

О РЕАКЦИИ ФИЛЬТРОВ, ПОСТРОЕННЫХ НА ОСНОВЕ РЕЗОНАТОРОВ, НА ПОСТУПЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Кулаков Владимир Геннадьевич
SPIN РИНЦ: 2111-7702

Контакт с автором: kulakovvlge@gmail.com

Добротность кварцевых резонаторов намного выше, чем керамических, однако далеко не всегда это можно считать преимуществом. Рассмотрим ситуацию, в которой высокая добротность становится недостатком, для чего проведем сравнение реакции фильтров, построенных на основе кварцевых и керамических резонаторов, на поступление длинной последовательности прямоугольных импульсов.

На рисунке 1 показана функциональная схема генератора, который периодически выдает последовательность прямоугольных импульсов. В состав данного генератора входит генератор тактовых импульсов ГТИ, формирующий меандр с частотой 2 МГц и амплитудой 4,3В, счетчик-делитель с большим коэффициентом деления и элемент И, который служит логическим ключом. Длинная последовательность импульсов с выхода генератора периодически поступает на фильтр, преобразующий меандр в синусоидальный сигнал.

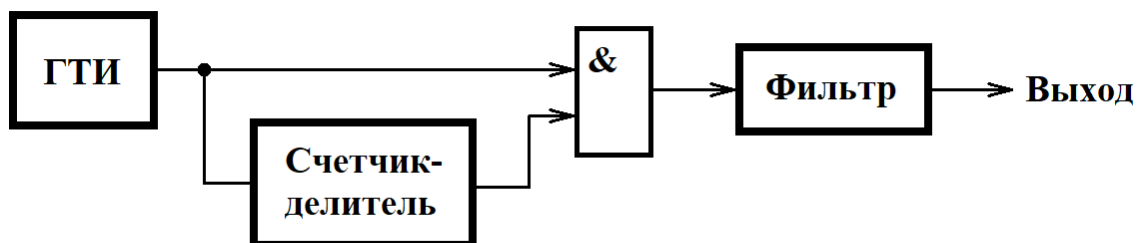


Рисунок 1. Функциональная схема генератора последовательности прямоугольных импульсов с фильтром на выходе

Счетчик-делитель в данном эксперименте построен на двух микросхемах типа 74НСТ4040N, включенных последовательно. Каждая такая микросхема обеспечивает коэффициент деления частоты до 2^{12} (4096).

В первом эксперименте последовательность импульсов подается на вход Т-образного фильтра, построенного на основе кварцевых резонаторов Z1 и Z2 типа НС-49U с номинальной частотой 2 МГц. Принципиальная схема этого фильтра приведена на рисунке 2.

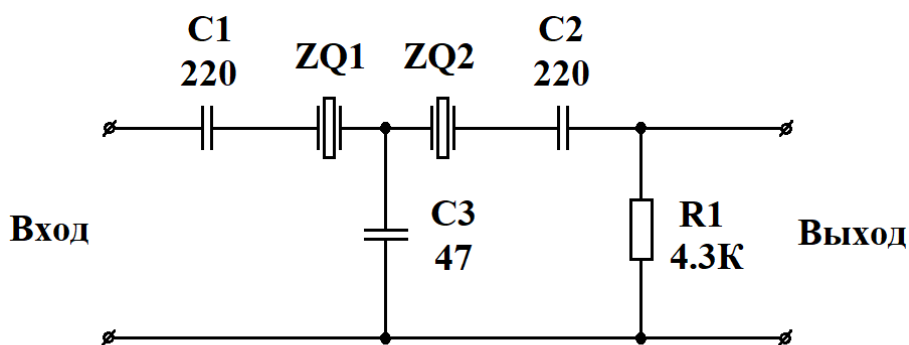


Рисунок 2. Принципиальная схема Т-образного фильтра, построенного на основе кварцевых резонаторов

В установившемся режиме, после поступления на вход нескольких десятков тысяч импульсов, на выходе фильтра формируется синусоидальный сигнал с постоянной амплитудой. В верхней части осциллограммы, приведенной на рисунке 3, показан сигнал на входе фильтра, а в нижней части – сигнал на его выходе.

