

УДК 621.3.012

Козлов В.В.¹, Набокова О.В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² доц. НУ "Запорізька політехніка"

АНАЛІЗ ПЕРІОДИЧНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕТА MATHCAD

В наш час у зв'язку з поширення пандемії все більше уваги приділяють дистанційному навчанню. Це потребує переосмислення питань проведення лабораторних та практичних занять з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки". Деякі з них можна розв'язати шляхом використання для аналізу електричних та магнітних кіл пакетів програм комп'ютерної математики, серед яких одним з найбільш популярних є MathCAD. Пакет MathCAD створювався як потужний мікрокалькулятор, що дозволяє легко справлятися з рутинними завданнями. Сюди можна віднести рішення алгебраїчних і диференціальних рівнянь з постійними і змінними параметрами, аналіз функцій, пошук їх екстремумів, чисельне і аналітичне диференціювання та інтегрування, використання таблиць і графіків при аналізі знайдених рішень. Головним достоїнством пакета Mathcad і його колосальною перевагою перед іншими системами є: легкість і наочність програмування задач; запис складних математичних виразів в тому вигляді, в якому вони зазвичай записуються на аркуші паперу; простота у використанні; можливість створення вбудованими засобами високоякісних технічних звітів з таблицями, графіками, текстом.

У якості приклада використання пакета MathCAD розглянемо для аналізу джерел несинусоїдної напруги.

Аналіз розпочнемо з розгляду джерела напруги пилкоподібної форми період якої $T = 2$ с, а значення напруги змінюється на періоді за лінійним законом $u = 10 \cdot t$. Обмежимося розкладом несинусоїдної функції у ряд Фур'є до 10-ої гармоніки. Результати розрахунку наведено на рис. 1. Окрім графіку функції на рисунку представлені чисельні значення амплітуд косинусоїдних та синусоїдних складових.

$$T := 2 \quad \omega := \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

$$u(t, T) := \begin{cases} 10 \cdot t & \text{if } 0 \leq t \leq 0.99 \cdot T \\ 0 & \text{if } 0.99 \cdot T < t \leq T \end{cases}$$

$$A(k, u, T) := \frac{2}{T} \cdot \int_0^T u(t, T) \cdot \cos(k \cdot \omega \cdot t) dt$$

$$B(k, u, T) := \frac{2}{T} \cdot \int_0^T u(t, T) \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t) dt$$

$$Ng := 10 \quad k := 0..Ng-1 \quad a_k := A(k, u, T)$$

$$i := 1..Ng-1 \quad b_i := B(k, u, T)$$

$$Nt := 100 \quad m := 0..Nt$$

$$ug(t) := \frac{a_0}{2} + \sum_i (a_i \cdot \cos(i \cdot \omega \cdot t) + (b_i \cdot \sin(i \cdot \omega \cdot t) \quad t_m := \frac{T \cdot m}{Nt}$$

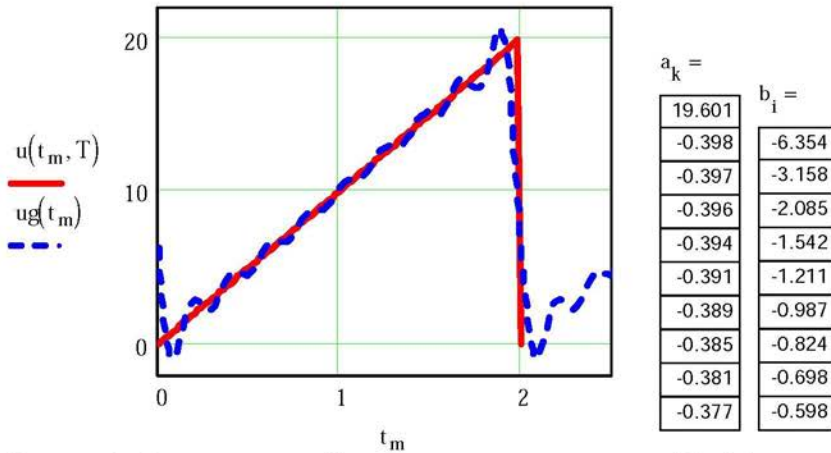


Рисунок 1 - Результати аналізу джерела напруги пилкоподібної форми

Розглянута програма аналізу несунусоїдних джерел напруги може бути використана для розкладення у ряд Фур'є будь яких періодичних функцій що задані аналітично. Для цього достатньо у перших двох рядках програми замінити параметри періоду функції та її аналітичний запис.

