

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Телекоммуникационные технологии

Отчет по лабораторной работе №3

Линейная фильтрация

Работу

выполнил:

Городничева Л.В.

Группа: 33501/3

Преподаватель:

Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2017

Содержание

1. Цель работы	2
2. Постановка задачи	2
3. Теоретическая информация о линейной фильтрации	2
4. Ход выполнения работы	3
4.1. Генерация гармонического сигнала с шумом	3
4.2. Фильтрация сигнала	4
5. Выводы	6

1. Цель работы

Изучить воздействие ФНЧ на тестовый сигнал с шумом

2. Постановка задачи

Сгенерировать гармонический сигнал с шумом и синтезировать ФНЧ. Получить сигнал во временной и частотной областях до и после фильтрации. Сделать выводы о воздействии ФНЧ на спектр сигнала.

3. Теоретическая информация о линейной фильтрации

Для формирования гармонического сигнала используем формулу:

$$s = A * \cos(2 * \pi * f * t) \quad (1)$$

Фильтр нижних частот (ФНЧ) - фильтр, эффективно пропускающий частотный спектр сигнала ниже некоторой частоты (частоты среза) и подавляющий частоты сигнала выше этой частоты.

Динамические свойства линейной цепи полностью определяются одной из двух характеристик: частотной характеристикой и импульсной. Одна из них может быть найдена из другой по формулам преобразования Фурье:

$$g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} G(f) * e^{(j*2*\pi*f*t)} df \quad (2)$$

$$G(f) = \int_0^{\infty} g(t) * e^{(-j*2*\pi*f*t)} dt \quad (3)$$

Преобразование сигнала линейной цепью можно рассматривать как в частотной области:

$$Y(f) = X(f)G(f) \quad (4)$$

, так и во временной.

Связи между входным и выходными сигналами во временной и в частотной областях схематически показаны на рис. 3.0.1.

Амплитудно-частотная характеристика $G(\omega)$ фильтра Баттерворта n-ого порядка:

$$G^2(\omega) = \frac{G_0^2}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^{2n}} \quad (5)$$

, где n - порядок фильтра, ω - частота среза, G_0 - коэффициент усиления на нулевой частоте.

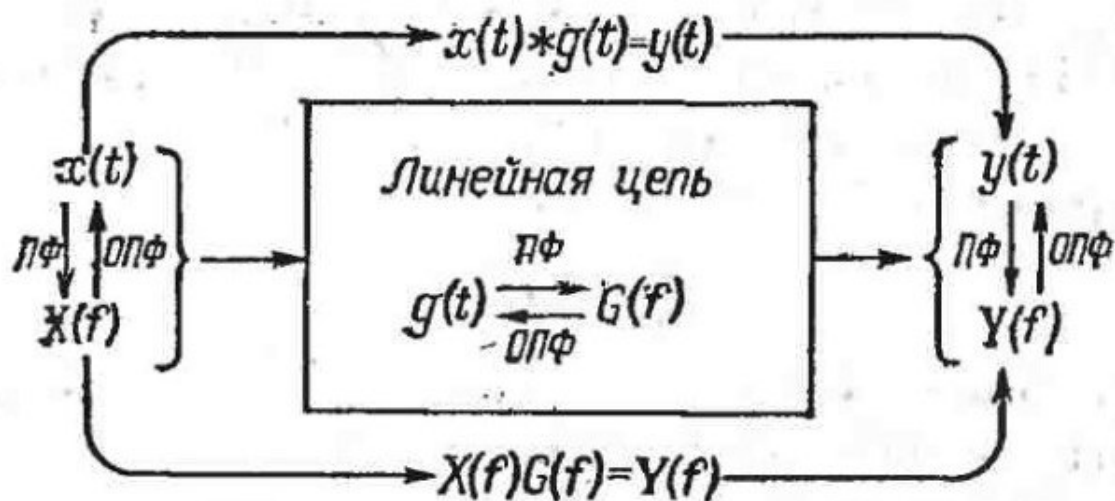


рис. 3.0.1. Преобразование сигнала линейной цепью

4. Ход выполнения работы

4.1. Генерация гармонического сигнала с шумом

Схема в Simulink сначала создает низкочастотный сигнал, затем высокочастотный, затем складывая их для получения зашумленного сигнала (рис. 4.1.1).

