

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и кибербезопасности
Высшая школа компьютерных технологий и информационных систем

Телекоммуникационные технологии

Лабораторная работа №12

Работу

выполнил:

Граур А. А.

Группа:

5130901/10203

Преподаватель:

Богач Н. В.

Санкт-Петербург
2024

Содержание

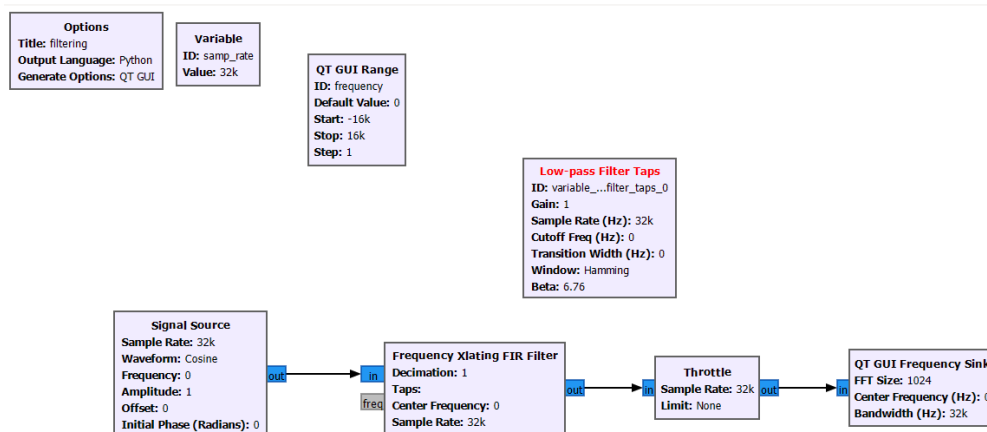
1. Designing Filter Taps	3
1.1. Проектирование коэффициентов фильтра	3
1.2. Ввод коэффициентов фильтра вручную	5
1.3. Фильтр от реального к комплексному	7

1. Designing Filter Taps

Демонстрирует, как создать список или массив коэффициентов фильтра и применить их в блоке низкочастотной фильтрации.

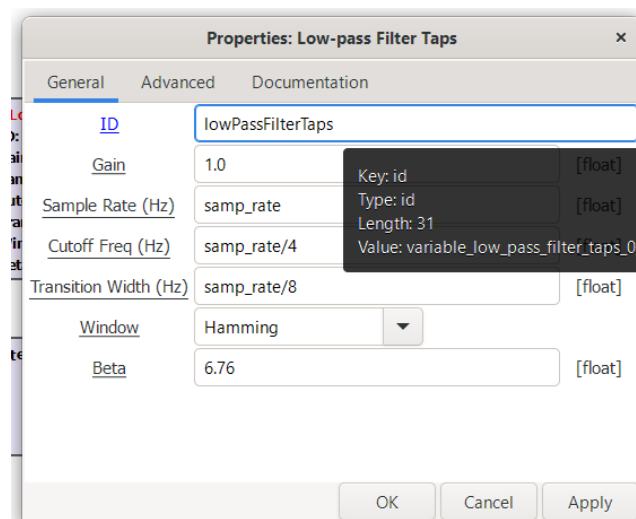
1.1. Проектирование коэффициентов фильтра

Начнем с блок-схемы из примера низкочастотного фильтра, но заменим низкочастотный фильтр на частотно-смещенный FIR фильтр и добавим блок Low-Pass Filter Taps:



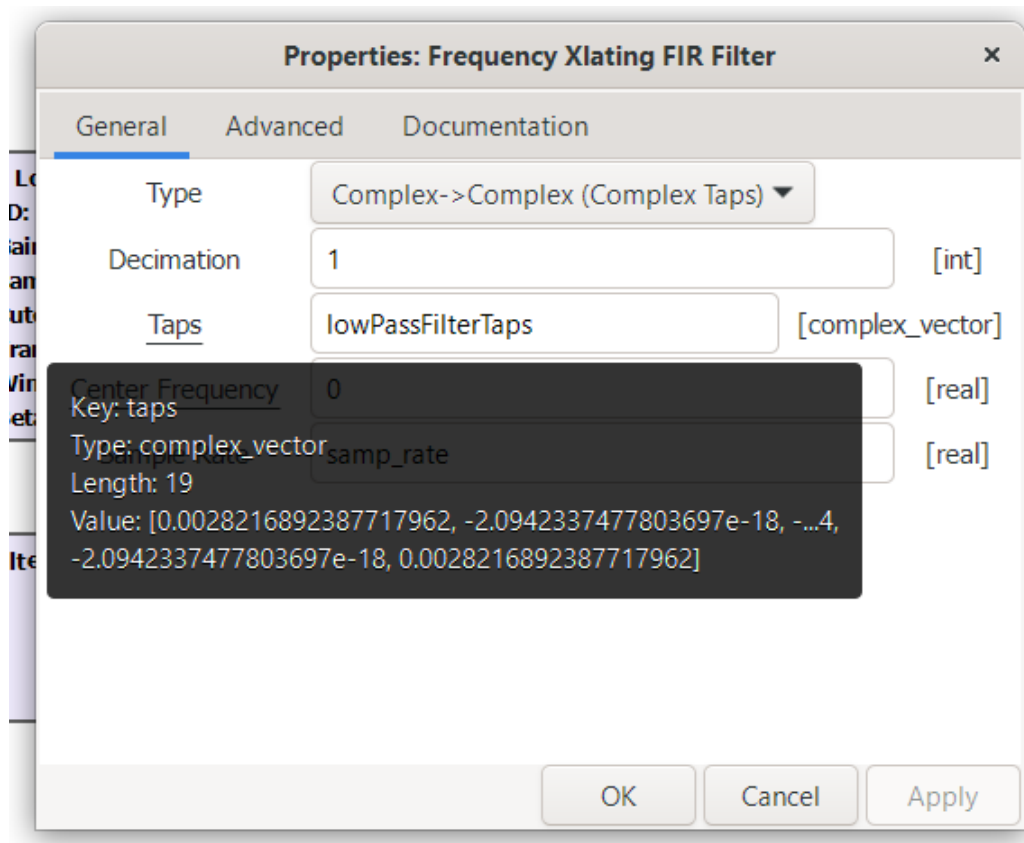
Блок Low-Pass Filter Taps задает набор коэффициентов фильтра, которые можно применять к блокам фильтрации. Коэффициенты фильтра также могут называться весами или коэффициентами. Ответ и производительность фильтра зависят от параметров, введенных пользователем. Дважды щелкнем по блоку Low-Pass Filter Taps, чтобы открыть свойства. Отредактируем их:

