Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Основы радиоэлектроники и связи»

Лабораторная работа № 1
Анализ и синтез периодических сигналов с помощью рядов Фурье

Цель работы:

Изучение прямо го и обратного преобразований Фурье для различных типов сигналов.

Типы исследуемых сигналов

- Последовательность прямоугольных импульсов.
- Последовательность треугольных импульсов.
- Последовательность косинусоидальных импульсов

Вычислительная программа предусматривает расчёт амплитуд и фаз гармонических составляющих для указанных выше сигналов. Эти сигналы являются прототипами для синтеза новых сигналов. Синтез производится по формуле обратного преобразования Фурье с ограничением числа суммируемых гармоник:

$$s(t) = a_0 + \sum_{n=M}^{N} A_n \cos(\frac{2\pi}{T} nt),$$

где a_0 - постоянная составляющая, A_n - амплитуда n-й гармоники спектра прототипа синтезируемого сигнала, M - первый член ряда, N - последний член ряда при синтезе.

В программе задаётся:

- для последовательности прямо угольных импульсов: амплитуда E, длительность импульсов tau и период повторения T;
- для последовательности треугольных импульсов: амплитуда E и период T;
- последовательности косинусоидальных импульсов: амплитуда E, период T и угол отсечки tetta (в градусах).

Предварительная подготовка

Для сигналов в виде периодических последовательностей чётных прямоугольных, треугольных и косинусоидальных импульсов вывести формулы для определения частот, амплитуд и фаз гармоник спектра, а также соотношение для огибающих АЧС и ФЧС сигналов. Параметры сигналов выбрать самостоятельно.

Пример выбора параметров сигналов:

- прямоугольный: E = 1В, tau = 10мкс, T = 45мкс;
- треугольный: E = 1В, T = 45мкс;
- косинусоидальный: E = 1В, T = 45мкс, tetta = 750.

Для выбранных вариантов параметров сигналов рассчитать частоты и амплитуды первых десяти гармоник. Построить амплитудно-частотные спектры выбранных сигналов.

С помощью соотношения для огибающей АЧС построить три-четыре лепестка амплитудного спектра, определить частоты и номера гармоник, соответствующих границам лепестков (нули АЧС).

Записать и построить графики временных функций синтезированных сигналов, если учитывать постоянную составляющую и:

- только одну первую гармонику,
- первую и вторую гармонику,
- первую, вторую и третью гармонику.

Методика работы с программой

Окно программы располагается в настоящем описании в пункте "задание" слева от вариантов синтеза. В случае, если программа не запустилась, проверьте, что Вы используете Web-браузер, поддерживающий Java 1.1 (например, MS Intemet Explorer

версии 4.0 и выше).

При запуске программы Вы должны увидеть осциллограмму исходного (красный) и синтезированного (голубой) сигналов; спектр синтезированного сигнала; поля ввода параметров сигнала и вариантов синтеза.

Параметры сигнала

E - амплитуда сигнала;
tau - длительность импульса (только для прямоугольного сигнала);
T - период;
teta - угол отсечки (только для косинусоидального сигнала).

Варианты синтеза

м -номер первого члена разложения Фурье, участвующего в синтезе;
N - номер последнего члена разложения Фурье, участвующего в синтезе; *
суммировать a0 - учитывать нулевую гармонику при синтезе;
суммировать по модулю - не учитывать знак амплитуд гармоник при синтезе.

Режим работы

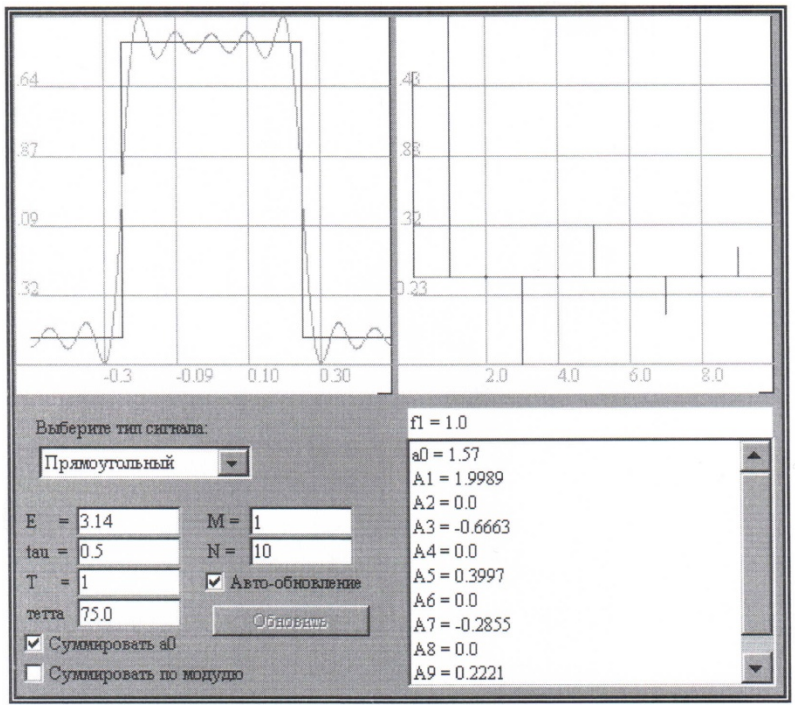
При включённом переключателе "Авто-обновление" перерасчет происходит сразу после ввода нового значения параметра. В случае, если этот переключатель выключен, для обновления следует нажать кнопку "Обновить". Переключатель "Авто-обновление" рекомендуется выключить при работе на маломощных компьютерах, когда включённый режим "Авто-обновление" вызывает длительные задержки.

