

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:
Вашуров А., гр 33501.4
Преподаватель:
Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2017

Содержание

1. Цель работы.....	3
2. Постановка задачи.....	3
3. Теоретический раздел.....	3
4. Ход работы	
4.1. Генерация гармонического сигнала с шумом.....	4
4.2. Фильтрация сигнала.....	5
5. Вывод.....	6
6. Приложение.....	7

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. Теоретический раздел

Для генерации гармонического сигнала можно воспользоваться формулой

$s = A \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t + \phi)$, где A — амплитуда сигнала, f — частота, t — вектор отсчетов времени, ϕ — смещение по фазе.

Любой фильтр работает по принципу умножения сигнала в частотной области на коэффициент, зависящий от частоты. Фильтр усиливает (или не изменяет) частоты в диапазоне и ослабляет вне его. Так, фильтр нижних частот ослабляет частоты выше заданной границы, умножая их на маленький коэффициент.

Фильтры делятся на БИХ (с бесконечной импульсной характеристикой) и КИХ (с конечной импульсной характеристикой). Основным свойством БИХ фильтров является то, что их импульсная переходная характеристика имеет бесконечную длину во временной области. У КИХ фильтров гарантируется, что с какого-то момента импульсная характеристика станет равна 0. Это делает их более устойчивыми, по сравнению с БИХ фильтрами. Самая важная особенность КИХ фильтров заключается в возможности получения точной линейной фазовой характеристики. Основным методом расчета коэффициентов является модифицированный алгоритм Ремеза — (Parks-McClellan algorithm). Это косвенный итерационный метод для нахождения оптимальных значений с Чебышевской характеристикой фильтра. Особенность метода заключается в минимизации ошибки в полосе затухания и пропускания путем Чебышевской аппроксимации импульсной характеристики. В работе используется КИХ фильтр с равномерно пульсирующей АЧХ (equiripple filter).

4. Ход работы

Листинг программы представлен в Приложении

4.1 Генерация гармонического сигнала с шумом

Сначала сгенерируем обычный гармонический сигнал частотой 30 Гц

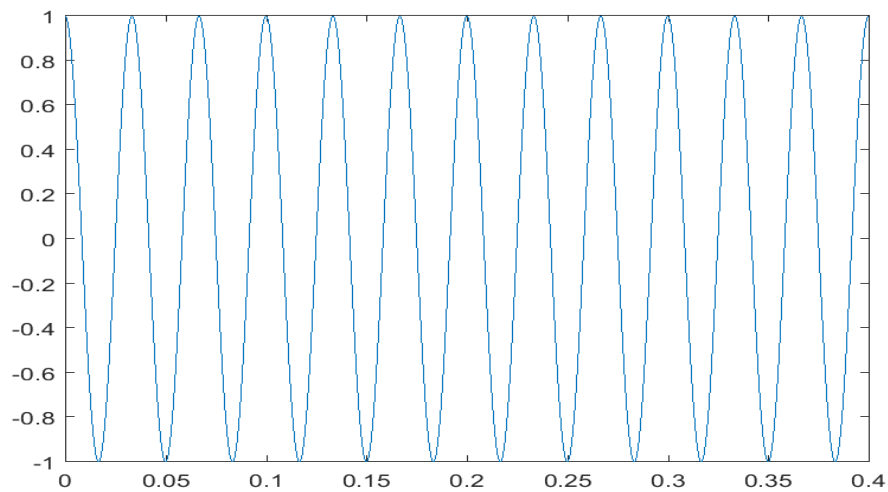


Рисунок 4.1.1. Гармонический сигнал

Далее добавим в сигнал шум: сгенерируем еще один сигнал с более высокой частотой, и прибавим его к имеющемуся.

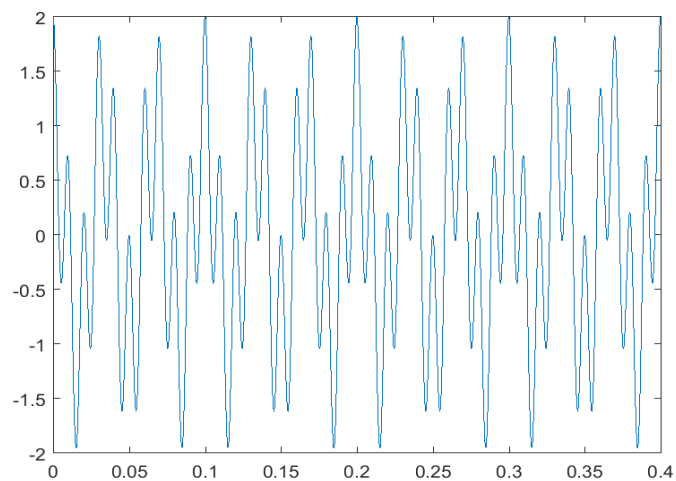


Рисунок 4.1.2. Гармонический сигнал с шумом

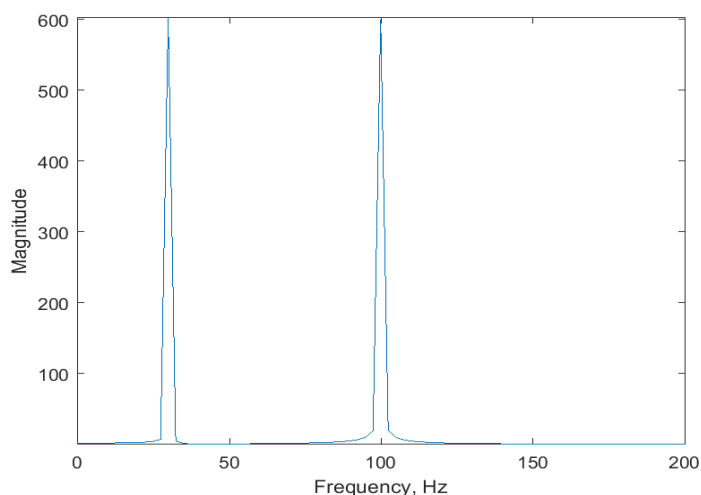


Рисунок 4.1.3. Спектр сигнала с шумом

Из спектра видно, что в сигнале присутствуют две гармоники разных частот.