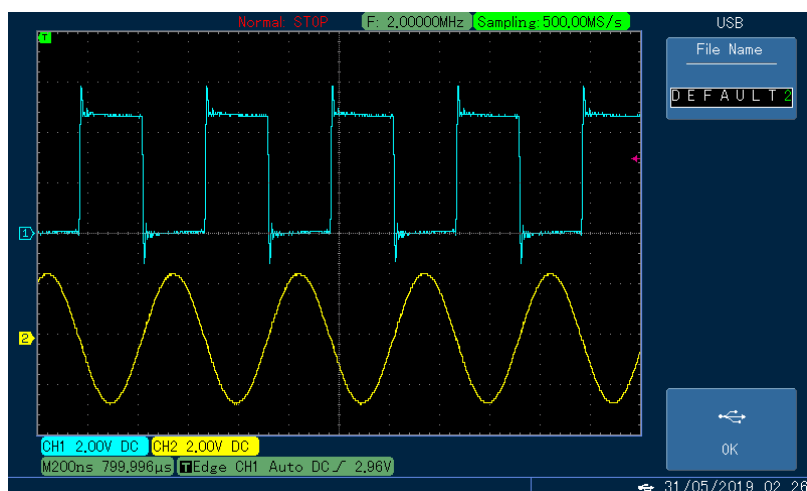


Рисунок 3. Сигналы на входе и выходе Т-образного фильтра в установившемся режиме

Однако фильтр на кварцевых резонаторах является крайне инерционным.

Рассмотрим осциллограмму, показанную на рисунке 4. В верхней части осциллограммы показан передний фронт открывающего импульса, подаваемого с выхода счетчика-делителя на логический ключ, а в нижней части – сильно сжатый по ширине сигнал на выходе фильтра. Из приведенного примера видно, что переходный процесс на выходе фильтра за период 2 мс, то есть после поступления свыше 4000 импульсов, еще не совсем завершился.

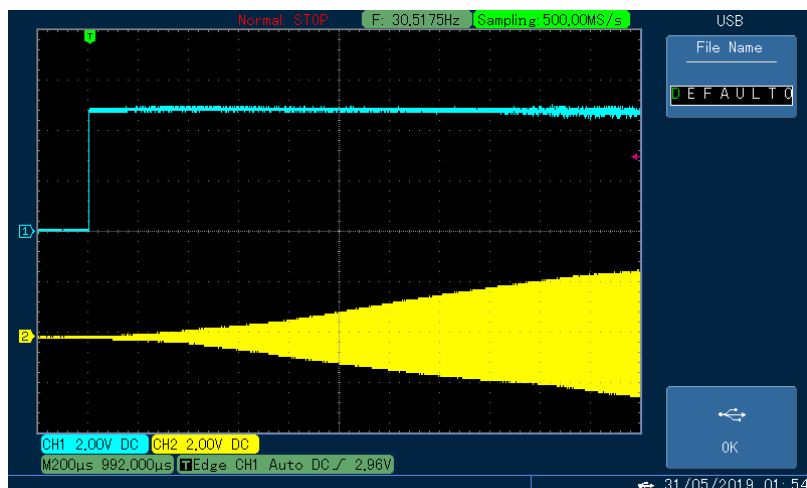


Рисунок 4. Реакция Т-образного фильтра на кварцевых резонаторах на поступление длинной последовательности прямоугольных импульсов

Для сравнения мы будем использовать фильтр на основе керамических резонаторов типа ZTT 2.00MG с встроенными конденсаторами, электрическая принципиальная схема которого показана на рисунке 5.