- Id: lowPassFilterTaps
- Cutoff Freq (Hz): $\text{samp_rate}/4$
- Transition Width (Hz): $\text{samp_rate}/8$

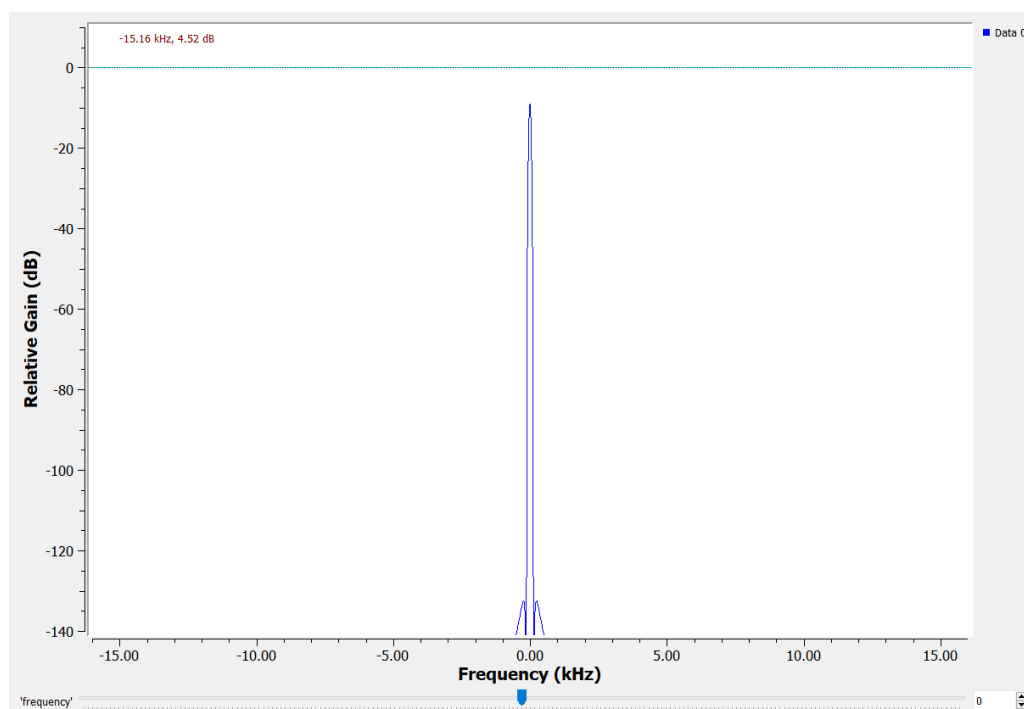


Блок Low-Pass Filter Taps сохраняет коэффициенты фильтра в список в переменной lowPassFilterTaps.

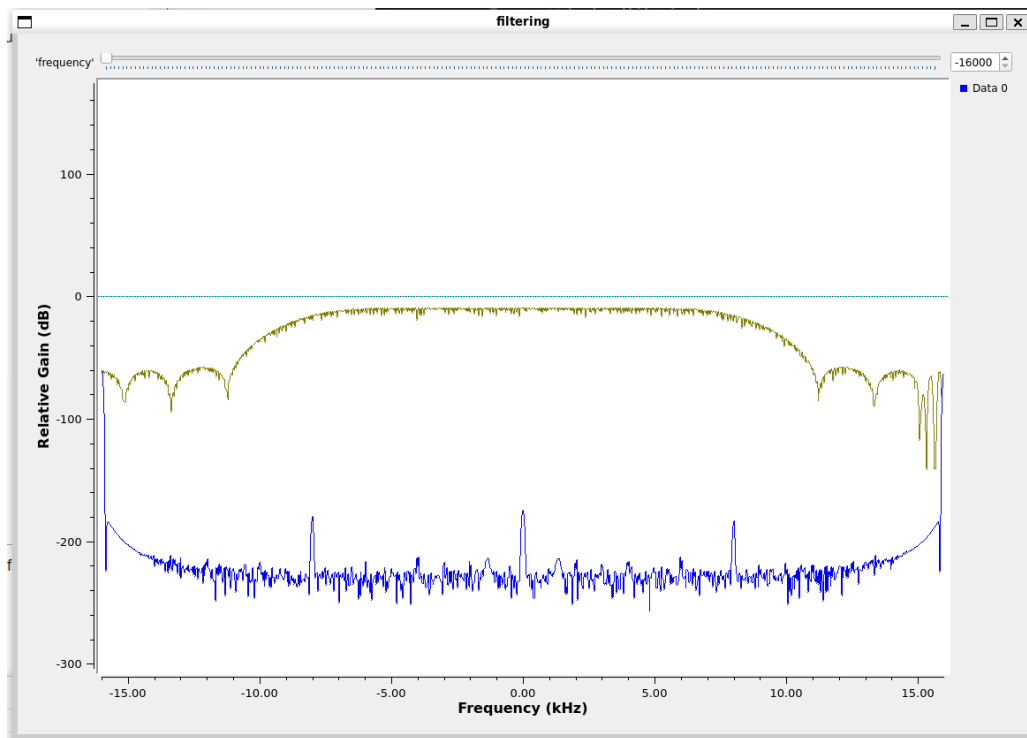
Дважды щелкнем по блоку частотно-смещенного FIR фильтра, чтобы отредактировать свойства. Введем lowPassFilterTaps для параметра Taps. Наведение курсора на переменную lowPassFilterTaps отображает информацию о коэффициентах фильтра:



Первые несколько коэффициентов фильтра отображаются в списке. Сохраним свойства и запустим flowgraph:

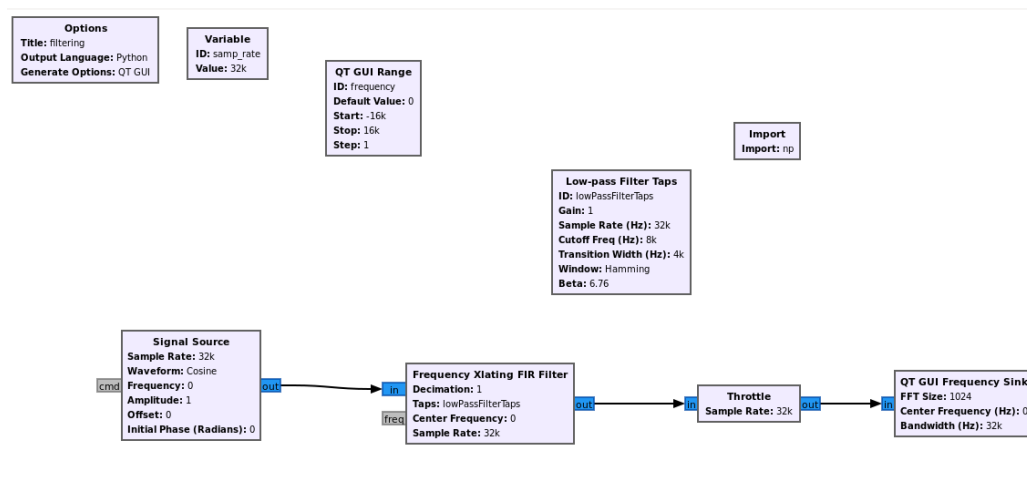


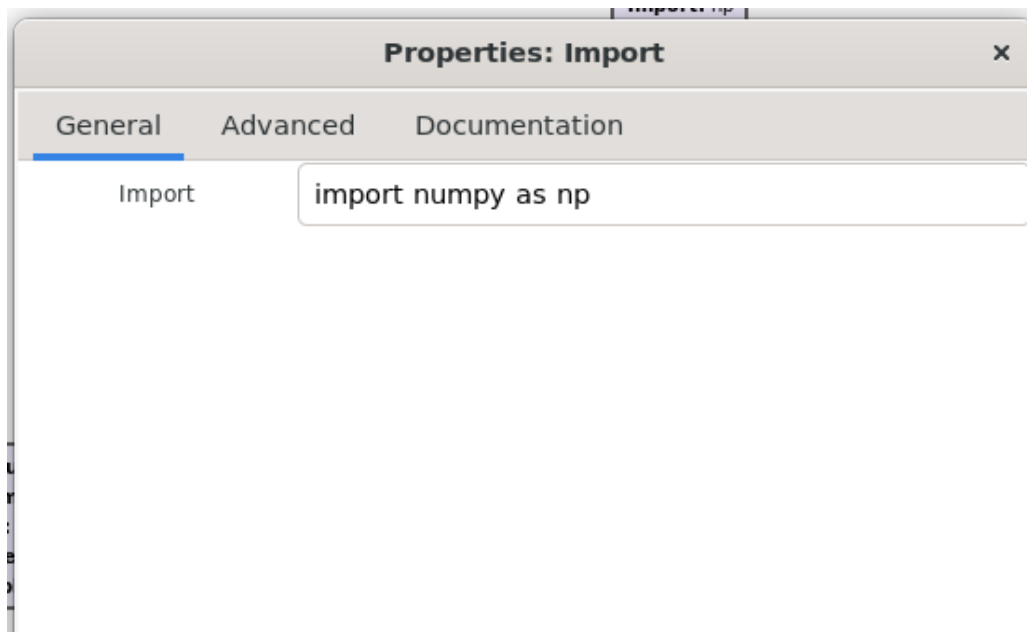
Попробуем изменить частоту. Амплитуда частотной характеристики затем может быть видна через контур:



