

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:
Ерняязов Т.Е.
Группа: 33501/3
Преподаватель:
Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2017

Содержание

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

1. Цель работы

Изучить воздействие фильтра нижних частот на тестовый сигнал с шумом.

2. Постановка задачи

Сгенерировать тестовый гармонический сигнал с шумом, синтезировать ФНЧ, отфильтровать сигнал с шумом. Посмотреть, как ФНЧ влияет на спектр сигнала.

3. Теоретическая информация

Для генерации тестового гармонического сигнала можно воспользоваться формулой:

$$s(t) = A \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi), \quad (1)$$

где A - амплитуда, f - частота, t - вектор времени, φ - фазовый сдвиг.

Для добавления шума следует сложить исходный сигнал с таким же сигналом другой частоты.

Фильтр - устройство для выделения желательных компонентов спектра электрического сигнала и/или подавления нежелательных.

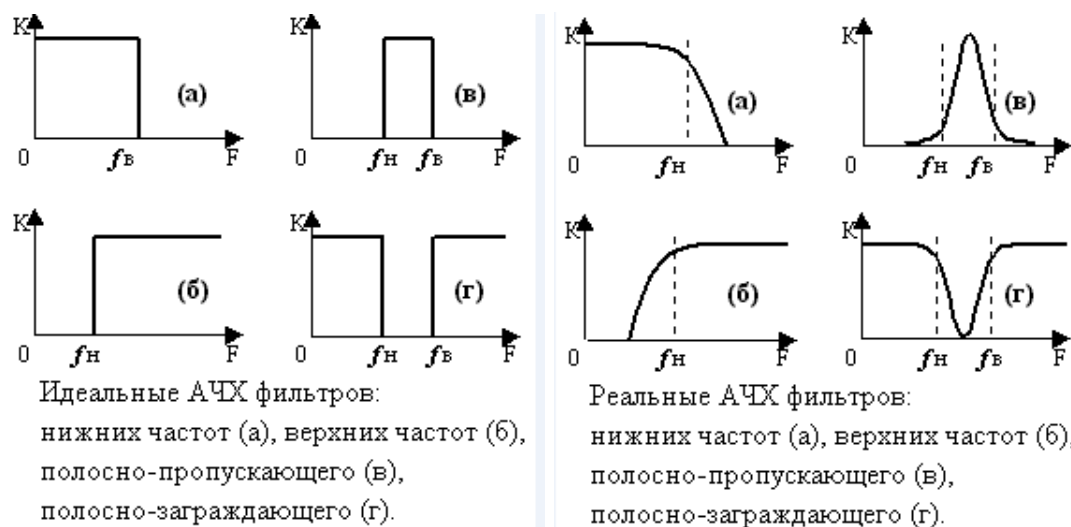


Рис. 3.0.1. АЧХ различных фильтров

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

Для приближения реальной АЧХ к желаемой, используется аппроксимация Баттерворта. АЧХ такого фильтра Баттерворта n -ого порядка можно вычислить по формуле:

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

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

4. Ход работы

4.1. Генерация тестового гармонического сигнала с шумом

Сгенерируем гармонический сигнал с частотой 50 Гц.

Листинг 1: Генерация гармонического сигнала

```
1 %%  
2 Fn = 50;  
3 Fd = Fn * 100;  
4 Td = 1/Fd;  
5 t = 0:Td:0.5;  
6  
7 signal = cos(2*pi*Fn.*t);  
8  
9 figure;  
10 plot(t, signal);
```

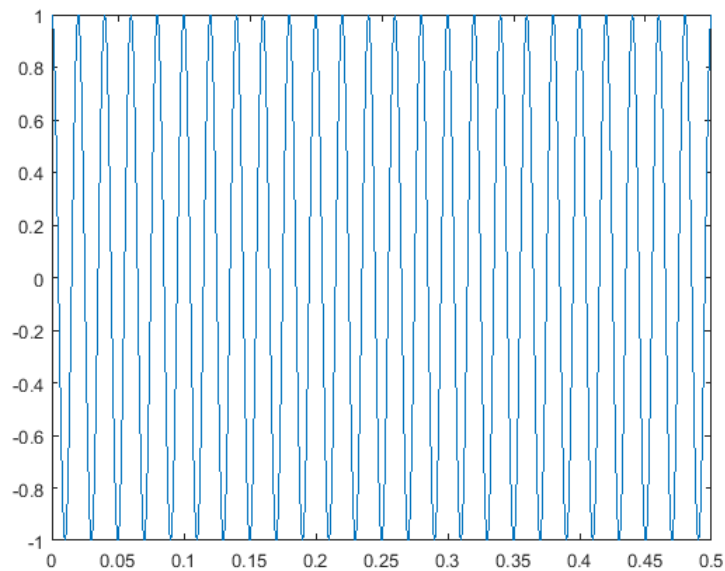


Рис. 4.1.1. Гармонический сигнал

Теперь добавим к этому сигналу шум (такой же сигнал с частотой 100 Гц):

