

Лекція 1. Вступ в дисципліну

В С Т У П

Дисципліна “Теорія електричних кіл” (ТЕК) на теперішній час займає одно з центральних місць серед фундаментальних дисциплін, які визначають за своїм змістом професійну підготовку інженерів. Дотримуючись цього напрямку науково-технічного прогресу, відображаючи тенденції розвитку елементарної бази радіоелектроніки та її теоретичного арсеналу, цей курс об'єднує та систематизує найбільш важливі принципи в області радіотехніки.

Дисципліна ТЕК має за мету дати студентам знання теоретичних основ електричних та радіотехнічних кіл, практичні навички з застосування теоретичних методів для рішення інженерних задач.

Крім цього, курс дає знання, які необхідні для вивчення спеціальних дисциплін, в яких розглядаються конкретні види зв'язних- складові частини зв'язкового та радіотехнічного обладнання, які не відносяться до складу лінійних ЕРК, самі є колами у якості компонентів;

та радіотехнічних пристроїв, а також для інших загально-інженерних дисциплін.

Важливість курсу ТЕК у формуванні радіоінженера обумовлена наступним:

- лінійні електрорадіокола (ЕРК) являються електричними системами, які входять у склад різних пристроїв електрозв'язку і радіотехніки;
- деякі пристрої, які мають, наприклад, електронні пристрої, не являються лінійними ЕК, але у певних режимах роботи володіють властивостями таких кіл і їх аналіз проводиться на основі ТЕК;
- в курсі ТЕК вивчаються, зокрема, такі теоретичні положення та методи розрахунку електричних приладів, які являються загальними як для лінійних кіл, так і для будь-яких електричних систем.

Науковою основою дисципліни являються закони електротехніки та радіотехніки, а також певний математичний апарат. Тому дисципліна ТЕК базується на знанні таких дисциплін, як “Вища математика” та “Фізика”.

Зупинимось на деяких етапах розвитку електротехніки та радіотехніки.

Історія розвитку електротехніки та радіотехніки тісно зв'язана з роботами видатних вчених, з матеріалістичним поглядом на природу та суттєвість електромагнітного поля.

Найбільш ранні матеріалістичні погляди на природу у електричних та магнітних явищ виказувалося М.В. Ломоносовим. Він сумісно з Ріхтером займався дослідженням атмосферної електричності, користуючись для цієї цілі вимірюючий електричний прилад- “ГНОМОН” (1753-1760 р. р.).

Відкриття кількісних співвідношень силової взаємодії зарядів (закон Кулона, 1785-1789 р. р.) мало важливе значення для створення “далекодії”, яка існувала аж до створення Максвелом теорії електромагнітного поля.

Значний вклад Е.Х.Ленца, у 1833 р. їм було встановлено правило визначення напрямку індукційованих струмів (закон Фарадея – Максвела-Ленца), а у 1834-1844 роках сумісно з Б.С. Якобі розроблена методика розрахунків електромагнітів. У 1842 р. Е.Х. Ленц точними експериментами обґрунтував кількісні характеристики переходу електричної енергії у теплову (закон Джоуля-Ленца).

До робіт Ленца у області електрики відносяться також дослідження електричних машин, відкриття обґрунтування закону оборотності та реакції якоря.

Основою курсу як теоретичної дисципліни з рівняння електричної рівноваги кола, відкрите у 1847 р. Г.Р. Кірхгофом, членом Берлінської АН. Ці рівняння звісні як перший та другий закони Кірхгофа.

Перший закон Кірхгофа витікає з закону збереження заряду і виступає як частковий випадок фундаментального закону збереження матерії.

Другий закон Кірхгофа частковим випадком фундаментального закону збереження енергії у даному випадку розглядається рух заряду у потенційному колі, яке створюється сторонніми силами, по замкнутому контуру, утвореному джерелами та споживачами електричної енергії.

З виникненням та розвитком науки про електрику стали розроблятися способи електричного зв'язку. Першим був телеграф, який запропонував баварський анатом Земерінг у 1809 році. У цьому приладі для індикації використовувався електроліз, що було не дуже ефективно. На практиці не був реалізований електромагнітний телеграф, винахідником якого став російський офіцер П.Л. Шилінг у 1832 р.

У подальшому телеграф був удосконалений С. Морзе, а у 1876 р. з'явився телефон, винахідником якого був Г. Бел.

Однак провідний зв'язок не міг задовольнити потреби техніки, транспорту та пароплавства.

