

# ГИБРИДНЫЙ ФИЛЬТР С КЕРАМИЧЕСКИМ И КВАРЦЕВЫМ РЕЗОНАТОРАМИ

Кулаков Владимир Геннадьевич

SPIN РИНЦ: 2111-7702

Контакт с автором: [kulakovvlge@gmail.com](mailto:kulakovvlge@gmail.com)

Данная статья продолжает тему об использовании фильтров, построенных на основе резонаторов, для преобразования импульсного сигнала в синусоидальный. В статье рассматривается принципиально новая разновидность фильтра: гибридный фильтр, включающий керамический и кварцевый резонаторы.

История развития теории проектирования фильтров на кварцевых резонаторах может служить ярким примером проявления экстремизма при разработке технических систем. По мере совершенствования подобных фильтров полоса пропускания становилась все более узкой, и, в итоге, сфера их применения оказалась весьма ограниченной, а развитие фактически застопорилось более тридцати лет назад.

Чем уже полоса пропускания – тем ниже скорость прохождения информации через фильтр при любом способе ее кодирования.

В тех случаях, когда фильтр на кварцевых резонаторах используется для преобразования меандра в синусоидальный сигнал, узкая полоса пропускания такого фильтра выгодна разработчикам электронных схем, так как от фильтра требуется пропускать только первую гармонику исходного сигнала.

Если же необходимо с помощью фильтра преобразовать амплитудно-импульсную модуляцию в амплитудную, то узкая полоса становится серьезным недостатком, так как очень сильно ограничивает верхнее значение частоты модулирующего сигнала.

Расширить полосу пропускания фильтра можно, сделав его **гибридным**.

Схема простейшего гибридного фильтра приведена на рисунке 1. В состав данного фильтра входит **керамический** резонатор  $Z1$  и **кварцевый** резонатор  $Z2$ .

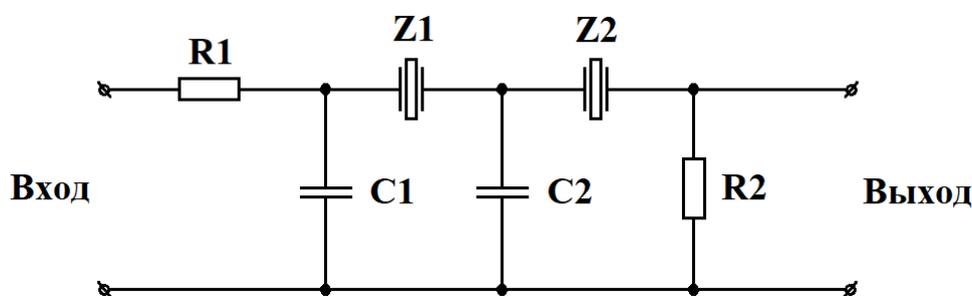


Рисунок 1. Схема гибридного фильтра, содержащего керамический и кварцевый резонаторы

Рабочие частоты керамического и кварцевого резонаторов должны быть **одинаковыми**.

Емкость конденсаторов C1 и C2 (шунтирующих керамический резонатор) можно выбрать в соответствии с рекомендациями изготовителя данного резонатора.

Резистор R1 вместе с конденсатором C1 образуют дополнительный фильтр нижних частот, отсекающий высшие гармоники входного сигнала.

Резистор R2 нужен для того, чтобы ослабить негативное влияние собственной паразитной емкости кварцевого резонатора.

Если керамический резонатор уже содержит встроенные шунтирующие конденсаторы, то никакие дополнительные конденсаторы не нужны (рисунок 2).

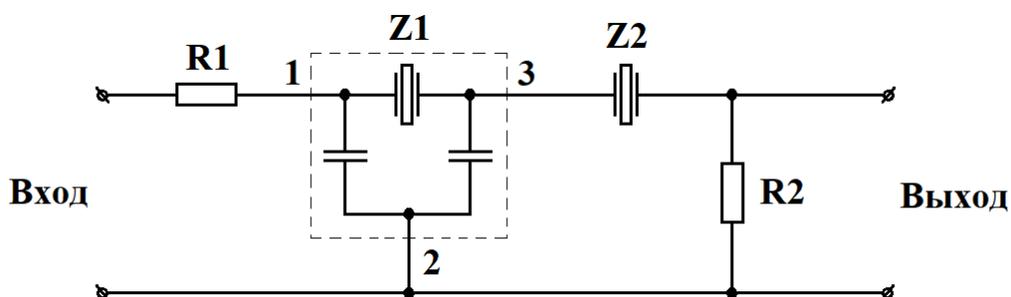


Рисунок 2. Схема гибридного фильтра при использовании керамического резонатора с встроенными конденсаторами

На рисунке 3 приведена осциллограмма, демонстрирующая работу гибридного фильтра. В верхней части осциллограммы показан сигнал на входе фильтра, а в нижней части – на выходе. Частота входного сигнала составляет 2 МГц.

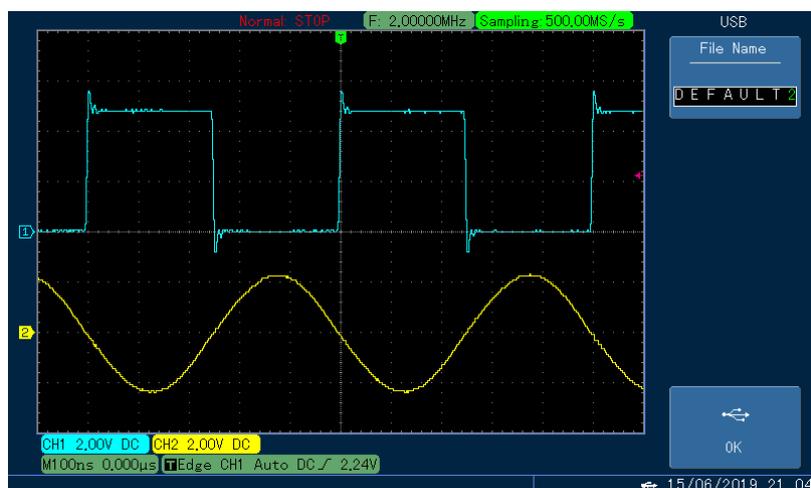


Рисунок 3. Осциллограмма, демонстрирующая работу гибридного фильтра

В данном примере использованы следующие элементы:

- Керамический резонатор ZTT 2.00MG с номинальной частотой 2 МГц встроенными конденсаторами емкостью 30 пФ.
- Кварцевый резонатор HC-49U с номинальной частотой 2 МГц.
- Резистор R1 с сопротивлением 2,2 кОм.
- Резистор R2 с сопротивлением 22 кОм.

### Список использованной литературы

1. Кулаков В.Г. Проблема экстремизма в компьютерных системах // Качество. Инновации. Образование. 2015. №6. – С. 44-51. URL: [http://quality-journal.ru/wp-content/uploads/2016/06/Quality.Innovation.Education\\_6-2015.pdf](http://quality-journal.ru/wp-content/uploads/2016/06/Quality.Innovation.Education_6-2015.pdf).
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. 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).
4. Кулаков В.Г. О реакции фильтров, построенных на основе резонаторов, на поступление последовательности прямоугольных импульсов. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200704075708.pdf> (дата обращения: 04.07.2020).
5. Кулаков В.Г. Применение фильтра на керамических резонаторах для получения модулированного по амплитуде синусоидального сигнала. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200706164433.pdf> (дата обращения: 06.07.2020).

© В.Г. Кулаков, 2020