https://gluvexlab.com/articles/ispolzovanie-membrannych-filtrov-pri-kultivirovanii-mikroorganizmov/. – Дата доступа: 15.03.2023.

3. Система вакуумной фильтрации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.laboratorii.com/laboratornyj-plastik/vakuumnaya-filtratsionnaya-ustanovka/. – Дата доступа: 15.03.2023.

4. Фильтрационные системы для микробиологического контроля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sartogosm.ru/oborudovanie_dlya_mikrobiologicheskogo_analiza.html. – Режим доступа: 15.03.2023.

УДК 517.518.45

Применение ряда Фурье для представления несинусоидальных параметров электроэнергии

Падрез А. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Научный руководитель: ст. преподаватель, Кленовская И. С.

Аннотация.

В данной работе рассмотрим, как математика воздействует и упрощает работу энергетической сферы. За частую электроэнергия, поставляемая энергоснабжающими организациями, имеет синусоидальный характер, но не все так идеально и зачастую появляются несинусоидальные токи и возникает необходимость их рассчитать и здесь можно воспользоваться методом разложением в ряд Фурье.

Для расчета несинусоидального тока необходимо разобраться в том что же представляет из себя ряд Фурье и благодаря каким условиям мы можем его записать. Рядом Фурье называется разложение функции по базису используя некоторые математические вычисления. Для разложения функции в ряд Фурье необходимо чтобы периодическая функция удовлетворяла условиям Дирихле.

Рассмотрим, что же это за условия Дирихле. Одними из главнейших условий Дирихле является в том, что у функции на заданном периоде должно быть конечное число точек экстремума и разрыва первого рода. В реальной жизни токи и напряжения имеют конечное число точек экстремума и разрыва первого рода и из этого следует то что условие Дирихле выполняется, и мы можем применить разложение данной функции в ряд Дирихле.

Любая непрерывная функция, повторяющаяся на интервале t может быть представлена суммой синусоидальных компонентов, которые называются гармониками. Процесс расчета значений и фаз гармонических составляющих называется гармоническим анализом. Из сказанного выше можно сказать, что любую гармоническую функцию $x(t)$ можно разложить на гармонические составляющие. Пример разложения на гармоники представлен в формуле 1.

$$x(t) = A_{1m} \times \sin(wt + \alpha_1) + A_{m2} \times \sin(2wt + \alpha_2) + \cdots = \\ = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{mk} * \sin(\alpha_k) \times \cos(wt), \quad (1)$$

где A_0 – постоянная составляющая;

A_1 – первая основная гармоника;

$A_{mk} \times \sin(kwt + \alpha_k)$ – высшие гармоники.

Данное разложение применяется для токов, а также и для других электрических несинусоидальных параметров, такими параметрами являются напряжение, электродвижущая сила и многие другие величины, характеризующие характер энергии. За частую, для упрощения расчетов, в электротехнике при расчетах заменяют синусы на косинусы и при данной замене изменяются исключительно к изменению начальных фаз членов ряда.

Для нахождения ряда Фурье необходимо найти коэффициенты, которые в дальнейшем помогут грамотно и правильно составить ряд. Для нахождения параметров ряда выражают высшую гармонику через введение новых переменных. Произведем замену переменных:

$$A_{mk} \times \sin(kwt + \alpha_k) = A_{mk} \cos \alpha_k \times sinwt - A_{mk} \times \\ \times sin\alpha_k \times coswt = \times \sin(wt) + C_k \times \cos(wt). \quad (2)$$

Благодаря такой замене переменных мы можем вычислить модуль значения параметра электрического сигнала, а также найти угол сдвига фаз данного параметра. Такая запись гораздо упрощает все расчеты и позволяет сократить время расчета и увеличить точность.

На данном этапе мы уже можем составить выражения, которые выразят коэффициенты последнего выражения. Исходя из формул (1) и (2) мы можем выразить коэффициенты:

$$A_0 = \frac{1}{\pi} \times \int_0^{2\pi} x(wt)\,\mathrm{d}(wt);$$
$$B_{mk} = \frac{1}{\pi} \times \int_0^{2\pi} \mathrm{x}(wt) \times \sin(kwt)\,\mathrm{d}(wt); \qquad (3)$$
$$C_{mk} = \frac{1}{\pi} \times \int_0^{2\pi} x(wt) \times \cos(kwt)\,\mathrm{d}(wt).$$

Получив значения из формул (3) и подставив в математическую формулу ряда Фурье, мы получим ряд, из которого можно поставить в соответствие определенный электрический параметр. Каждая рассчитанная гармоническая составляющая ряда Фурье соответствует некоторому синусоидальному сигналу в электрической.

Амплитуды гармоник могут иметь одно уникальное значение в данном ряду или амплитуды нескольких гармоник могут иметь равные значения и такой своеобразный характер гармоник оправдывается нелинейностью электрического параметра и от его формы. В реальности у нелинейного тока с увеличением порядка гармоники амплитуды этих гармоник начинают монотонно либо с локальными экстремумами двигаться на уменьшение. Такая тенденция обеспечивает сходимость сходимость ряда Фурье.

Такое выражение можно написать более понятно, сумма бесконечного числа гармоника, составляющих данный ряд, равна конечному значения электрического параметра.

Подведем итог данной исследовательской работы и сделаем выводы о пользе применения ряда Фурье для вычисления несинусоидальных токов. Перевод несинусоидального тока в вид математического ряда позволяет нам получить идентичную аналитическую формулу записи мгновенных значений любого параметра несинусоидальных электрических сигналов. Разложение в ряд Фурье позволяет изменить задачу, связанную с расчетом данного режима передачи энергии в более простую в которой решение сводится к нахождению параметров ряда и дальнейшей подстановки их в конечную формулу ряда Фурье и нахождении значения электрического параметра в данный момент времени.

Данный метод решения несинусоидальных токов, напряжений, ЭДС является максимально удобным и выгодным по времени изображением реальных параметров сети. Так же благодаря современным технологиям данный расчет упрощается тем что электроника сама выделяет гармоники и выводит их на экран и оператору остается посчитать их вручную либо воспользоваться программным обеспечением, позволяющим рассчитать ряд Фурье.

Список использованных источников

1. Сайфутдиов, Р. Х. Теория цепей – негармонические, нелинейные и переходные режимы / Р. Х. Сайфутдинов. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2019. – 151 с.

УДК 676.028.3

Анализ существующих систем перемотки рулонных материалов

Пантеенко В. Е., студент

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: к. т. н., доцент Комаровская В. М.

Аннотация.

Описаны требования, предъявляемые к механизмам перемотки рулонных материалов. Рассмотрены системы перемотки рулонного материала в вакуумной камере, а также проведен их анализ. Установлено, что основным недостатком данных систем является необходимость в больших габаритах монтажного пространства.

Формирование покрытий на рулонные материалы невозможно без специальной оснастки, которая будет обеспечивать перемещение материала рулона над распыляемой мишенью с определенной скоростью, за счет чего получают равномерное по толщине и по всей поверхности рулонного материала покрытие. В большинстве случаев,