

ВІРТУАЛЬНІ ЛАБОРАТОРІЇ ЯК ЗАСІБ ПРОВЕДЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ З ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Олійник В.Є., студентка, Лободзинський В.Ю., к.т.н., доцент, Бурик М.П., к.т.н., доцент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра теоретичної електротехніки

Вступ. В сучасному світі використання інформаційних технологій, комп'ютерних програм та віртуальних інструментів у навчанні і наукових дослідженнях стає все більш актуальним. Віртуальні лабораторії надають можливість студентам, науковцям та інженерам вивчати та досліджувати складні фізичні явища без необхідності використання реального обладнання.

На сьогоднішній день дистанційне навчання набуло особливого значення, де віртуальні лабораторії стають незамінним інструментом для студентів інженерних спеціальностей. Застосовуються імітаційно-моделюючі програмні засоби, що дозволяють моделювати складні процеси та відтворювати їхню сутність на екрані в наочній графічній формі. При цьому комп'ютер розширює можливості навчального процесу в принципово новому напрямку: дозволяє студентам спостерігати на екрані імітацію складних процесів змінюючи відповідні параметри моделі.

Існує значна кількість програмних рішень, які дозволяють здійснювати математичне моделювання фізичних процесів, що відбуваються у електричних колах, а також виконувати розрахунки їх характеристик. До найвідоміших програмних пакетів відносяться LabView, Matlab, Mathcad, Multisim та інші. Ці системи мають стандартний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє витратити мінімум часу на їх опанування. Однак, на відміну від спеціально розроблених навчальних програм, ці програми мають більше можливостей, що сприяє розвитку навичок самостійної роботи студентів та дозволяє їм не тільки засвоїти сучасні методи розробки електричних пристроїв, а й розвинути свій творчий потенціал. Основними критеріями при виборі системи моделювання є мінімальний час освоєння та максимальна простота і наочність. Найкраще цим критеріям відповідають програми з використанням так званих "віртуальних приладів". Серед найкращих програм Multisim та Mathcad особливо враховують специфіку навчального процесу під час дистанційного навчання [1-7].

Мета роботи. Провести аналіз віртуальної лабораторії з використання програми для моделювання електричних схем Multisim та системи комп'ютерної алгебри з класу систем автоматизованого проектування Mathcad, з метою об'єднання всіх етапів лабораторних робіт в єдиний процес протягом дистанційного навчання, швидко та ефективно розуміння суті досліджуваного явища та його змін при зміні параметрів.

Матеріали та результати досліджень. Використання віртуальних лабораторних робіт надає можливість сприймати навчання більш реалістично, оскільки вони дозволяють створити віртуальні умови для проведення експериментів. Наприклад, програмний пакет Multisim, створений компанією National Instruments для симуляції електричних схем, дозволяє користувачам

створювати, тестувати та аналізувати різноманітні електричні схеми, включаючи аналогові та цифрові схеми. Спільне використання програмного забезпечення для моделювання електричних ланцюгів, такого як Multisim, разом із системою комп'ютерної алгебри, наприклад MathCAD, дає можливість проводити порівняльний аналіз теоретичних та експериментальних даних.

У цій статті розглядається особливості роботи лінійних електричних кіл при впливі на них періодичної несинусоїдної ЕРС у комп'ютерному середовищі Multisim. Як показує досвід, використання цієї програми суттєво підвищує мотивацію студентів до вивчення матеріалів курсу, розвиває у них науково-дослідні навички та дає поглиблені знання.

Періодичними несинусоїдальними струмами і напругами називаються струми і напруги, що змінюються в часі за періодичним несинусоїдальним законом. Такі струми можуть виникати при різних режимах роботи електричного кола, а також існують галузі техніки (радіотехніка, автоматика, цифрові пристрої), де періодичні несинусоїдальні струми та напруги є основним робочим режимом. Основними перевагами використання є математична спрощеність, а також зручність для синусоїдальних сигналів. Але є також обмеження при аналізі несинусоїдальних сигналів, такі як додаткові втрати потужності, гармонічні спотворення та складність аналізу.

Для дистанційного вивчення методу розрахунку лінійного електричного кола при дії періодичної несинусоїдної ЕРС та експериментального дослідження роботи такого кола в середовищі Multisim використовується принцип накладання і відомі положення теорії аналізу кіл з постійними та синусоїдними джерелами енергії. Модель електричного кола, що досліджується показана на рис. 1, де несинусоїдна величина задана рядом Фур'є:

$$u(t) = 9.932 + 13.922 \sin(200t + 0.209^\circ) + 6.439 \sin(400t + 0.945^\circ) + \dots \\ \dots + 0.036 \sin(600t - 37.239^\circ), B$$

