

ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ГИБРИДНОГО ФИЛЬТРА С ПОМОЩЬЮ БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Кулаков Владимир Геннадьевич
SPIN РИНЦ: 2111-7702

Контакт с автором: kulakovvlge@gmail.com

Самым простым приемом контроля качества сигнала, сформированного на выходе фильтра, можно считать визуальную проверку его формы по изображению на экране осциллографа. Однако при необходимости сравнения между собой нескольких различных фильтров, предназначенных для преобразования меандра в синусоидальный сигнал, такой простой проверки может быть недостаточно.

Более точную проверку качества работы фильтра позволяет осуществить функция быстрого преобразования Фурье (БПФ), возможность автоматического вычисления которой встроена в современные цифровые осциллографы.

Для того, чтобы продемонстрировать эффективность работы гибридного фильтра, построенного на основе керамического и кварцевого резонаторов, сравним его с другими простыми фильтрами, построенными на однотипных резонаторах.

На рисунке 1 приведена осциллограмма сигнала, который будет подаваться на вход каждого из исследуемых фильтров. В верхней части показан сигнал в форме меандра, а в нижней части – результат вычисления функции БПФ для данного сигнала (в процессе вычисления использовано окно Хэннинга). Частота следования импульсов составляет 2 МГц.

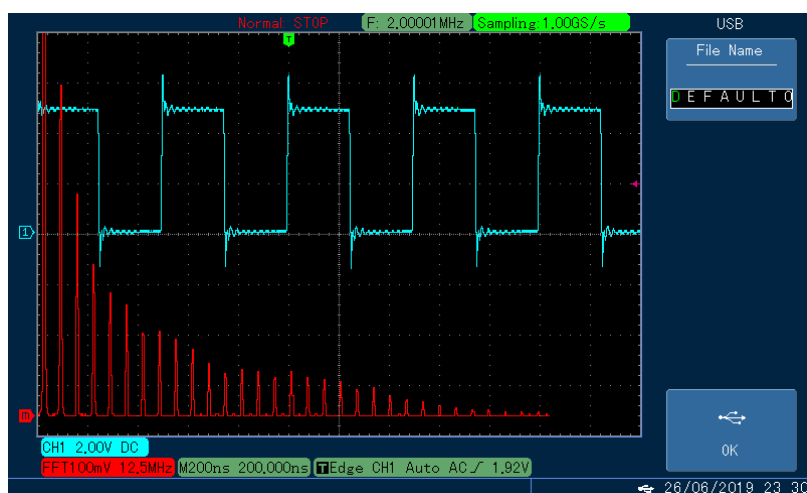


Рисунок 1. Результат вычисления функции БПФ для сигнала, подаваемого на вход фильтра

Значение сопротивления нагрузки на выходе всех исследуемых фильтров будем задавать одинаковое: 5,1 кОм.

Принципиальная схема фильтра, построенного на основе одного керамического резонатора Z1 с встроенными конденсаторами приведена на рисунке 2. В данном примере использован резонатор типа ZTT 2.00MG с номинальной частотой 2 МГц и встроенными шунтирующими конденсаторами емкостью 30 пФ.

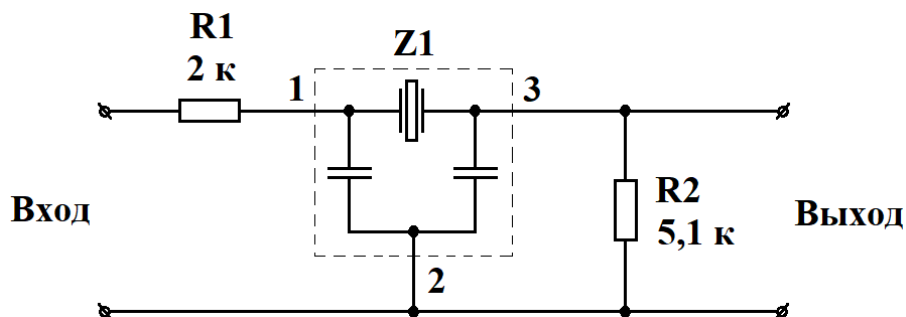


Рисунок 2. Схема фильтра, построенного на основе керамического резонатора

Результат работы фильтра с одним керамическим резонатором показан на осциллограмме, приведенной на рисунке 3. Как видно из рисунка, в данном случае качество фильтрации высших гармоник входного сигнала является неудовлетворительным.

