

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ НЕЧЕТНЫХ ГАРМОНИК

Черепанов А. А.¹, Соловьева А. С.², Машкин А. Г.³

¹Черепанов Артем Алексеевич – студент;

²Соловьева Анастасия Сергеевна – студент;

³Машкин Анатолий Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент,
кафедра информатики, вычислительной техники и прикладной математики, энергетический факультет,
Забайкальский государственный университет, г. Чита

Аннотация: в статье рассматриваются алгоритмы моделирования основных электротехнических характеристик, описывающих процессы в электрических цепях, а также алгоритмы моделирования и измерения нечетных гармоник, присутствующих в любом электрическом сигнале; для моделирования и измерения нечетных гармоник используется программный продукт MATLAB, с помощью которого осуществляется программная реализация исходного электрического сигнала, а также проводится анализ характеристик нечетных гармоник с помощью полосовых фильтров и дискретного преобразования Фурье.

Ключевые слова: фильтрация, тарирование, утечка спектра, ДПФ, MATLAB.

SOFTWARE IMPLEMENTATION SIMULATION AND MEASUREMENT ODD HARMONICS

Cherepanov A.¹, Solovyova A.², Mashkin A.³

¹Cherepanov Artem – student;

²Solovieva Anastasia – student;

³Mashkin Anatolij – candidate of Technical Sciences, docent,
Department of Informatics, Computer Science and Applied Mathematics, Faculty of Energy,
Transbaikial State University, Chita

Abstract: the article deals with the basic algorithms for simulation of electrical characteristics that describe processes in electrical circuits, as well as modeling and measurement algorithms odd harmonics present in any electrical signal; for simulation and measurement of odd harmonics using the MATLAB software, through which the software implementation of the original electrical signal, as well as an analysis of the characteristics of odd harmonics using bandpass filters and discrete Fourier transform.

Keywords: filtration, taring, spectrum leakage, DFT, MATLAB.

УДК 001.57

Как известно из анализа, любая непрерывная функция может быть разложена в интеграл Фурье. Смысл этого разложения в том, что функция представляется в виде суммы синусоид с различными амплитудами. Коэффициенты (амплитуды) при синусоидах называются спектром функции, а сами же синусоиды – гармониками. В общем случае, в сигнале присутствуют как четные, так и нечетные гармоники, однако, если форма аналогово сигнал симметрична во временной области относительно оси абсцисс, в таком сигнале присутствуют только нечетные гармоники [2].

Данная программа позволяет моделировать два вида сигналов: сигнал, представляющий собой сумму синусоид с постоянной начальной фазой и различными значениями амплитуд, и сигнал, состоящий из синусоид с различными начальными фазами и амплитудами.

Цель данной работы состоит в том, чтобы с использованием программного средства MATLAB обнаружить спектральную составляющую в нечетных гармониках после применения полосового фильтра и убедиться в наличии факта «утечки спектра» сигнала после применения к нему ДПФ.

Моделирование токов и напряжений

Основными электротехническими характеристиками, описывающими процессы в электрических цепях, являются токи и напряжения. В нашем случае мы считаем обе величины действительными, разность фаз нулевой, а сопротивление - константой. Поскольку вычисление значения тока в этом случае производится по закону Ома, то задача моделирования электротехнических процессов в цепях сводится к задаче моделирования напряжения. Моделирование напряжения происходит путем суммирования мгновенных значений основной гармоники (50Гц) с мгновенными значениями нечетных гармоник [1]. Амплитуда основной гармоники всегда остается константной и равна $\sqrt{2} * 220 = 311,127\text{В}$, а амплитуды остальных задаются случайным образом в диапазоне от 0 до 100 процентов от амплитуды основной гармоники. Пользователь определяет количество нечетных гармоник, присутствующих в сигнале, а также длительность самого сигнала.

Измерение нечетных гармоник

Для измерения нечетных гармоник осуществляется их фильтрация полосовым фильтром, и параллельно проводится ДПФ для получения спектра исходного сигнала, а также выводится амплитудно-частотная характеристика сигнала. Фильтрация сигнала полосовым фильтром показана на рисунке 1.

