

ЗАВИСИМОСТЬ РЕЗОНАНСНОЙ ЧАСТОТЫ И ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ ГИБРИДНОГО ФИЛЬТРА ОТ ЗНАЧЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗИСТОРА, УСТАНОВЛЕННОГО НА ЕГО ВХОДЕ

Кулаков Владимир Геннадьевич

SPIN РИНЦ: 2111-7702

Контакт с автором: kulakovvlge@gmail.com

Данная статья продолжает тему об использовании гибридных фильтров с кварцевыми и керамическими резонаторами для преобразования амплитудно-импульсной модуляции в амплитудную. В статье рассматривается вопрос о том, каким образом влияет на резонансную частоту и полосу пропускания простейшего гибридного фильтра величина сопротивления резистора, установленного на его входе.

При использовании фильтра, построенного на основе резонаторов, для преобразования сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией в сигнал с амплитудной модуляцией, заметным образом начинают проявлять себя технические недостатки, присущие различным типам резонаторов. Например, полоса пропускания у кварцевых резонаторов очень узкая, а у керамических – наоборот, слишком широкая.

Однако, если создать гибридный фильтр, содержащий и кварцевые, и керамические резонаторы, то они могут взаимно компенсировать недостатки друг друга [1 – 4].

Схема простейшего гибридного фильтра, включающего один керамический резонатор $Z1$ (с встроенными в него шунтирующими конденсаторами) и один кварцевый резонатор $Z2$, приведена на рисунке 1.

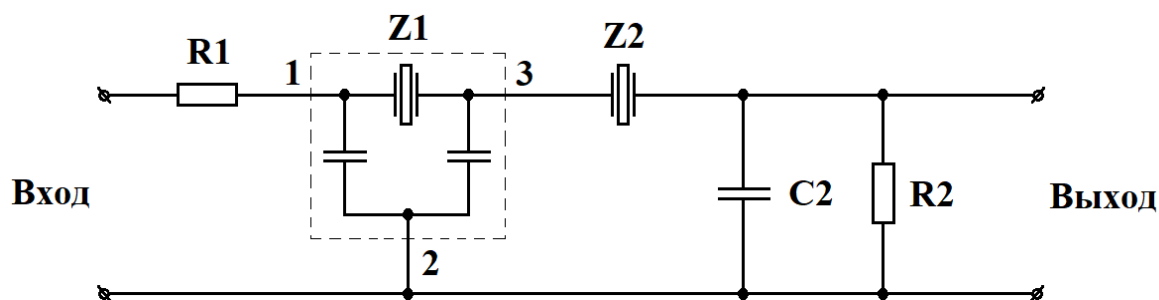


Рисунок 1. Схема простейшего гибридного фильтра

Рассмотрим вопрос о том, каким образом влияет на такие характеристики гибридного фильтра, как резонансная частота и ширина полосы пропускания, величина сопротивления R_1 , установленного на его входе.

Увеличение сопротивления R_1 должно приводить к увеличению коэффициента затухания фильтра, уменьшению его резонансной частоты и расширению полосы пропускания.

Данное утверждение можно легко проверить экспериментальным путем: создадим фильтр, предназначенный для работы на частоте 2 МГц, и проверим, как будут меняться его характеристики при изменении сопротивления R_1 .

В эксперименте мы будем использовать керамический фильтр типа ZTT 2.00MG с номинальной частотой 2 МГц и встроенными конденсаторами емкостью 30 пФ, кварцевый резонатор типа НС-49U с номинальной частотой 2 МГц, шунтирующий конденсатор на выходе фильтра C_1 емкостью 30 пФ и нагрузочное сопротивление R_2 величиной 10 кОм.

Используя цифровой осциллограф и специализированный узкополосный генератор синусоидального сигнала [5], можно приближенно оценить зависимость резонансной частоты и ширины полосы пропускания фильтра от величины сопротивления резистора R_1 . Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость резонансной частоты и ширины полосы пропускания гибридного фильтра от величины сопротивления резистора R_1

Сопротивление резистора R_1, кОм	Резонансная частота, МГц	Ширина полосы пропускания, Гц
0,51	2,00030	350
1	2,00023	450
1,5	2,00016	550
2	2,00011	600
3	2,00002	650

Резистор R_1 совместно с входным шунтирующим конденсатором керамического резонатора (емкостью 30 пФ), образуют низкочастотный RC-фильтр. Для того чтобы этот фильтр имел частоту среза 2 МГц, сопротивление R_1 должно иметь величину 2,65 кОм.

Как можно видеть из таблицы 1, если выбрать сопротивление R_1 меньше указанной величины, то резонансная частота гибридного фильтра смещается вверх относительно номинальной частоты используемых резонаторов, а полоса пропускания заметно сужается.

В заключение следует отметить, что связанная с созданием гибридных фильтров необходимость подбора разнотипных резонаторов с одинаковой номинальной частотой представляет собой серьезную проблему только для радиолюбителей, так как крупные радиотехнические фирмы и корпорации могут изготавливать резонаторы с любой номинальной частотой по заказу.

Список использованной литературы

1. 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).
2. Кулаков В.Г. Генератор модулированного по амплитуде сигнала с гибридным фильтром. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200716073825.pdf> (дата обращения: 16.07.2020).
3. 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).
4. Кулаков В.Г. Проверка качества работы гибридного фильтра с помощью быстрого преобразования Фурье. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200727074504.pdf> (дата обращения: 27.07.2020).
5. Кулаков В.Г. Генератор на микросхеме AD9833 с инкрементальным энкодером. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200810082331.pdf> (дата обращения: 10.08.2020).