4.2 Фильтрация сигнала:

Для фильтрации будем использовать КИХ фильтр низких частот с равномерно пульсирующей АЧХ. Коэффициенты фильтра получены с помощью функции Matlab (код представлен в Приложении)

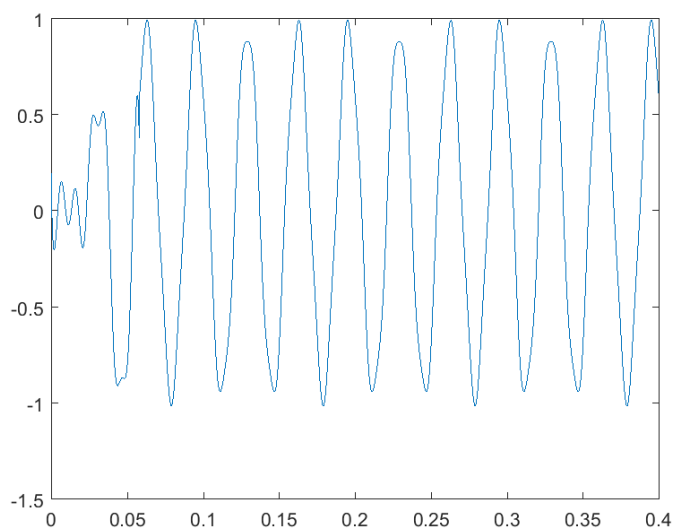


Рисунок 4.2.1. Сигнал после прохождения через полученный фильтр

Максимальная амплитуда немного уменьшена из-за коэффициента ослабления фильтра, и сигнал устанавливается с небольшой задержкой.

Спектр данного сигнала, полученный с помощью преобразования Фурье, приведен на рисунке:

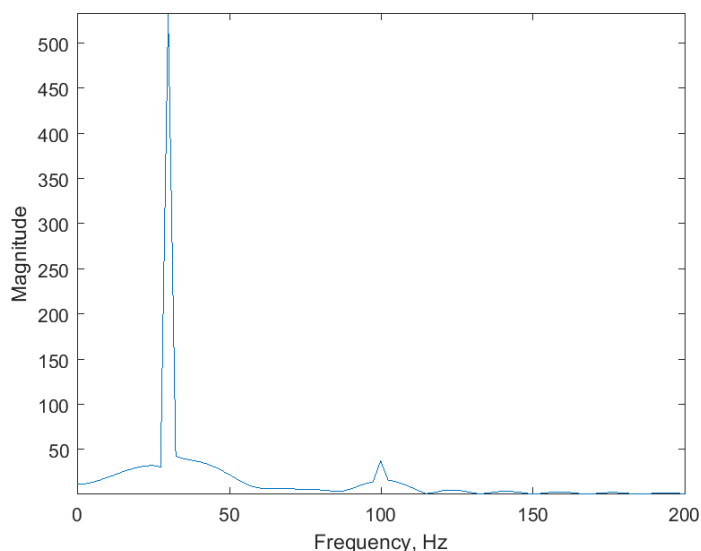


Рисунок 4.2.2. Спектр сигнала после прохождения через фильтр

На рисунке видна одна гармоника, т.е. фильтр верно отсекает гармонику шума, внесенного нами в сигнал.

5. Выводы

В ходе работы была исследована фильтрация зашумленного сигнала с помощью ФНЧ.

Фильтр нижних частот пропускает частоты, которые ниже заданной частоты среза. При прохождении сигнала через линейную цепь происходит свертка исходного сигнала с окном. Идеальное окно имеет форму прямоугольника, а на практике используется аппроксимация желаемой АЧХ, которая в силу своей неидеальности обеспечивает неполное отсекаание шума на частотах, близких к частоте среза.

6. Приложение

Function sp

```
if nargin < 3
    flim = Fs;
end
N = length(signal);
X_mags = abs(fft(signal));
bin_vals = 0 : N-1;
fax_Hz = bin_vals*Fs/N;
N_2 = ceil(N/2);
plot(fax_Hz(1:N_2), X_mags(1:N_2,:))
xlabel('Frequency, Hz')
ylabel('Magnitude');
axis tight
xlim([0,flim]);
end
```

close all

```
clc
Fn = 30;
Fd = Fn * 100;
Td = 1/Fd;
t = 0:Td:0.4;
signal = cos(2*pi*Fn.*t);
signal_1_g = figure();
plot(t,signal);
Fn2 = 100;
signal = signal + cos(2*pi*Fn2.*t);
signal_2_g = figure();
plot(t,signal);
signal_2_fft_g = figure();
spectrum(signal, Fd, 200);
Hd = fdesign.lowpass('Fp,Fst,Ap,Ast',50,60,1,10,Fd);
d = design(Hd,'equiripple');
%fvtool(d)
y_signal = filter (d, signal);

filtered_g = figure();
plot(t, y_signal);
filtered_fft_g = figure();
spectrum(y_signal,Fd, 200);
saveas(signal_1_g,'../fig/signal1','png')
saveas(signal_2_g,'../fig/signal2','png')
saveas(signal_2_fft_g,'../fig/signal2_fft','png')
saveas(filtered_g,'../fig/filter_signal','png')
saveas(filtered_fft_g,'../fig/filter_signal_fft','png')
```