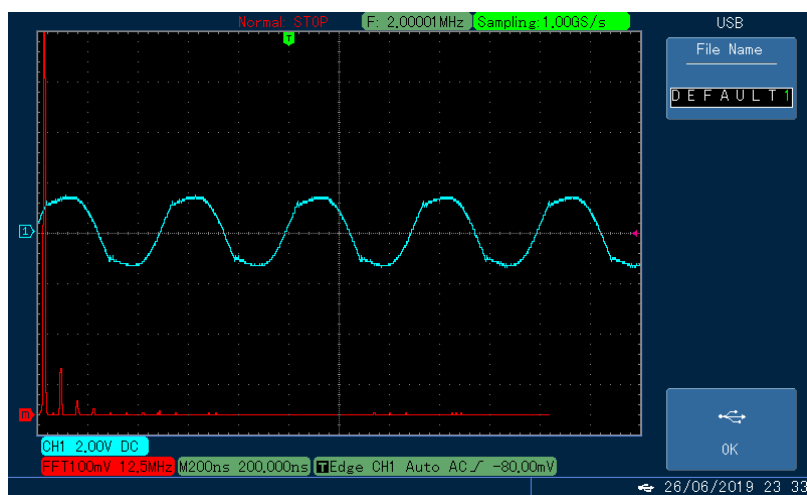


Рисунок 3. Результат работы фильтра с одним керамическим резонатором

На рисунке 4 приведена схема более сложного фильтра, содержащего два одинаковых керамических резонатора Z1 и Z2 типа ZTT 2.00MG. Результат работы этого фильтра показан на рисунке 5. Как видно из осциллограммы, подобный фильтр обеспечивает уже вполне приличное качество выходного сигнала.

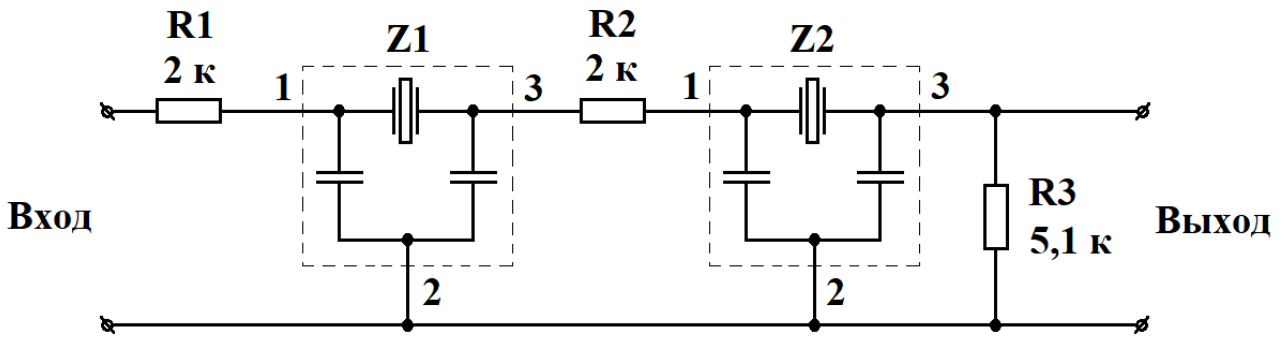


Рисунок 4. Схема фильтра, построенного на основе двух одинаковых керамических резонаторов

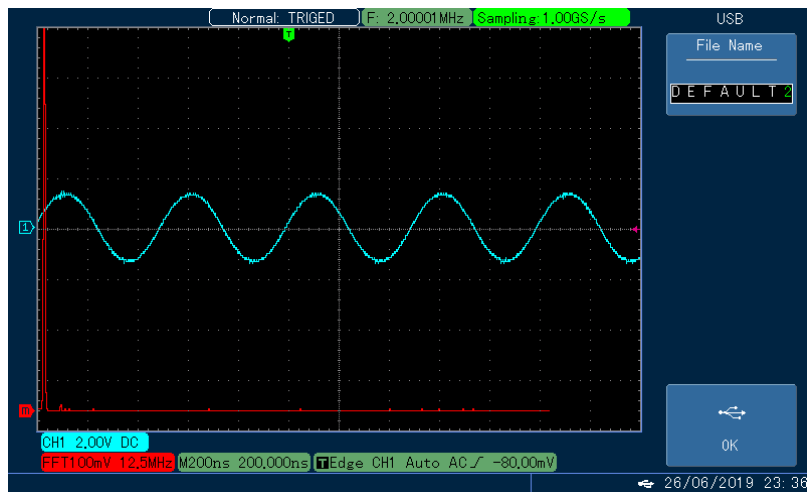


Рисунок 5. Результат работы фильтра с двумя керамическими резонаторами

Схема фильтра, построенного на основе одного кварцевого резонатора Z1 приведена на рисунке 6. В данном примере использован резонатор HC-49U с номинальной частотой 2 МГц. Результат работы фильтра с кварцевым резонатором показан на рисунке 7.