Листинг 2: Внесение шума к исходному сигналу

```
1 %%  
2 Fn2 = 100;  
3 signal = signal + cos(2*pi*Fn2.*t);  
4 signal_f = fft(signal);  
5  
6 figure;  
7 plot(t, signal);  
8 figure;  
9 plot(1./t, abs(signal_f));
```

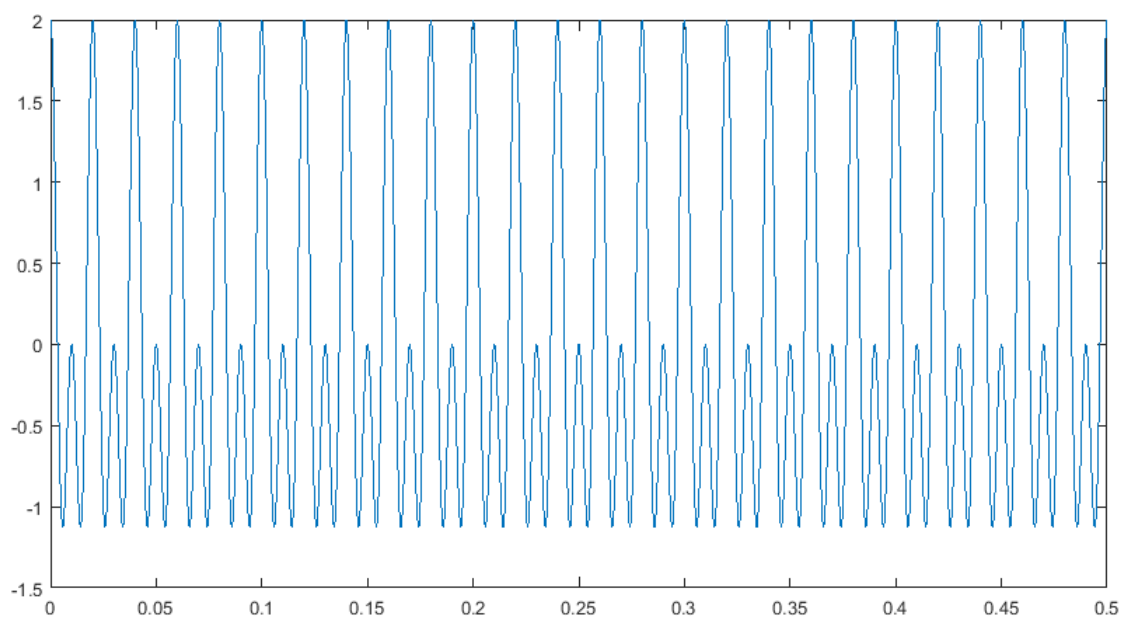


Рис. 4.1.2. Гармонический сигнал с шумом

Спектр гармонического сигнала с шумом:

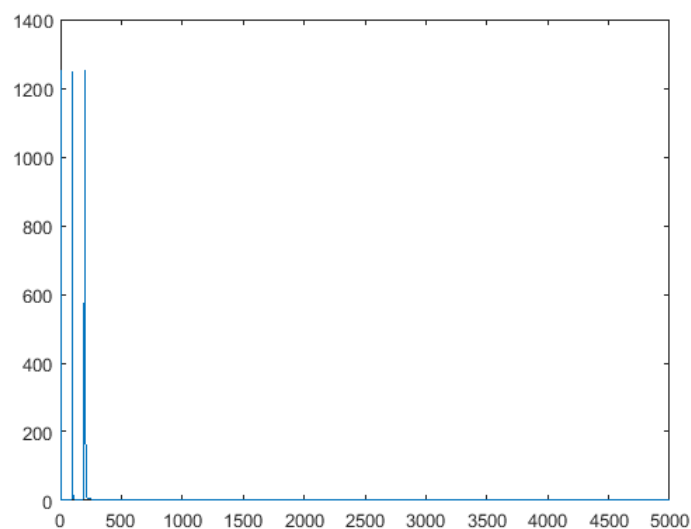


Рис. 4.1.3. Спектр зашумленной гармоники

Видно, что в сигнале присутствуют 2 гармоники разной частоты.

4.2. Фильтрация сигнала

Для фильтрации шума используем ФНЧ Баттерворта 4-ого порядка. Для этого воспользуемся встроенными функциями MATLAB. Получили отфильтрованный сигнал, он установился с некоторой задержкой.