Способи передачі повідомлень без проводу, засновані на використанні електростатичного поля (спроби французів К. Шапа та Ж. Леза) та магнітного поля (експерименти англійця Приса) виявилися приреченими до невдачі з причин методичного характеру: інтенсивність цих полів спадає з відстанню надзвичайно швидко.

Рішення цієї проблеми стало можливим тільки з використанням електромагнітних хвиль, які не пов'язані з направляючими системами. У відповідності з теорією Максвела хвилі повинні забирати з собою деяку енергію, а ця обставина дозволяє реалізувати передачу повідомлень.

Базуючись на спробах Г. Герца, англійського фізика Лоджа та інших експериментаторів, ідею про можливість безпроводного зв'язку уперше

проголосив викладач мінного класу у Кронштадті О.С. Попов. Він же уперше і реалізував цю ідею (1885 р.).

Наступні роки О.С. Попов сумісно зі своїми помічниками – у першу чергу П.М. Рибкіним – суттєво удосконалили винаходженні пристрої.

Вже на початку 1896 р. О.С. Попов демонстрував радіозв'язок на відстанні 250 м. При цьому, уперше в світі, був переданий по радіо реальний текст – слово “Генріх Герц”.

7 травня відзначається як День радіо.

Виникнення спеціальних видів зв'язку, радіолокації, радіонавігації та телебачення примусило створити теорію передачі та прийому. Основи цієї теорії були закладені у роботах американських вчених К. Шпона та Р. Хартлі. Однак, початком загальної теорії сполучень стала робота В.О.Котельникова “О пропускной способности эфира и проволоки” (1933р), де буда сформульована та доказана теорія відліків.

Подальший розвиток теорія здобула у працях О.О.Маркевича, Д.В.Агєєва, В.І.Сифорова, американця Д.Мідлтона. Великий вплив на розвиток теорії зробили видатні математики О.М.Колмогоров, О.Я.Хинчин та американський вчений Н.Вінер.

У теперішній час загальна теорія передачі сполучень перетворилася у самостійний напрямок науки. Її ідеї та методи знаходять застосування при користуванні обчислювальних пристроїв, аналізу систем управління та автоматики, і навіть у таких далеких від радіотехніки галузях знання, як лінгвістика та біологія.

У останні 10-20 років головними тенденціями розвитку радіотехніки є:

1. Освоєння нових діапазонів хвиль (як у сторону більш коротких, так і у сторону більш довгих).
2. Підсилювання взаємодії з іншими галузями науки і техніки.

Враховуючи обрану Вами спеціальність «Радіотехніка», основні ідеї ТЕК стануть у нагоді і в інших курсах: «Сигнали та процеси в РТ ланцюгів», «Теорії зв'язку», «Системи управління» та інші.

Література

- 1.Зернов Н.В., Карпов В.Г. Теория радиотехнических цепей.– Л.:Энергия 1972. – 816 с.
- 2.Попов В.П. Основы теории цепей. – М.: Высш.шк. 1985.- 496 с.
- 3.Киреев В.А., Лахно В.И., Сердаков А.С. Линейные радиоэлектронные цепи. -Х.: ХАИ. 1986.- 112 с.

4. Киреев В.А., Лахно В.И. Линейные радиоэлектронные цепи и устройства. – Х: ХАИ.1998. – 112 с.
5. Киреев В.А. Электрические фильтры.- Харьков: ХАИ. 1974. 196 с.
6. Киреев В.А. Анализ цепей матрично-топологическими методами.- Харьков: ХАИ. 1982. – 94 с.
7. Киреев В.А. Сборник задач по курсу РТЦС. – Харьков: ХАИ. 1983. 88 с.
8. Киреев В.А., Лахно В.А., Поспелова С.Б. Нелинейные и параметрические цепи.- Х.: НАКУ «ХАИ». 2008. – 82 с.
9. Киреев В.А., Поспелова С.Б. Руководство к лабораторным работам по курсу «Основы теории цепей».-Харьков: НАКУ «ХАИ». -2011. с.
10. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей: Учебник для вузов. 5 изд. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
11. Атабеков Г.И. Основы теории цепей: Учебник для вузов. – М.: «Энергия», 1969.