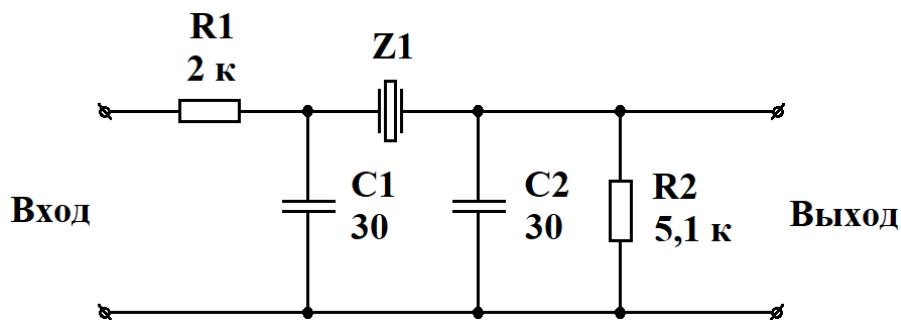


Рисунок 6. Схема фильтра, построенного на основе кварцевого резонатора

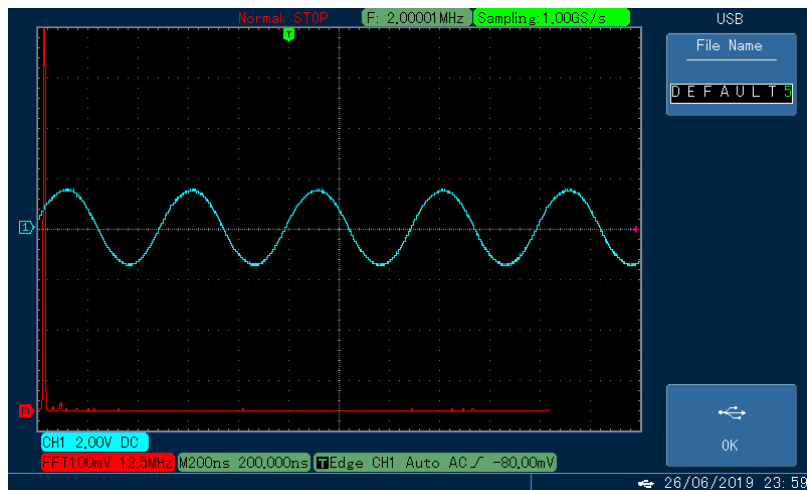


Рисунок 7. Результат работы фильтра с кварцевым резонатором

На рисунке 8 показана принципиальная схема Т-образного фильтра с двумя кварцевыми резонаторами Z1 и Z2 типа HC-49U, номинальная частота которых равна 2 МГц. Результат работы этого фильтра показан на рисунке 9.