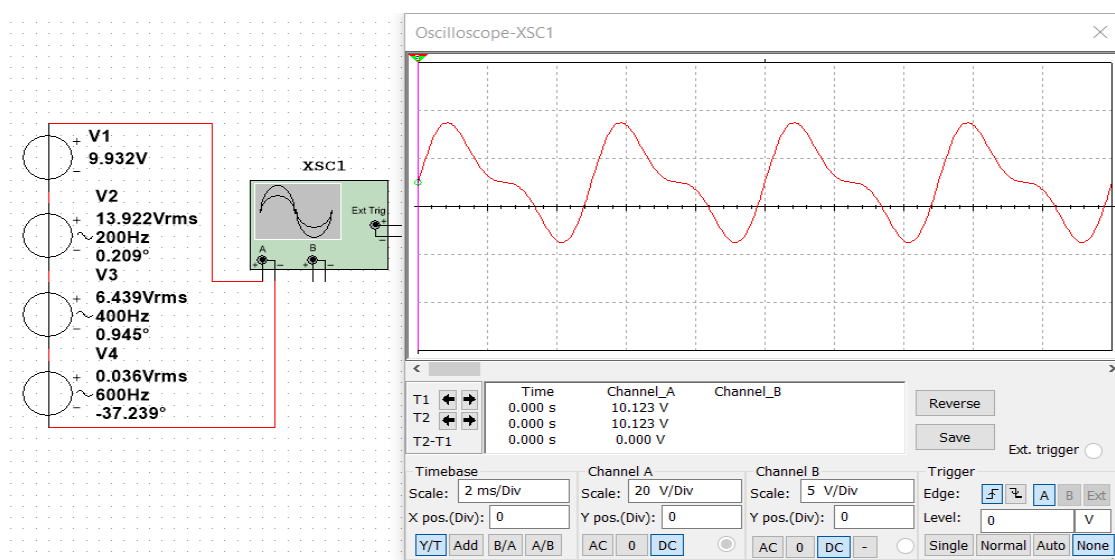


Рисунок 1 – Модель та осцилограма в Multisim

На рис. 1, наведено джерело несинусоїдної ЕРС, що замінена еквівалентно

трьома джерелами ЕРС, з'єднаними послідовно відповідно до ряду Фур'є. Результат моделювання представлений на осцилограмі, де показана форма ЕРС джерела, що дозволяє розуміти процеси, що відбуваються у лінійних електричних колах при дії періодичних несинусоїдних напруг та струмів.

Впровадження у навчальний процес комп'ютерних технологій навчання, а саме система комп'ютерної алгебри Mathcad та використання під час виконання лабораторних робіт дає значні переваги в порівнянні з традиційним підходом щодо подання навчального матеріалу: дозволяє підвищити ефективність розв'язання задач, розширити коло завдань, що розв'язуються, посилити їх складність та різноманітність; збільшити об'єм навчального матеріалу; позитивно впливає на якість засвоєння навчального матеріалу та формування навичок використання комп'ютерної техніки.

Для заданої періодичної несинусоїдної функції, яку отримали шляхом моделювання рис. 1, що не має аналітичного опису, для розрахунку коефіцієнтів ряду Фур'є використовувався графоаналітичний метод, розрахунок та побудова функції розрахована з використанням середовища Mathcad (рис. 2).