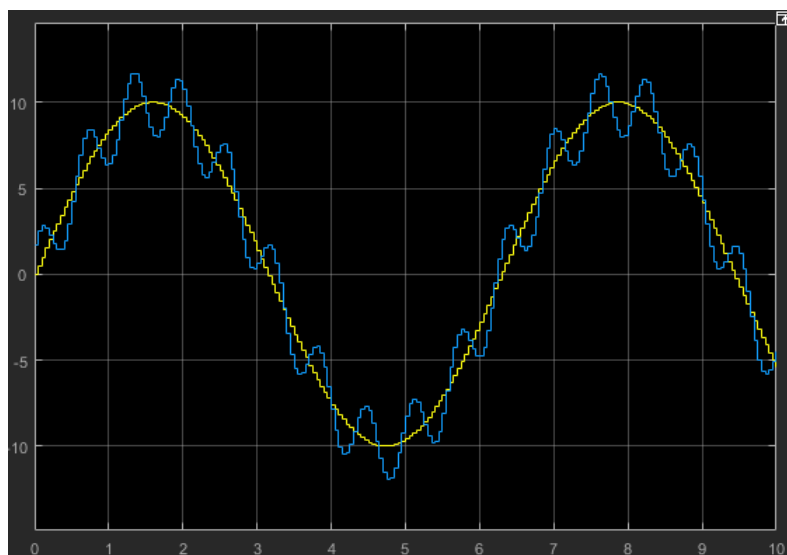


рис. 4.1.1. Зашумленный сигнал

На спектре зашумленного сигнала (рис. 4.1.2) видно две гармоники.

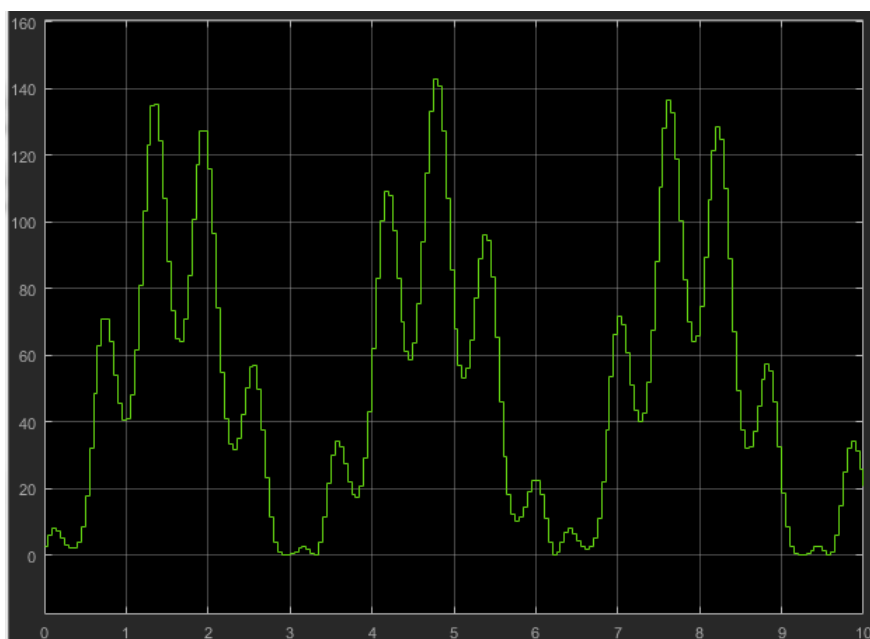


рис. 4.1.2. Спектр зашумленного сигнала

4.2. Фильтрация сигнала

Используя фильтр КИХ 84 порядка, отфильтруем сигнал (рис. 4.2.1).