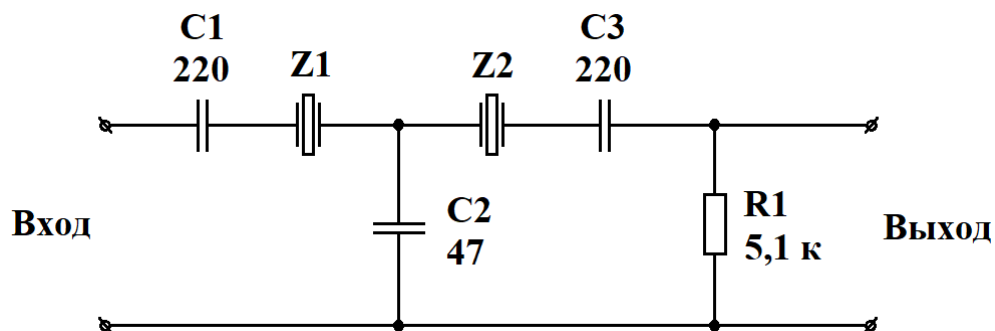


Рисунок 8. Схема Т-образного фильтра с двумя кварцевыми резонаторами

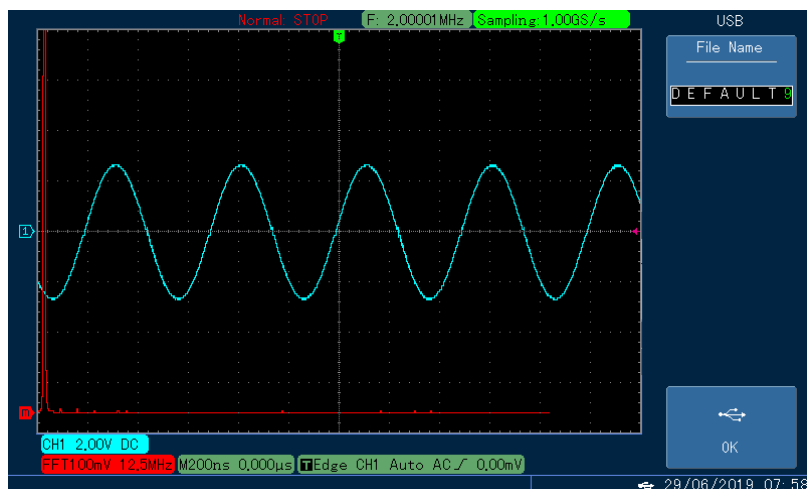


Рисунок 9. Результат работы Т-образного фильтра

Рассмотрим теперь гибридный фильтр, в котором используются разнотипные резонаторы.

Схема гибридного фильтра, содержащего в своем составе один керамический резонатор Z1 типа ZTT 2.00MG и один кварцевый резонатор Z2 типа HC-49U приведена на рисунке 10. Номинальная частота резонаторов составляет 2 МГц.

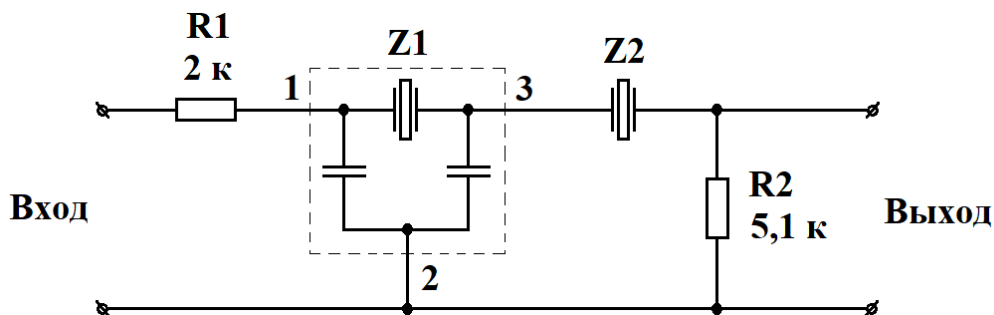


Рисунок 10. Схема гибридного фильтра

Результат работы гибридного фильтра показан на осциллограмме, приведенной на рисунке 11.

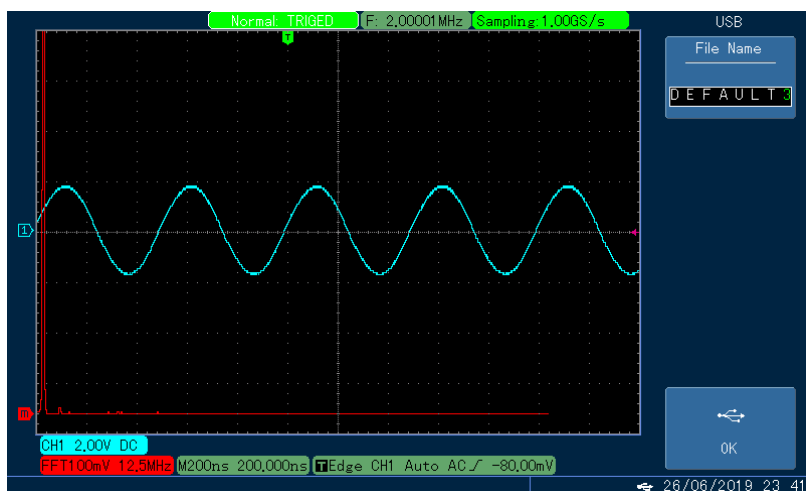


Рисунок 11. Результат работы гибридного фильтра

Как видно из результата вычисления функции БПФ, приведенной в нижней части осциллограммы, данный тип фильтра обеспечивает очень качественное подавление высших гармоник сигнала.

Список использованной литературы

1. Кулаков В.Г. Простой высокочастотный генератор синусоидального сигнала. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200225082020.pdf> (дата обращения: 25.02.2020).

2. Кулаков В.Г. Применение керамических резонаторов для преобразования меандра в синусоидальный сигнал. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200621074046.pdf> (дата обращения: 21.06.2020).
3. Кулаков В.Г. Гибридный фильтр с керамическим и кварцевым резонаторами. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200713073925.pdf> (дата обращения: 13.07.2020).
4. Кулаков В.Г. О времени выхода фильтров с кварцевыми и керамическими резонаторами на рабочий режим. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200720074926.pdf> (дата обращения: 20.07.2020).

© В.Г. Кулаков, 2020