1.2. Ввод коэффициентов фильтра вручную

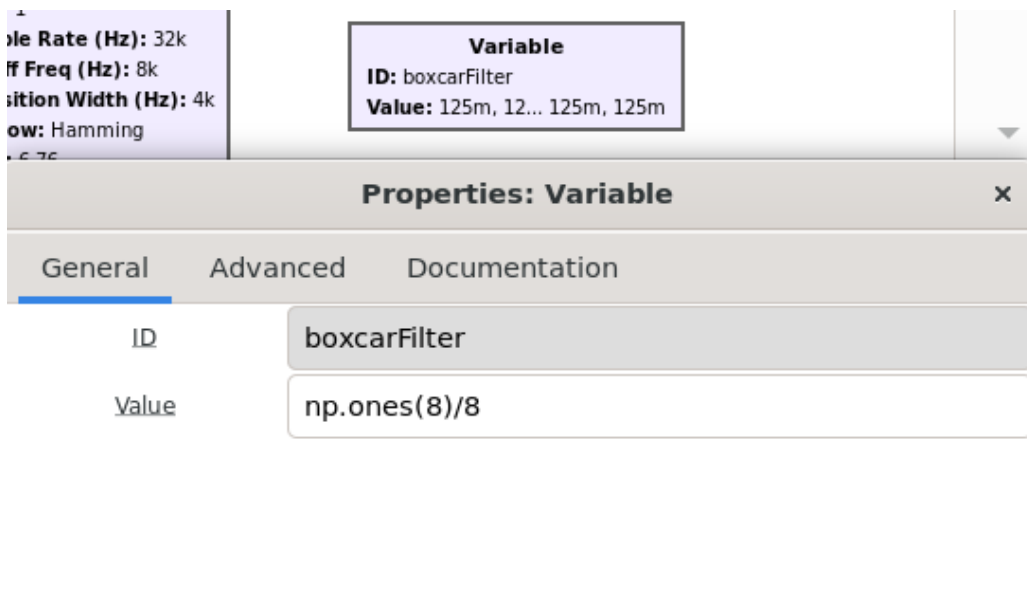
Альтернативные методы могут использоваться для задания коэффициентов фильтра, а затем ввода их вручную в виде переменной в Python. Например, блок частотно-смещенного FIR фильтра принимает коэффициенты фильтра в виде массива NumPy. Добавим блок Import в рабочее пространство GRC:



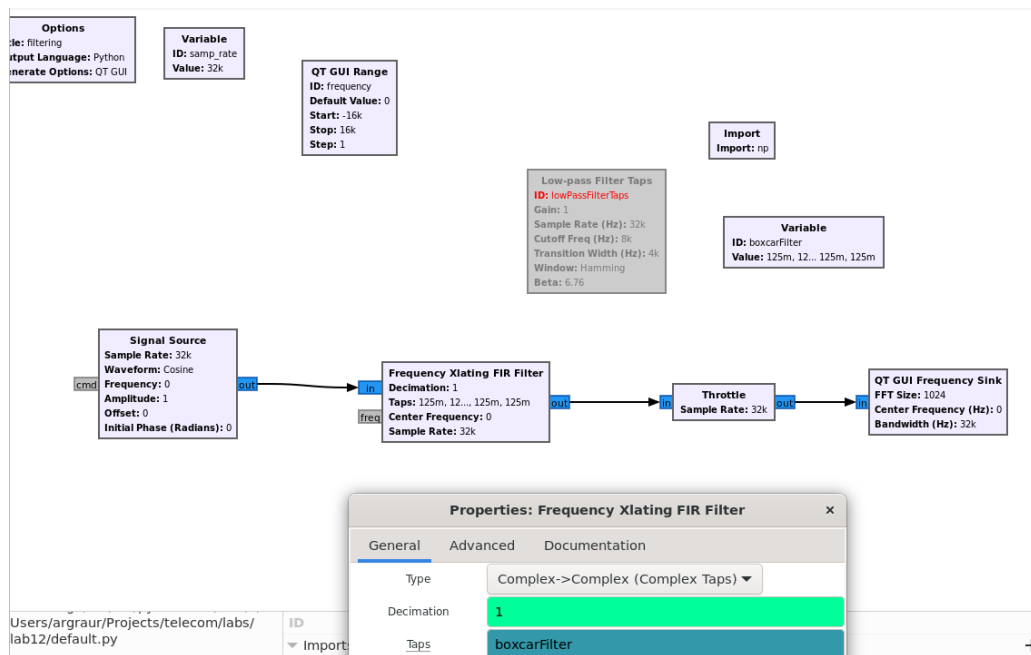


Простой фильтр скользящего среднего или **boxcar** можно задать, установив все коэффициенты фильтра одинаковыми. Это можно сделать с помощью функции NumPy `ones()`, которая возвращает массив NumPy, состоящий из единиц указанной длины. Создадим переменную с именем `boxcarFilter` со значением:

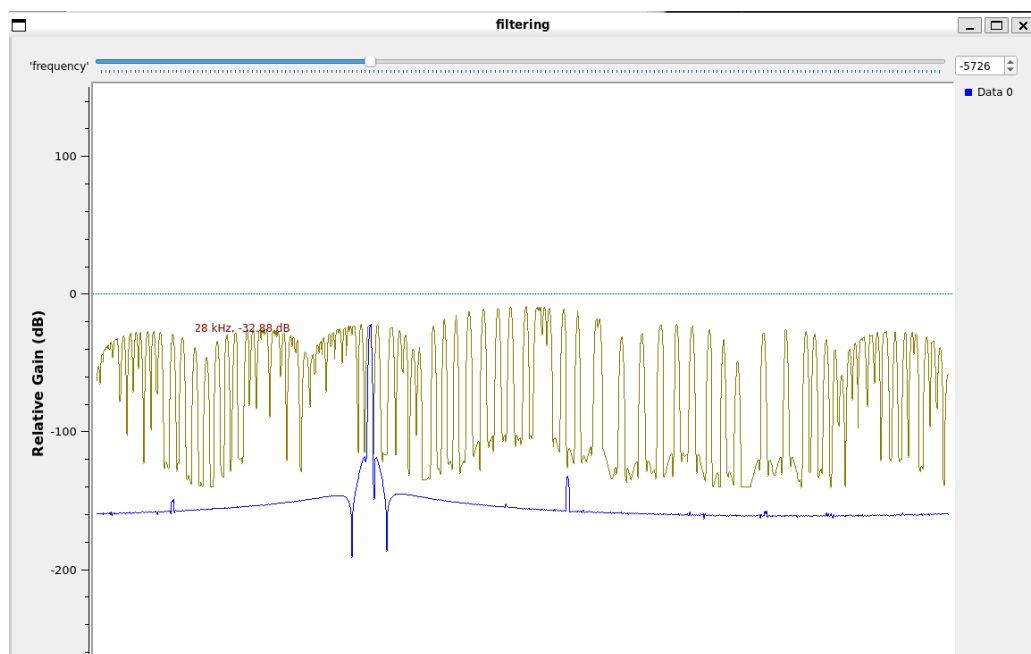
```
boxcarFilter = np.ones(10)
```



Отключим Low-Pass Filter Taps и заменим его на `boxcarFilter` в Frequency Xlating FIR Filter. Блок-схема выглядит следующим образом:

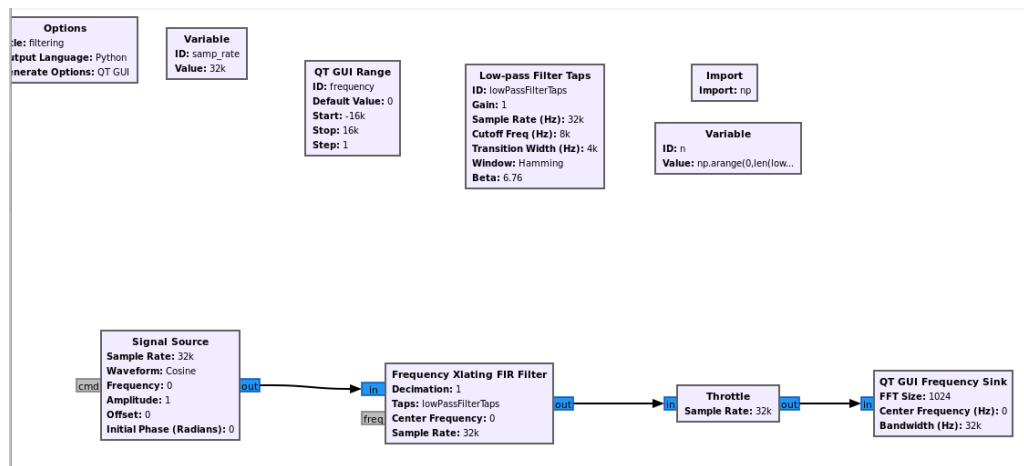


Теперь можно увидеть другую амплитуду частотной характеристики, поскольку используются разные коэффициенты фильтра:



1.3. Фильтр от реального к комплексному

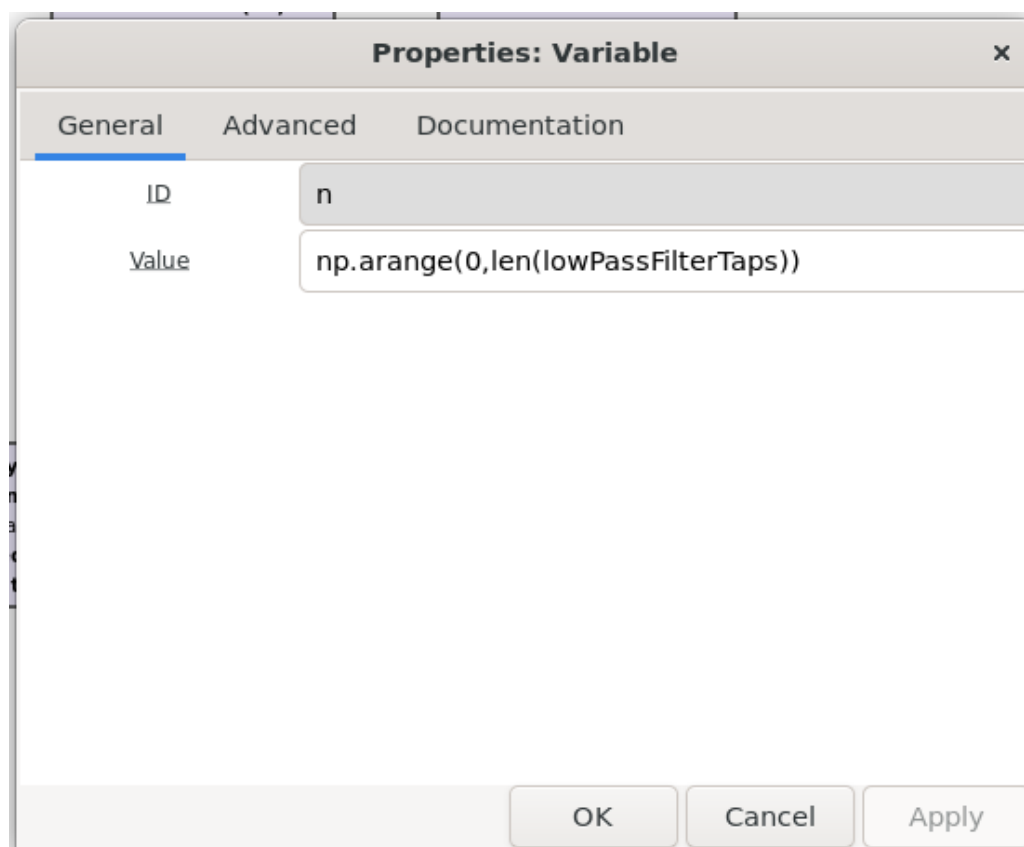
Многие блоки фильтрации имеют опции выбора комбинаций реальных или комплексных типов данных для входа и выхода, а также реальных или комплексных весов фильтра. Этот пример демонстрирует один из методов использования комплексных весов фильтра для преобразования реального сигнала в комплексный. Удалим переменную `boxcarFilter` и снова включим блок `Low-Pass Filter Taps`:



`lowPassFilterTaps` используются как основа для комплексного полосового фильтра. Создадим переменную `n` со значением:

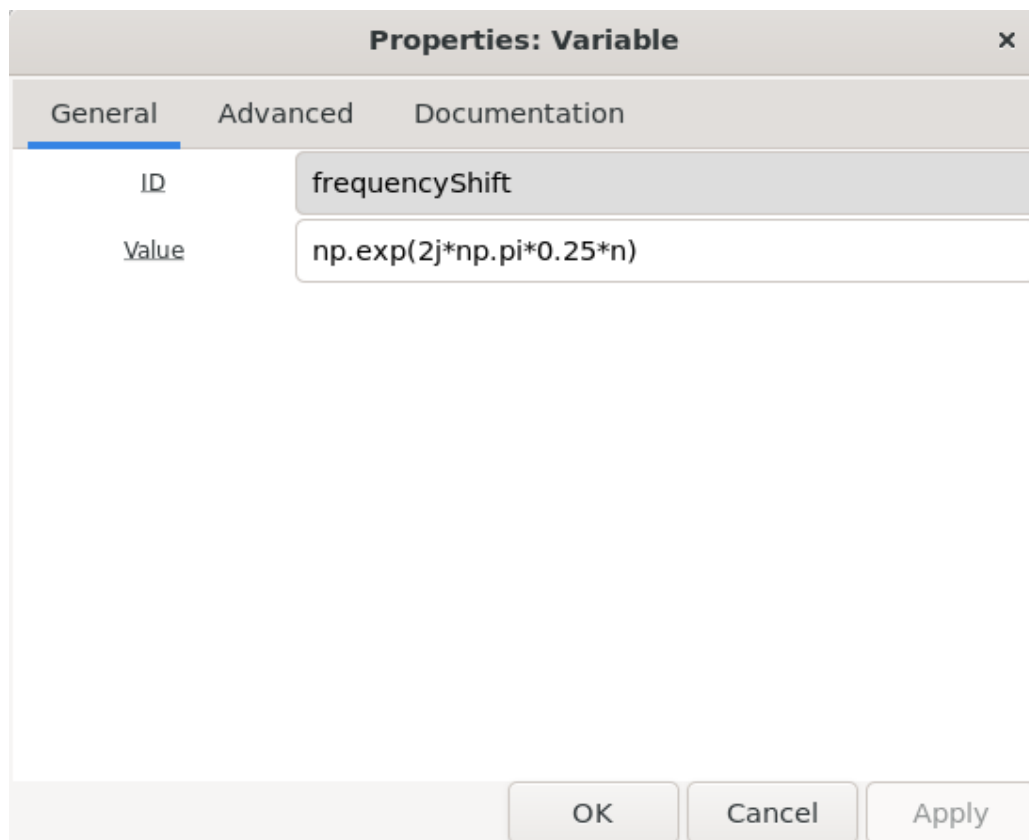
```
np.arange(0, len(lowPassFilterTaps))
```

которая образует массив целых чисел: 0, 1, 2, 3, ... до длины `lowPassFilterTaps`:



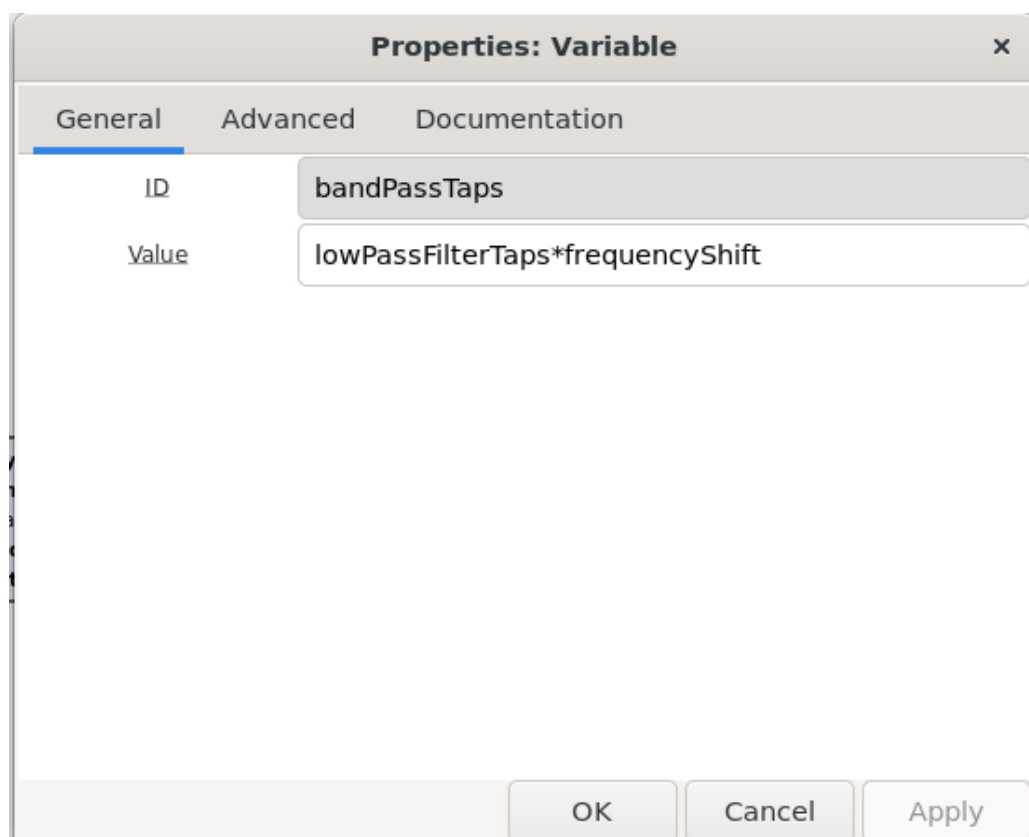
Создадим переменную `frequencyShift` со значением:

```
np.exp(1j * 2 * np.pi * 0.25 * n)
```

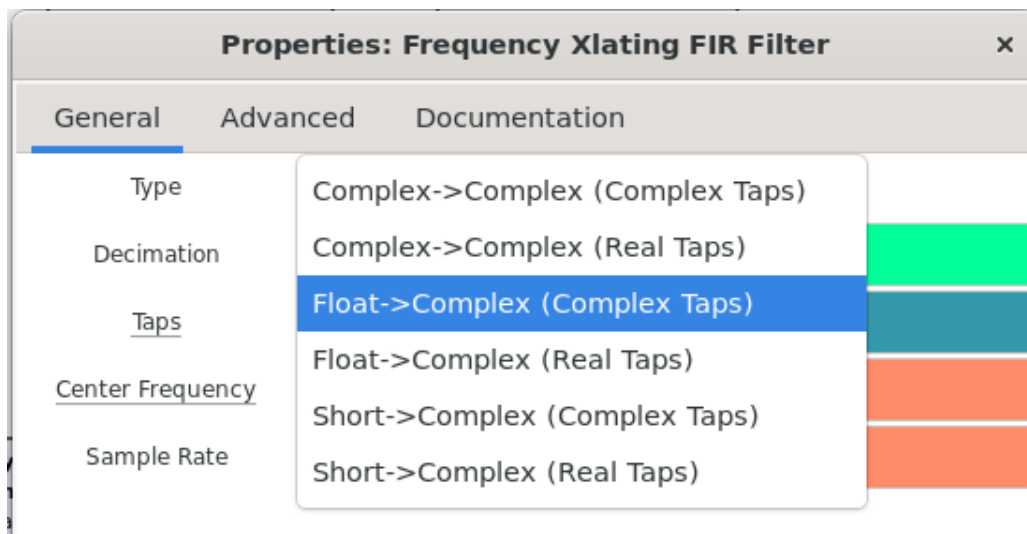



Эта функция является комплексной синусоидой с частотой $1/4$ частоты дискретизации. Переменная `frequencyShift` изменяет центральную частоту `lowPassFilterTaps` с 0 до $1/4$ частоты дискретизации. Создадим переменную `bandPassTaps` со значением:

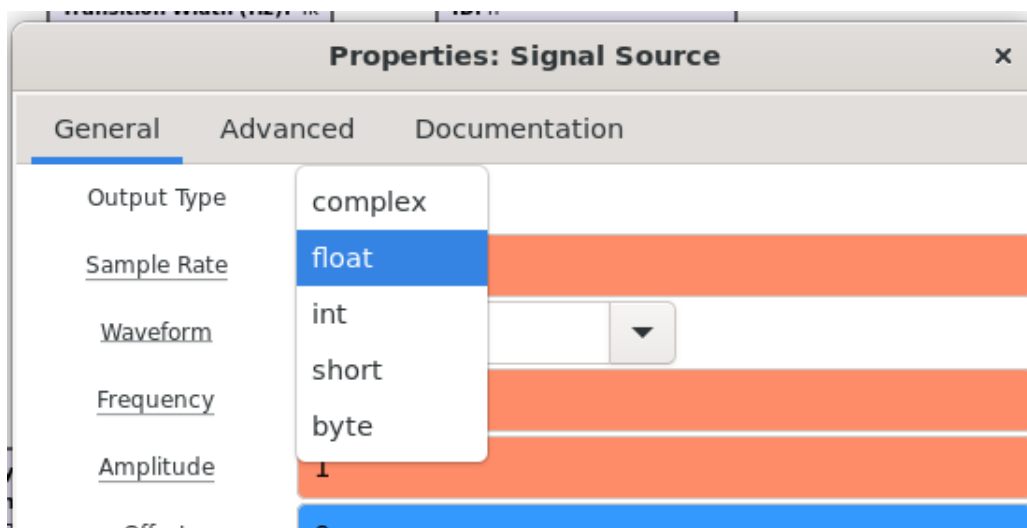
`lowPassFilterTaps * frequencyShift`



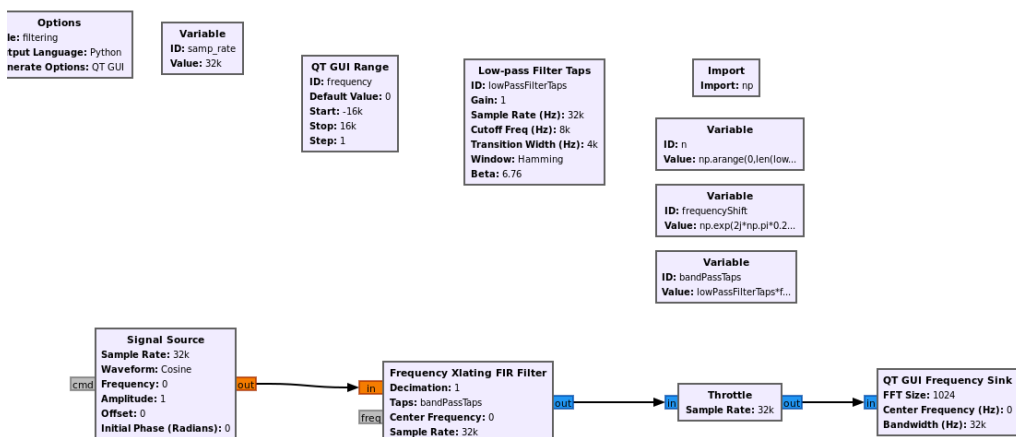
Отредактируем блок Frequency Xlating FIR Filter. В качестве типа выберем Float->Complex (Complex Taps):



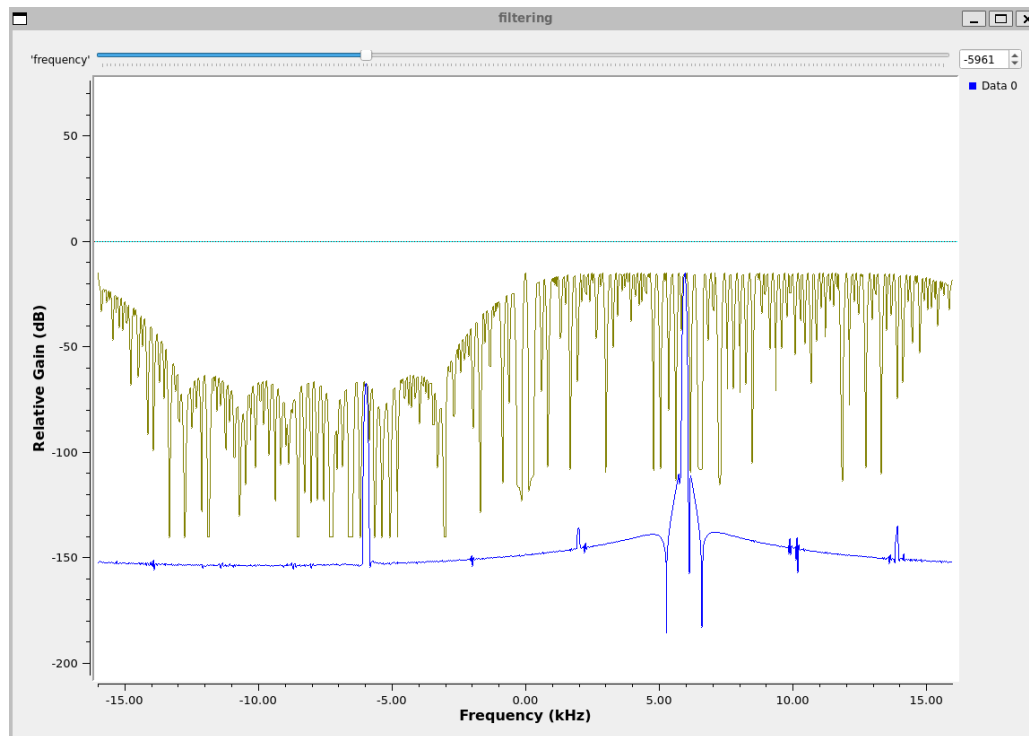
Заменяем lowPassFilterTaps на bandPassTaps в частотно-смещенном фильтре. Отредактируем свойства источника сигнала и преобразуем его в реальный сигнал.



Блок-схема выглядит следующим образом:



Запустим блок-схему.



Амплитуда частотной характеристики показывает, что центральная частота низкочастотного фильтра была смещена до $1/4$ частоты дискретизации, что теперь является полосовым фильтром. Частотная характеристика теперь отличается между положительными и отрицательными частотами, что может быть свойством комплексных фильтров (но не реальных фильтров).