Електричне коло **Схема електричного кола**

Теорія електричних ланцюгів виходить з понятті моделювання. Тобто аналізи довільного реального ланцюга виконують на основі ідеалізованого ланцюга (моделі), що складається з певних чином пов'язаних ідеалізованих елементів. Ідеалізовані елементи – це прості моделі, що використовуються для представлення властивостей (наближеного уявлення) простих реальних елементів чи фізичних явищ. На відміну від реальних (фізично реалізованих) елементів та явищ, ідеалізовані елементи визначаються точно.

У теорії кіл не розглядається фізична природа та конструкція ЕК, тобто реальних елементів, з яких складається ЕК. Всі вони замінюються ідеальними елементами. При цьому будь-який реальний елемент може бути відображений його еквівалентною схемою, яка уявляє собою електричний ланцюг, створений з ідеальних елементів, які володіють особливостями цього реального елемента.

Схема електричного кола (ЕК) – це графічне відображення електричного кола, яке має умовне позначення його елементів.

Елемент ЕК – окремий пристрій, який входить у склад ЕК та виконуючий у ньому певну функцію.

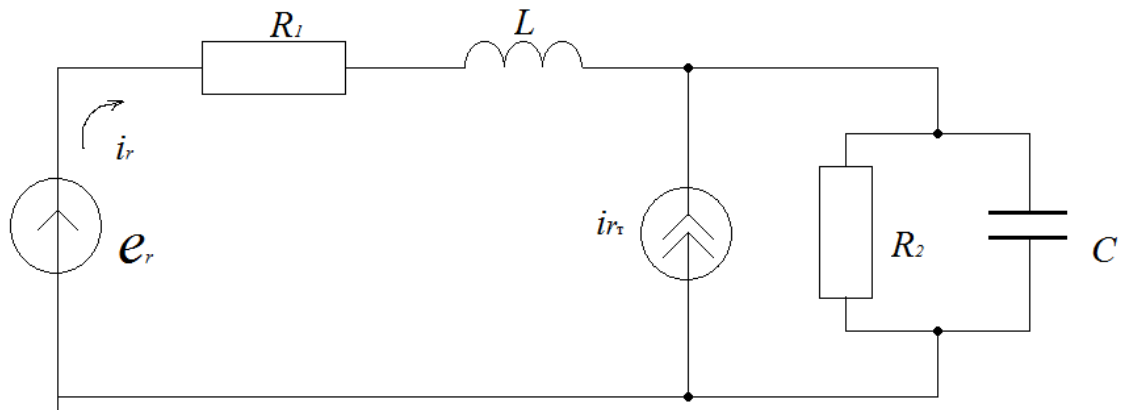


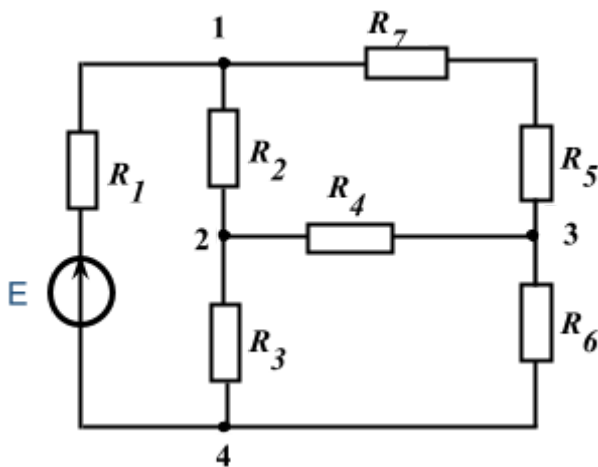
Рисунок 1

ЕК, у якого усі напруги та струми не міняються за часом, мають назву **кола постійного струму**.

Приймаючи до уваги, що постійний струм представляє собою окремий випадок змінного струму, ми будемо в основному всі процеси розглядати відносно до змінного струму.

Основні топологічні елементи електричного кола.

Топологічну структуру електричного кола покажемо на прикладі:



До топологічних елементів ЕК відносяться:

- гілка;
- вузол;
- контур.

Гілка – це ділянка ЕК, уздовж якої значення струму постійне за амплітудою та напрямом. Гілка може складатися з одного або декількох елементів. Гілки: 1-4; 2-3; 2-4; 1-3 та інші.

Вузол - це точка з'єднання трьох або більше гілок. Приклад: точки 1, 2, 3, 4.

Контур – це коло, яке складається з декількох гілок. Розрізняють прості та складні контури. Простий контур не має у середині себе інших гілок. Складний контур має у середині себе інші контури. Контур який містить хоча б одну гілку, яка не входить ні в один другий контур, зветься незалежним.