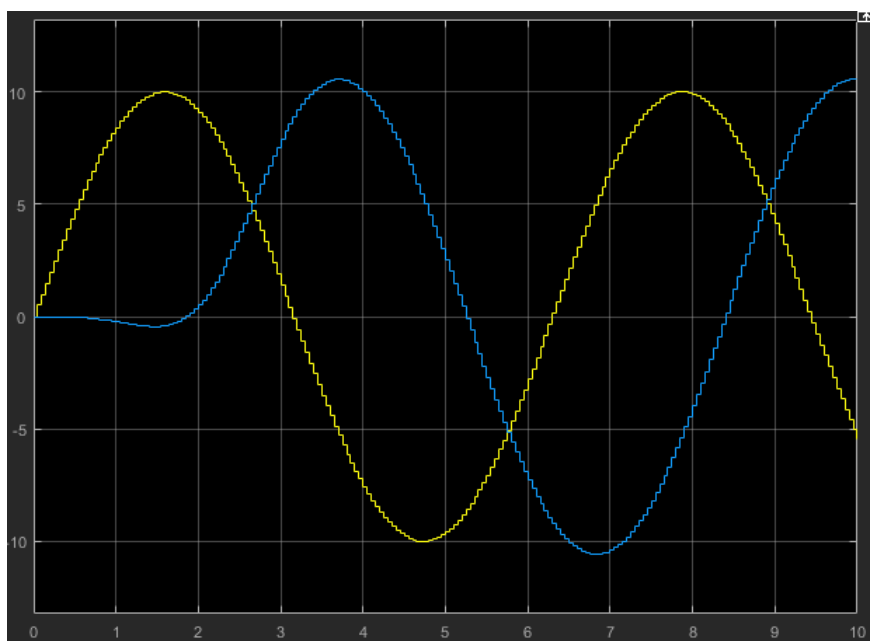


рис. 4.2.1. Сигнал после фильтрации (исходный и отфильтрованный)

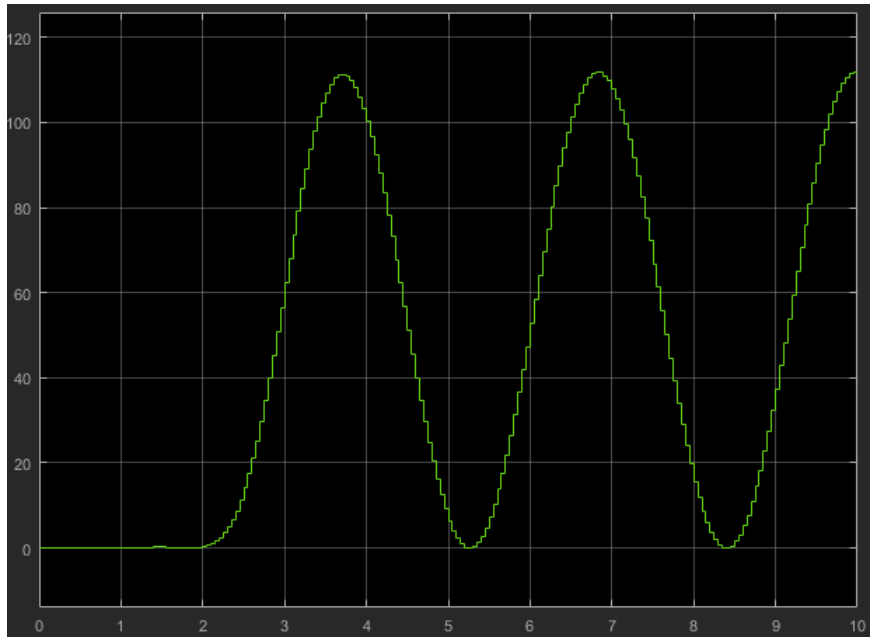


рис. 4.2.2. Спектр отфильтрованного сигнала

Поменяем порядок фильтра (на 20ый) и снова отфильтруем исходный сигнал (рис. 4.2.3).

