мінімальна кількість балів на практичних заняттях – 0,25 бали * 36*60%= 5,4 бали.

Критерії оцінювання

- вільне володіння темою заняття, розв'язування задачі з отриманням кінцевого результату; вміння перевірити правильність розрахунку – (0,9..1)*0,25 бали;
- вільне володіння темою заняття, правильне розв'язування задачі без обчислення кінцевого результату – (0,89..0,75)*0,25 балів ;
- часткове володіння темою заняття, представлення розв'язку задачі у символічному вигляді, або з незначними помилками – (0,74..0,6)*0,25 балів;
- присутність на практичному занятті, пасивна участь у роботі – 0 балів.

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 2.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 2 бали * 9 =18 балів.

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 2 бали * 9 *60%= 10,8 бали.

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)*2 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)* 2 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)*2 бали;

- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконання досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу. РГР складається з двох частин

Максимальна кількість балів за виконання однієї частини РГР – 8 балів.

Мінімальна кількість балів за виконання однієї частини РГР – 5 балів.

Критерії оцінювання

- вибір оптимального методу розрахунку, правильне виконання розрахунків з повним поясненням, перевірка результатів розв'язку, побудова вказаних в умові діаграм – $(0,9..1)*8$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, перевірка отриманих результатів, відсутність вказаних в умові діаграм – $(0,89..0,75)*8$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, відсутність перевірки отриманих результатів та вказаних в умові діаграм – $(0,74..0,6)*8$ балів;
- розв'язання задачі з принциповими помилками – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох частин: "Перехідні процеси у колах з розподіленими параметрами" та "Електростатичне та стаціонарне електромагнітне поле" відповідно. Завдання першої частини МКР складається з однієї задачі, а другої – з двох задач.

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 – залік

Залікова робота складається з трьох завдань.

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

Критерії оцінювання залікового завдання

Максимальний рейтинг залікового завдання - 40 балів.

Рейтинг залікового завдання 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 і магнітних кіл, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг залікового завдання 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 і магнітних 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 і магнітних кіл, відповіді логічні і послідовні.

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

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

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

Остаточний рейтинг студента складає сума балів отриманих за семестр та залікову роботу.

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

Увага! Залікова робота не є обов’язковою для усіх студентів. Студент, який протягом семестру проявляв активність, своєчасно виконував завдання, передбачені робочою програмою, набув ґрунтовні знання і отримав високі бали поточної успішності, **за бажанням** може отримати остаточну рейтингову оцінку виходячи з результатів поточної успішності, згідно даних наступної таблиці.

Таблиця відповідності рейтингових балів поточної успішності заліковим оцінкам:

Кількість балів поточної успішності	Оцінка
60-57	Відмінно
56-51	Дуже добре
50-45	Добре
44-39	Задовільно

Для студентів, які набрали протягом семестру 38-31 балів поточної успішності, виконання залікової роботи є обов’язковим.

Студенти, які набрали протягом семестру 30 балів поточної успішності і менше, вважаються такими, що не виконали навчальний план і до складення заліку не допускаються.

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 професор кафедри теоретичної електротехніки, д.т.н, професор, Бойко Валерій Степанович

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 11_ від 29.06.2021)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № __ від _____)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.