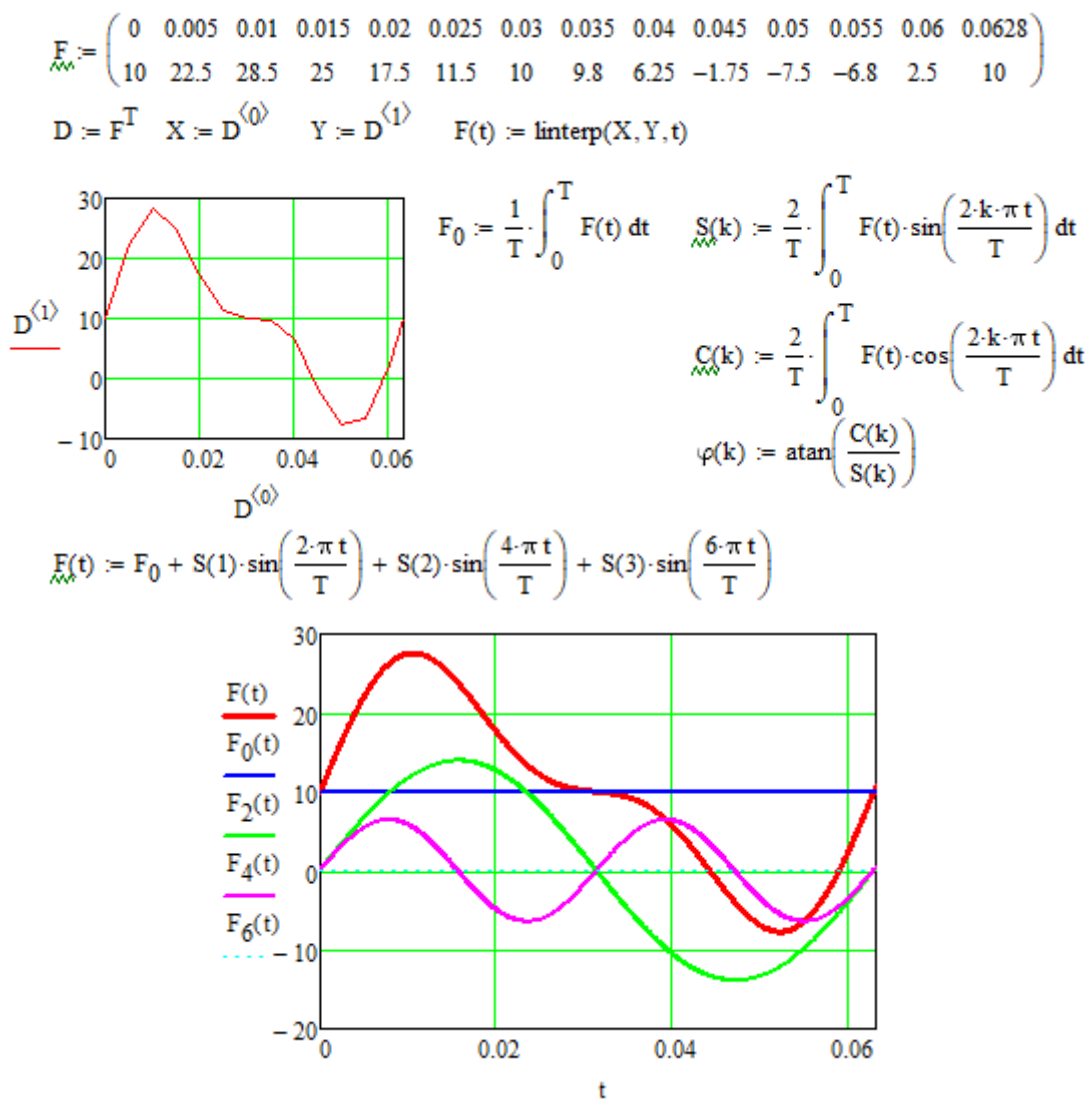


Рисунок 2 – Приклад розрахунку у середовищі Mathcad

З метою перевірки одержаних результатів та практичного підтвердження окремих теоретичних положень – виконання лабораторних робіт передбачає порівняний аналіз, проведення досліджень на комп'ютерних моделях у середовищі програми схемотехнічного моделювання Multisim. Бачимо, що результати моделювання Multisim збігаються з результатами розрахунків у Mathcad.

Висновок. При розрахунку лінійного електричного кола при дії періодичної несинусоїдної ЕРС для визначення практичних значень використали Multisim та для підтвердження результатів MathCAD.

При виконанні дослідження результати вийшли ідентичними. Це свідчить про те, що використанні програми для моделювання і розрахунків є надійними та точними інструментами для аналізу лінійних електричних кіл навіть при дії несинусоїдальних сигналах.

У разі, якщо віртуальні лабораторії дозволяють отримувати ідентичні результати порівняно з реальними дослідженнями, це свідчить про їх великий потенціал для навчання та досліджень. Такі лабораторії можуть стати потужним інструментом для освоєння наукових та інженерних дисциплін, особливо в умовах, коли доступ до реальних лабораторій обмежений.

Перелік посилань

1. Основи електротехніки: Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: Лаб. практи. для студ. спеціальності 104 «Фізика та астрономія» освітньо-професійної програми «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.Й. Котовський, Т. В. Семікіна, Н. В. Слободян, А.В. Немировський В.А. Клименко. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,21 МБайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 84 с.
2. Мазур М.П. Особливості розробки віртуальних практичних інтерактивних засобів навчальних дисциплін для дистанційного навчання / М. П. Мазур, С. С. Петровський, М. Л. Яновський. // Інформаційні технології в освіті: Збірник наукових праць. – 2010. – С. 40–46.
3. Електричні кола несинусоїдного струму: Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» для підготовки студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання / Уклад.: Є. А. Кудря, І. Н. Намацалюк, Ю.В. Перетятко. – К.: НТУУ – КПІ 2016. – 58 с.
4. Lobodzinskiy V., Buryk N., Spinul L., Chibelis V., Illina O. Reducing Overvoltages under Connection on a High-Voltage Cable Line Due to Optimal Controlled Switching. Problems of the regional energetics, №3 (59), 2023. p. 25-32. doi.org/10.52254/1857-0070.2023.3-59.03
5. Ostroverkhov M., Silvestrov A., Chibelis V., Lobodzynski V., Spinul L. Application of the Consistency Principle of Identification and Control Subsystems in Adaptive Systems. *Electronics and Control Systems*, 2023, 1(75), p. 53-60. doi.org/10.18372/1990-5548.75.17556
6. Lobodzinskiy V. Transient Analysis in Three-Phase Cable Lines with the Transposition Phase Cables Conductive Screens during Short Circuit Fault. In *2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering, UKRCON 2021-Proceedings. 2021*, pp. 413-416. doi.org/0.1109/UKRCON53503.2021.9575468
7. Лободзинський В. Ю., Бурик М. П., Петрученко О. В., Ілліна О. О. Вплив системи Smart Grid на національну енергетичну мережу. *Енергетика: економіка, технології, екологія: науковий журнал*, 2022, № 1, с. 57-64. doi.org/10.20535/1813-5420.1.2022.259182