Для прикладу розглянемо аналіз вихідної напруги для однонапівперіодних і двонапівперіодних випрямлячів. Вважатиме, що випрямлячі з'єднані з джерелом напруги частотою 50 Гц та діючою напругою 220 В. Відповідно період напруги $T = 0.002$ с та амплітудне значення напруги $U_m = \sqrt{2} \cdot 220 = 311$ В.

Для однонапівперіодних випрямлячів напруга задається функцією

$$u(t, T) := \begin{cases} 311 \cdot \sin(\omega \cdot t) & \text{if } 0 \leq t \leq 0.5 \cdot T \\ 0 & \text{if } 0.5 \cdot T < t \leq T \end{cases}$$

Результати аналізу напруги однонапівперіодного випрямляча наведено на рис. 2.

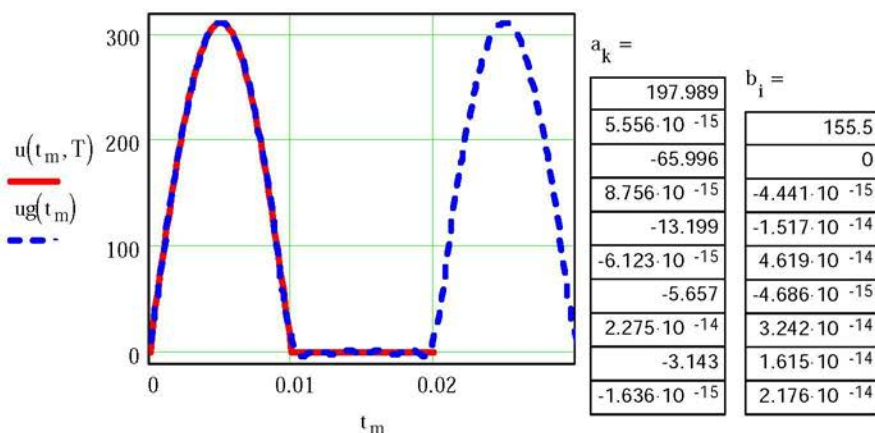


Рисунок 2 - Результати аналізу напруги однонапівперіодного випрямляча

Для двонапівперіодних випрямлячів напруга задається функцією

$$u(t, T) := \begin{cases} 311 \cdot \sin(\omega \cdot t) & \text{if } 0 \leq t \leq 0.5 \cdot T \\ -311 \cdot \sin(\omega \cdot t) & \text{if } 0.5 \cdot T < t \leq T \end{cases}$$

Результати аналізу напруги двонапівперіодного випрямляча наведено на рис. 3.

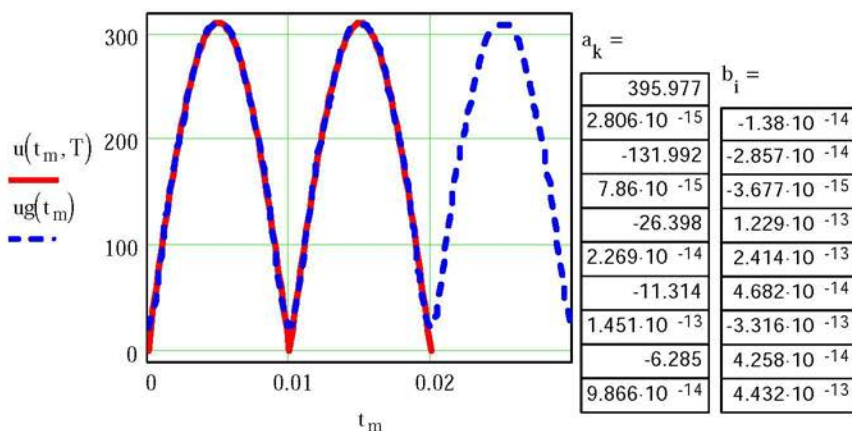


Рисунок 3 - Результати аналізу напруги двонапівперіодного випрямляча

Отримані результати можуть бути використанні у навчального процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Паранчук Я.С., Мороз В.І. Обчислювання та програмування в MathCAD.
2. Козлов В.В., Набокова В.В. Теоретичні основи електротехніки. Усталені режими у лінійних електричних колах. Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 428 с.