*Примечание: При большом значении N (>60) на графике часть амплитуд может оказаться сдвинутой на 1 пиксель. Рекомендуемые значения, при которых упомянутый эффект не наблюдается: N = 60, 80, 120. При других значения N на данный эффект не следует обращать внимание.

Результаты расчёта выводятся в список в правом нижнем углу окна про граммы. В список выводится не более 20 значений амплитуд, но одновременно может быть показано лишь 10. Остальные можно увидеть используя полосу прокрутки.

Контрольный вариант анализа

Параметры контрольного варианта: тип сигнала - Прямоугольный, E = 3.14В, T = 1с, tau = 0.5с, M = 1, N = 10.



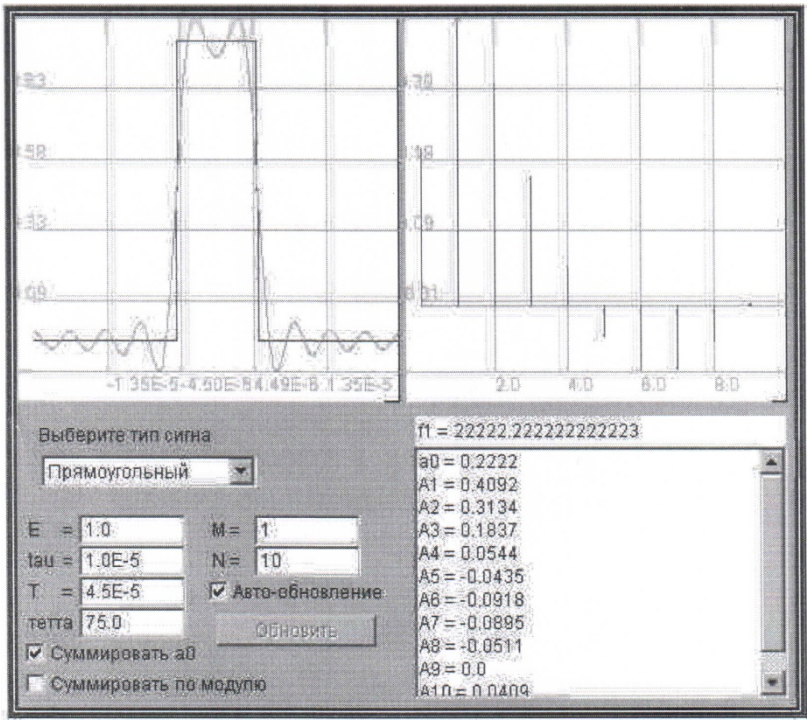
Задание

В соответствии с указанными ниже вариантами синтеза для трех заданных типов и выбранных параметров сигналов провести анализ и синтез по Фурье. Выписать с экрана амплитуды десяти составляющих, сравнить с рассчитанными во время предварительной подготовки значениями. Результаты синтеза зарисовать.

Варианты синтеза

Для последовательности прямоугольных импульсов:
а) M=1, N=10
б) M=1, N =1
в) M=2, N=2
г) M=3, N =3
д) M=1, N =2
е) M=1, N =3
ж) M=l, N = номеру первого нуля АЧС
з) M=l, N = номеру второго нуля АЧС
и) M=l, N = 80 или 120
к) M=l, N = 80 или 120; при сложении амплитуд знак не учитывать (суммировать по модулю).

Для последовательностей треугольных и косинусоидальных импульсов:
а) M=l, N =10
б) M=l, N =? - перебрать несколько вариантов значений N, при котором синтезированный сигнал мало отличается от исходного.



Содержание отчёта

- параметры сигналов;
- формулы для амплитуд составляющих и огибающих АЧС и ФЧС;
- рассчитанные предварительно частоты и амплитуды;
- частоты и амплитуды спектров, полученные на ЭВМ;
- картины АЧС и синтезированных сигналов.

Контрольные вопросы

1. Как влияет четность или нечетность сигнала на АЧС и ФЧС сигнала?
2. Как зависит спектр сигнала от периода сигнала?
3. Как влияет длительность импульсов периодического сигнала на АЧС и его огибающую?
4. Какова связь синтезируемого сигнала с АЧС и ФЧС сигнала-прототипа?
5. Записать соотношения для прямо го и обратного преобразования Фурье периодических сигналов в тригонометрической и экспоненциальной форме.
6. Связь коэффициентов ряда Фурье тригонометрической и экспоненциальной формы. Объяснить смысл отрицательной частоты в экспоненциальном ряде Фурье.