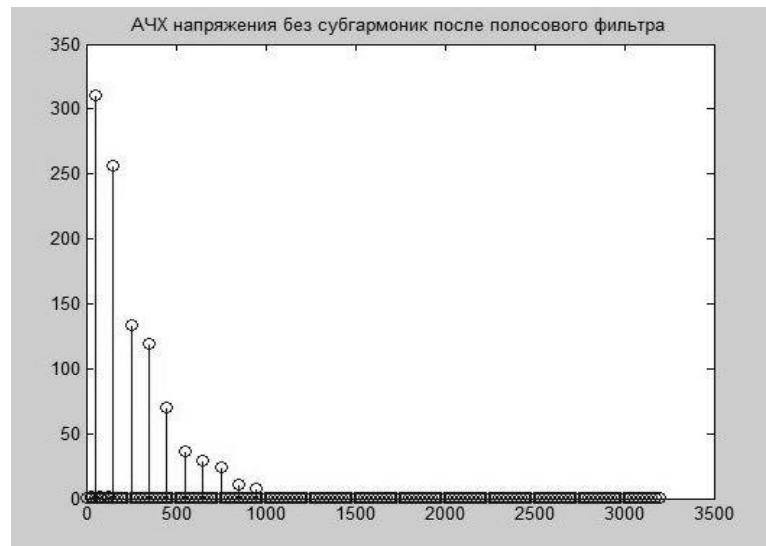


Рис. 1. Фильтрация сигнала полосовым фильтром

На рисунке 2 показан спектр исходного сигнала после применения к нему дискретного преобразования Фурье. На рисунке 3 показана амплитудно-частотная характеристика исходного сигнала.

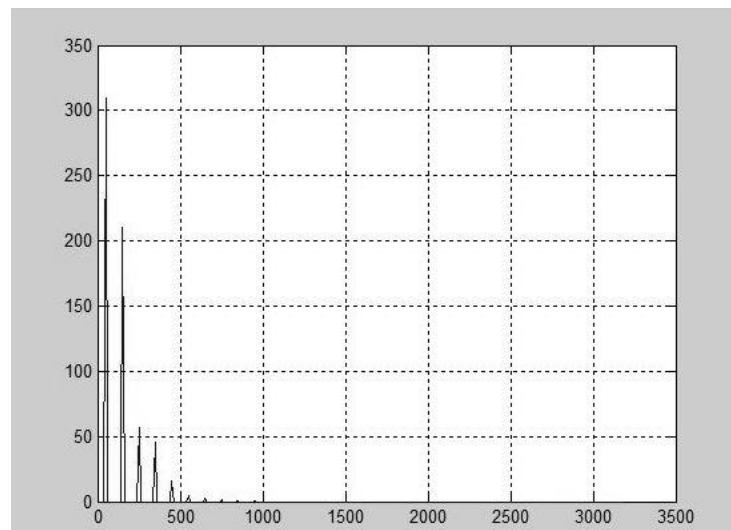


Рис. 2. Спектр исходного сигнала

Для вычисления значений амплитуд сигнала после применения полосового фильтра вычисляются коэффициенты тарирования. Для этого значения амплитуд нечетных гармоник массива АЧХ исходного сигнала делятся на соответствующие значения амплитуд нечетных гармоник после применения полосового фильтра. После этого значения амплитуд нечетных гармоник, полученные после применения полосового фильтра, умножаются на соответствующие коэффициенты тарирования [3].

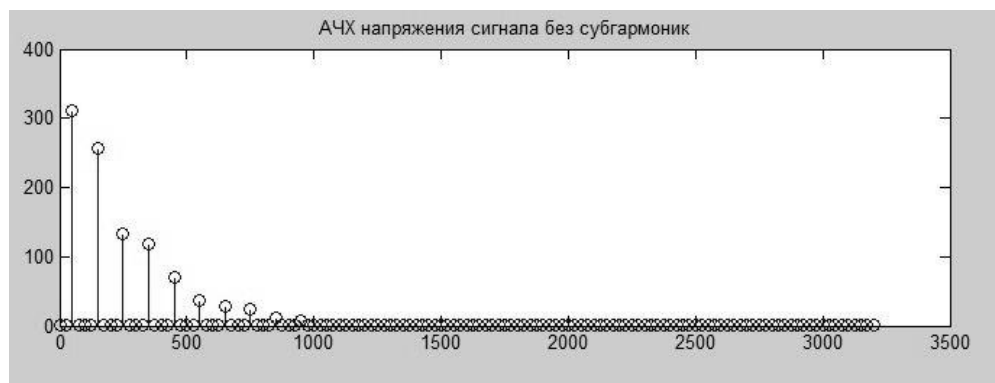


Рис. 3 АЧХ исходного сигнала

Полученные графики дают информацию о том, что после применения ДПФ к исходному сигналу амплитуды соответствующих гармоник содержат спектральную компоненту, которая на графике спектра представляет собой «утечку ДПФ».

Список литературы

1. *Кривцов О. А.* Системы цифровой обработки сигналов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://learndsp2012.tom.ru/home/> (дата обращения: 14.04.2016).
2. *Дашенков В. М.* Спектральный анализ и синтез сигналов: методическое пособие к лабораторным и практическим занятиям по курсам «Радиотехнические цепи и сигналы», «Теоретические основы радиотехники» / В. М. Дашенков. Мн.: БГУИР, 2004. 20 с.
3. *Михалин С. Н., Геворкян В. М.* Прецизионное измерение частоты основной гармоники полигармонических сигналов. Вестник МЭИ. № 2, 2005. С. 115 – 118.