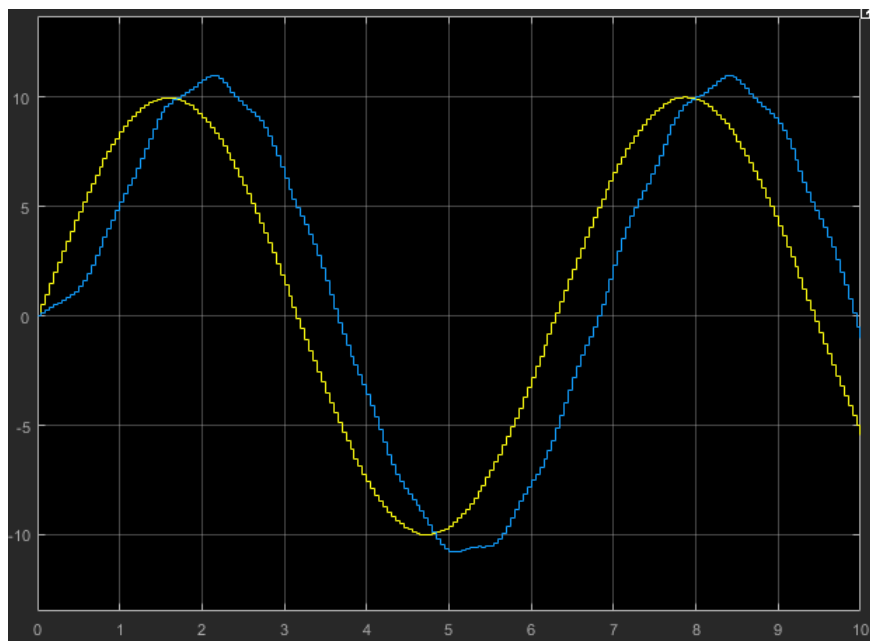


рис. 4.2.3. Сигнал после фильтрации (исходный и отфильтрованный)

На рисунке выше можно заметить, что данный фильтр плохо отфильтровал зашумленный сигнал. Теперь поменяем порядок фильтра на 200 (рис. 4.2.4).

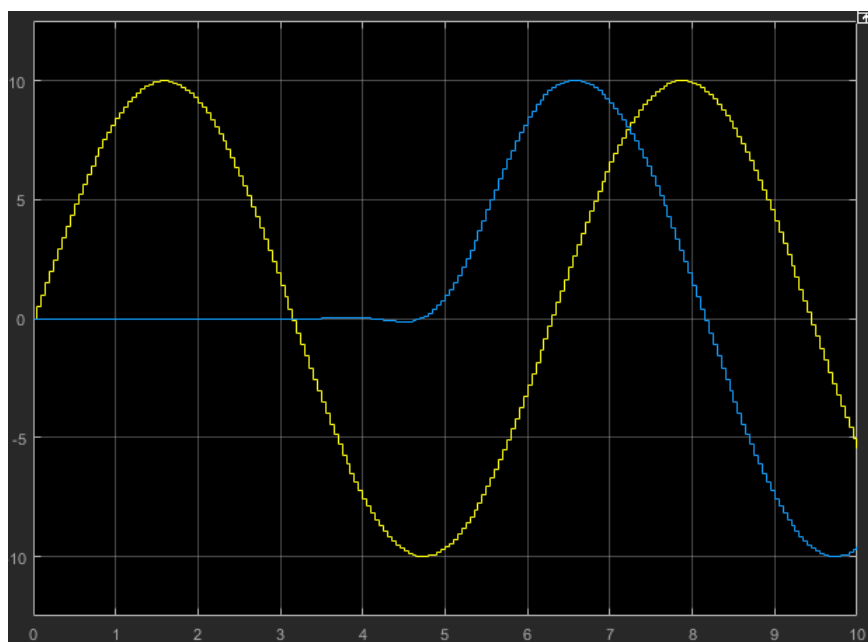


рис. 4.2.4. Сигнал после фильтрации (исходный и отфильтрованный)

Видно, что фильтр более высокого порядка фильтрует со значительной задержкой.

5. Выводы

В данной лабораторной работе было изучено воздействие фильтра нижних частот (ФНЧ) на тестовый сигнал с шумом.

Фильтр нижних частот оставляет частоты, которые ниже заданной частоты среза. В проделанном примере в спектре сигнала фильтр оставил гармонику, соответствующую нижней частоте, а более высокую гармонику шума убрал.

При прохождении сигнала через линейную цепь происходит свертка исходного сигнала с окном, которое получено путем аппроксимации желаемой АЧХ. Неполное удаление шума линейным фильтром происходит по причине того, что аппроксимация АЧХ не убирает полностью сигнал после частоты среза, а лишь постепенно его ослабляет, соответственно часть шума остается.