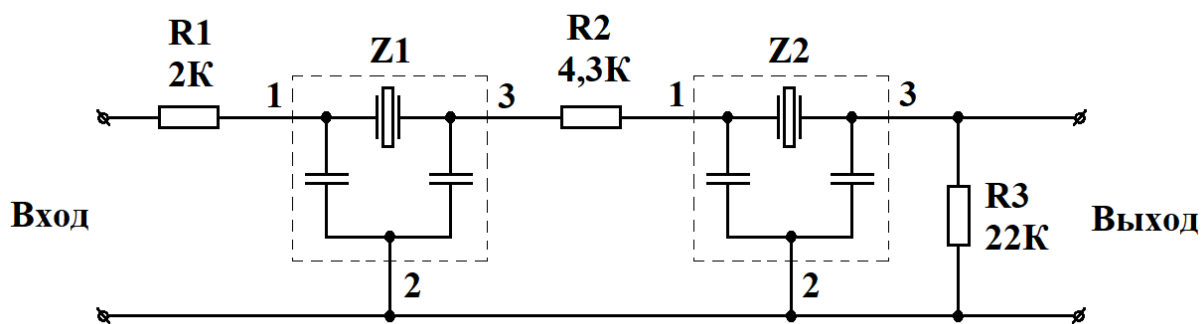


Рисунок 5. Принципиальная схема фильтра, построенного на основе керамических резонаторов

Реакция фильтра на керамических резонаторах на поступление последовательности импульсов показана на рисунке 6. Как видно из приведенной на рисунке осциллограммы, вполне достаточно последовательности из 64 импульсов, чтобы фильтр заработал в установившемся режиме, а амплитуда на его выходе стабилизировалась. Следует отметить, однако, что фильтр на керамических резонаторах подавляет верхние гармоники входного сигнала намного хуже, чем фильтр на кварцевых резонаторах.

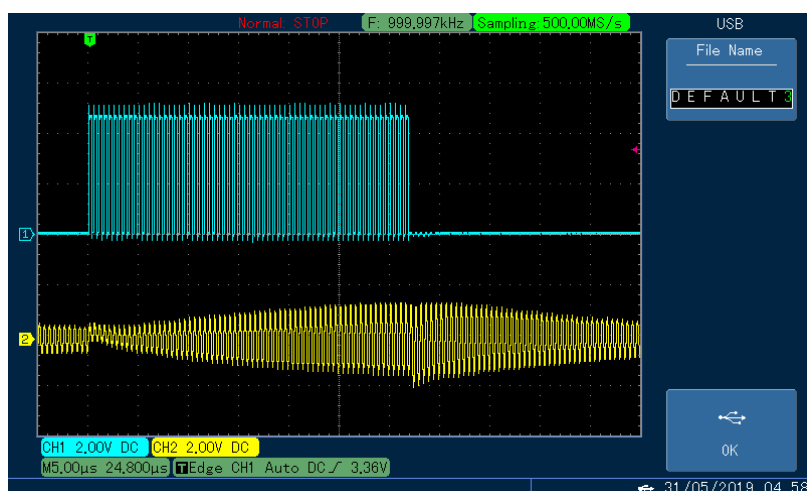


Рисунок 6. Реакция фильтра на керамических резонаторах на поступление последовательности импульсов

Вывод: фильтры на основе кварцевых резонаторов могут очень сильно сглаживать амплитудную модуляцию.

Если на выходе лабораторного генератора нужно получить синусоидальный сигнал с фиксированной частотой и постоянной амплитудой, то для достижения данной цели лучше всего использовать фильтр на основе кварцевых резонаторов.

Если же необходимо получить синусоидальный сигнал с амплитудной модуляцией или требуется менять частоту сигнала в узком диапазоне, то нужно использовать фильтр на керамических резонаторах.

Список использованной литературы

1. Пьезоэлектрические резонаторы : справочник / В. Г. Андросова и др.; под ред. П. Е. Кандыбы и П. Г. Позднякова. – М. : Радио и связь, 1992. – 392 с.
2. Кулаков В.Г. Простой высокочастотный генератор синусоидального сигнала. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200225082020.pdf> (дата обращения: 25.02.2020).
3. Кулаков В. Г. Простой двухфазный высокочастотный генератор синусоидальных сигналов. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200227180633.pdf> (дата обращения: 27.02.2020).
4. 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).
5. Кулаков В.Г. Генератор прямоугольных импульсов на основе керамического резонатора с перестройкой частоты в узком диапазоне. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200629073356.pdf> (дата обращения: 29.06.2020).