Листинг 3: Фильтрация

```
1 %%  
2 [b, a] = butter (4, Fn*2/Fd);  
3 y_signal = filter (b, a, signal);  
4 y_signal_f = fft(y_signal);  
5  
6 figure;  
7 plot(t, y_signal);  
8 figure;  
9 plot(1./t, abs(y_signal_f));
```

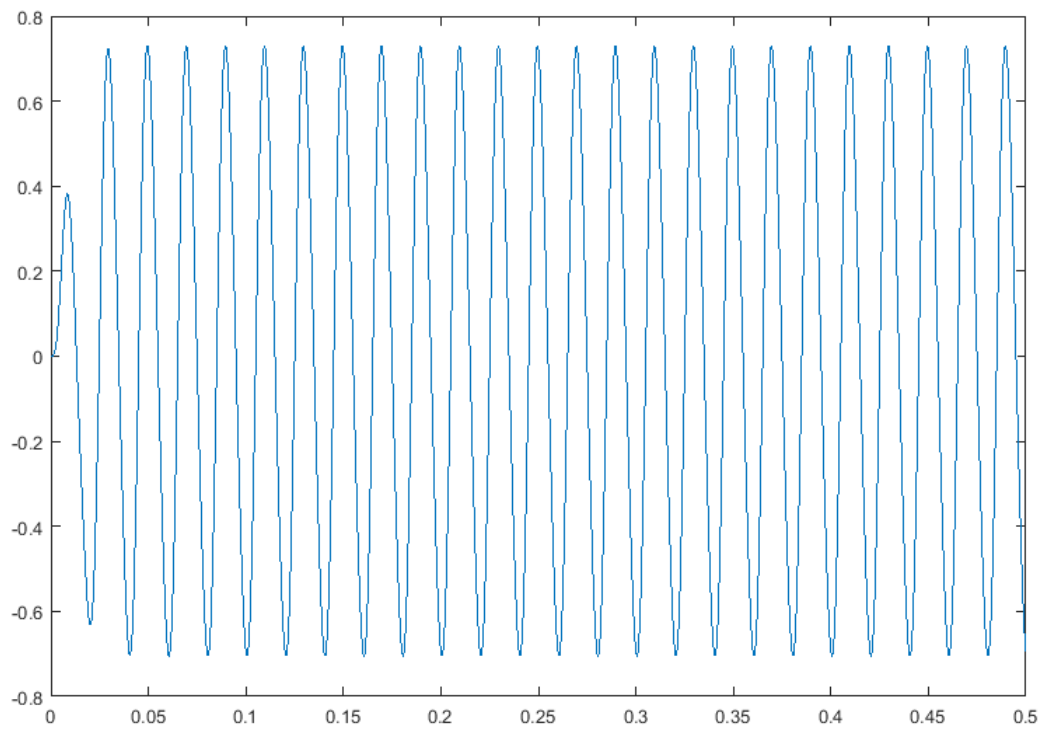


Рис. 4.2.1. Сигнал после прохождения фильтра

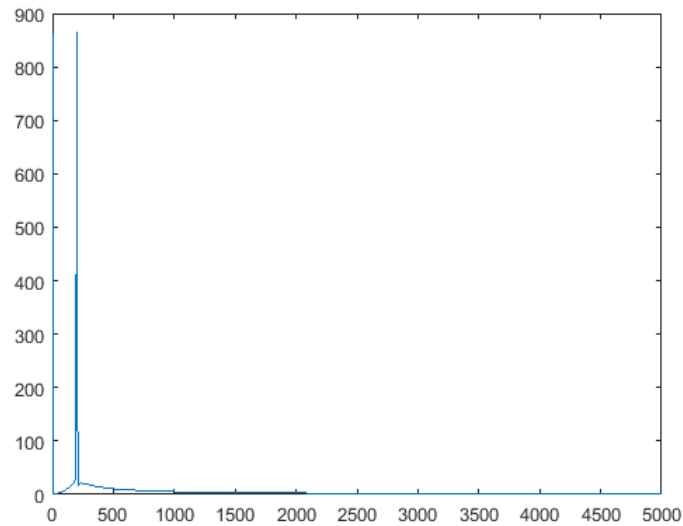


Рис. 4.2.2. Спектр отфильтрованного сигнала

В спектре теперь видим только одну гармонику.

5. Выводы

В ходе работы было рассмотрено действие ФНЧ на зашумленный сигнал. Фильтр оставил сигнал с частотой ниже частоты среза и убрал шум. При прохождении сигнала через фильтр происходит свертка с окном желаемой АЧХ. Неполное подавление шума можно объяснить из-за неидеальности АЧХ фильтра, на частоте среза реальная АЧХ фильтра и идеальная очень сильно разнятся.