

УДК 537.313

Баранов В. А.¹, Соколов Є. П.²

¹студ. гр. РТ-218сп ЗНТУ

²канд. ф.-м. наук., доц. ЗНТУ

ПОШУК УНІВЕРСАЛЬНОГО МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ

Для нас історія питання про створення універсального методу розрахунку характеристик електричних ланцюгів бере свій початок з Х-го турніру фізиків 1988 [1]. На цьому турнірі учасникам було запропоновано завдання, в якому вимагалось скласти програму розрахунку електричного опору довільного електричного кола. Складність цього завдання полягала в тому, що хоча в фізики та електротехніки розрахунок лінійних схем вважається завданням «вирішеною в загальному», загальновідомі рецепти її вирішення не володіють необхідною спільністю, тобто по суті є частковими методами.

Дійсно, такі найпростіші методи фізики як «послідовна заміна паралельно і послідовно включених опорів» або «метод склеювання вузлів», вимагають, щоб схема мала спеціальні структурні властивості або особливі

види симетрії. У загальному випадку вони не працюють. Стандартний метод розрахунку, заснований на використанні законів Кірхгофа, а так само його модифікації (метод вузлових потенціалів), хоча і застосовні до схем самого загального виду, однак не можуть бути запрограмовані в загальному вигляді, оскільки вимагають ручного вибору контурів для складання відповідних рівнянь.

В [2] як загальний метод розв'язання поставленої задачі був запропонований спеціальний топологічний метод. Його ідея полягає в тому, щоб розглядати довільну електричну схему як повний граф довільного порядку. При цьому сам розрахунок зводиться до послідовного видалення вузлів графа з паралельним перерахунком провідності решти елементів ланцюга за правилом:

$$\sigma'_{i,k} = \sigma_{i,k} + \sigma_{i,m} \sigma_{k,m} / (\sigma_{1,m} + K + \sigma_{m-1,m}), \quad (1)$$

де $\sigma_{i,k}$ – провідність елемента, який з'єднує i -й та k -й вузол, m – номер вузла, який видаляється. Редукція ланцюга триває до тих пір, поки в ній не залишиться тільки два вузли. Опір між ними і буде шуканим опором вихідної схеми.

Топологічний метод в «комп'ютерному поданні» має не тільки практичне, але і надзвичайно важливе методичне значення. Справа в тому, що топологічний метод є узагальненням часткових методів розрахунку електричних схем і тому він являє собою вершину теми «Постійний електричний струм». В силу цього, на наш погляд, він повинен обов'язково викладатися в університетському курсі фізики. Однак стандартне «ручне уявлення» не дозволяє зробити це належним чином. Справа в тому, що звичайні схеми які пропонуються до розрахунку в фізики та електротехніки (а можна сказати і по-іншому – схеми, які придумала людина) є

розрядженими, кількість елементів в них n_e співвідноситься з кількістю вузлів n по закону $n_e \sim kn$, де k – деяке невелике число ($k: 1-3$). Вилучення вузлів при реалізації топологічного методу перетворює через кілька кроків розряджений граф в практично повний граф (хоча і меншого порядку), а в повному графі аналогічне ставлення між елементами і вузлами

має вигляд $n_e = n(n-1)/2$. Таке катастрофічне збільшення кількості ненульових елементів ланцюга робить ручний розрахунок неможливим. У «комп'ютерному поданні» ця проблема повністю знімається.

У зв'язку зі сказаним, видається цікавим розширити топологічний метод на випадок лінійних ланцюгів, включених в ланцюг змінного струму. З цією метою нами було проведено наступне емпіричне дослідження: ми застосували правило (1) до розрахунку імпедансу лінійних схем, включених в мережу зі змінного струму. Для цього ми замінили у формулі (1) опори елементів їх імпедансами (уявними опорами). У всіх випадках, які ми досліджували, топологічний метод давав таку ж відповідь, як і стандартний метод, заснований на застосуванні законів Кірхгофа. Це спостереження дозволяє нам сформулювати гіпотезу і поставити задачу для подальшого дослідження.

Гіпотеза подальшого дослідження. Імпеданс будь-якої лінійної ланцюга може бути знайде топологічним методом за допомогою (1). *Проблема для подальшого дослідження.* Слід знайти більш загальне обґрунтування топологічного методу, ніж було дано в [2]. Справа в тому, що для випадку постійного струму обґрунтування було проведено на основі енергетичного принципу (принципу мінімального тепловиділення). Можливість розширення даного принципу на випадок змінного струму не здається нам апіорі очевидною. На наш погляд, тут може існувати інший, більш загальний принцип, який містить енергетичний принцип в якості свого окремого випадку. Знаходження такого принципу ми вважаємо метою нашого подальшого дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Корнеева, Т. П. X турнир юных физиков [Текст] / Т. П. Корнеева, Е. Н. Юносов, Я. В. Яминский. – Квант, 1987, №8, – с. 59-60.
2. Соколов, Е. П. О простом и сложном [Текст] / Е. П. Соколов. – Квант, 2002, №2, – стр. 7-12.