Відзначити! Далі завжди передбачається, що опір провідника дорівнює нулю. Якщо цей опір необхідно враховувати, то у модель вводять опір провідника (R).

Приклад: Знайти кількість вузлів та гілок в електричному ланцюзі, показаному на рис. 1, рис. 2.

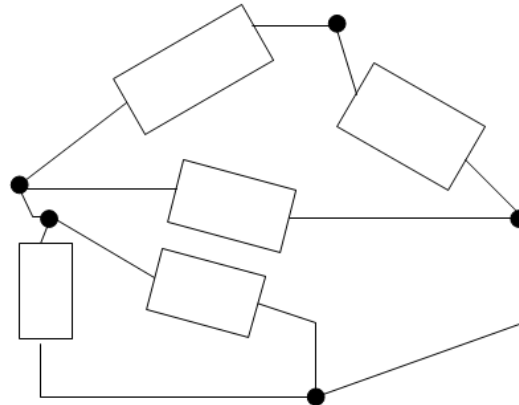


Рисунок 1

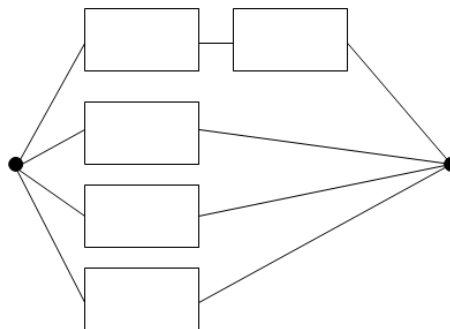


Рисунок 2

Лекція 2

2. Елементи електричного кола

До елементів ЕК відносяться пасивні та активні елементи.

2.1. Пасивні елементи електричного кола.

Це елементи які тільки споживають або накопичують електромагнітну енергію.

а) *Ідеальні пасивні елементи.*

До них відносяться:

- **елемент активного опору**, який тільки споживає (розсіює) електричну енергію.

Позначення – R (r).

Зображення -

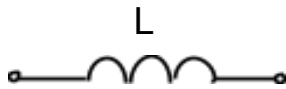


Одиниця вимірювання – **Ом**;

- **елемент індуктивності** – він тільки накопичує енергію у магнітному полі.

Позначення – L .

Зображення –

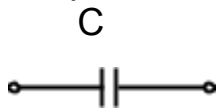


Одиниця вимірювання – Γ_H (Генрі);

- **елемент ємності** – він тільки накопичує енергію у електричному полі.

Позначення – C .

Зображення



Одиниця вимірювання – Φ (Фарада).

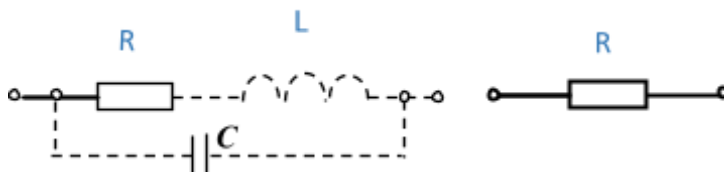
б) Реальні пасивні елементи

Це елементи, з яких складається реальне електричне коло.

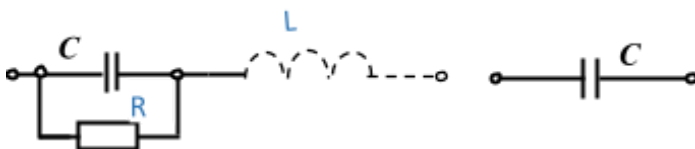
З певним ступенем точності реальні пасивні елементи можуть бути \circ представлені комбінацією ідеальних елементів (еквівалентною схемою).

До реальних елементів відносяться:

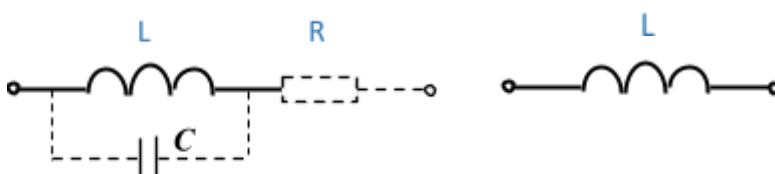
- **резистор**



- **конденсатор**



- **котушка індуктивності**



Як видно з еквівалентних схем реальні пасивні елементи можуть як накопичувати енергію, так і споживати її.