

4. Козлов В.А., Кунилов А.Л., Светлаков Ю.А., Седаков А.Ю., Ухватова Л.С., Шишкин Д.Р. Применение керамических резонаторов в устройствах СВЧ диапазона // В кн. Антенны и функциональные узлы СВЧ- и КВЧ-диапазонов. – М.: Радиотехника. – 2011. – С. 98-103.
5. Светлаков Ю.А. Разработка технологий механической обработки деталей из твёрдых хрупких неметаллических материалов // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2008. №1 (90). С.46-51.
6. Балыков А.В., Цесарский А.А. Алмазное сверление деталей из труднообрабатываемых неметаллических материалов. М.: Машиностроение. 1980.
7. Волосатов В.А. Ультразвуковая обработка. Л.: Лениздат. 1978. 1973. 248 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИХ СВЧ-ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ КОАКСИАЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРОВ

В.А. Козлов, А.Л. Кунилов, Ю.А. Светлаков, Д.Р. Шишкин, М.М. Ивойлова
(Нижний Новгород, ФГУП «ФНПЦ НИИС им. Ю.Е.Седакова» niiis@niiis.nnov.ru)

DESIGNING OF BAND-PASS MICROWAVE FILTERS ON THE BASIS OF COAXIAL CERAMIC RESONATORS

V.A. Kozlov, A.L. Kunilov, Yu.A. Svetlakov, D.R. Shishkin, M.M Ivoilova

Проектирование СВЧ - приёмных устройств РЛС, GPS, ГЛОНАСС и т.п. требует создания малогабаритных полосно-пропускающих фильтров (ППФ) дециметрового диапазона с высокими избирательными характеристиками и температурной стабильностью [1-3]. На этапах НИОКР по созданию данных СВЧ - устройств эффективным способом их проектирования является применение в качестве колебательных контуров коаксиальных керамических резонаторов (ККР), изготовленных из высокостабильной керамики.

В настоящей работе, в качестве примера практического использования данного подхода к разработке избирательных СВЧ - устройств, приведены результаты проектирования ППФ на основе ККР, предназначенного для усилителя промежуточной частоты широкодиапазонного СВЧ - приёмника с электронной перестройкой частоты. ККР изготавливались по специально разработанной «экспресс - технологии» (методами механической обработки из заготовок в виде брусков из необходимого керамического материала) [4], что позволило сократить сроки и затраты на разработку ППФ.

Принципиальная схема ППФ приведена на рис. 1.

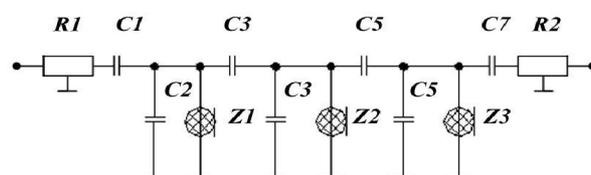


Рис. 1. Принципиальная схема ППФ

В ППФ используются три резонатора $Z1$, $Z2$, $Z3$ из высокостабильной СВЧ - керамики и согласующая микроплата на керамике ТЛ/0. Длина резонаторов составляет примерно четверть длины волны. Для снижения влияния нагрузки на электрические параметры к внешним выводам ППФ подключены резистивные ослабители $R1$, $R2$ типа ПР1-1 с ослаблением сигнала 4 дБ в каждом. В качестве конденсаторов $C1$, $C3$, $C5$, $C7$ использованы зазоры между

контактными площадками на согласующей микроплате. Частоты резонаторов $Z1-Z3$ подстраивались в составе ППФ конденсаторами $C2, C3, C5$.

Для получения требуемых характеристик ППФ была разработана его математическая модель. Проведена предварительная оптимизация используемых параметров сосредоточенных элементов. Структурная схема модели приведена на рис. 2.

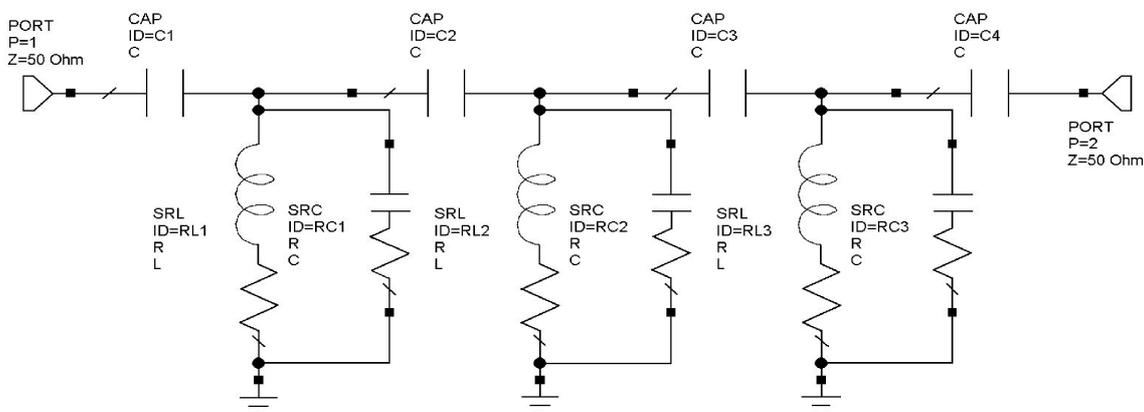


Рис. 2. Структурная схема модели ППФ

По результатам моделирования были оценены оптимальные значения волновых сопротивлений и электрических длин резонаторов $Z1, Z2, Z3$, сформулированы требования к их геометрическим размерам. В соответствии с полученными значениями геометрических размеров ККР было изготовлено необходимое количество образцов резонаторов из керамики В100.

Внешний вид изготовленного ППФ приведён на рис. 3.

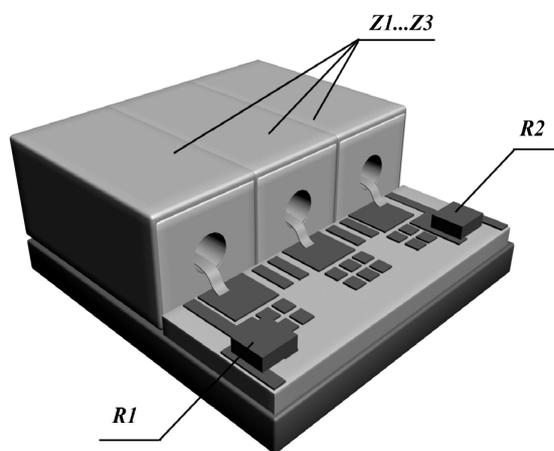


Рис. 3. Внешний вид ППФ

Экспериментальные исследования ППФ показали:

- полоса пропускания по уровню минус 3 дБ - не более 1% от центральной частоты;
- потери на центральной частоте – не более 10 дБ (с учётом 8 дБ потерь в ПР1-1);
- температурная нестабильность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне температуры окружающего воздуха от минус 50 °С до +50 °С – не более 0,5 МГц, при этом величина полосы пропускания и потери на центральной частоте остаются без изменений.

Результаты экспериментальных исследований технических характеристик образцов ППФ показывают их соответствие предъявляемым требованиям.

Таким образом, практическое применение предлагаемого подхода к проектированию ППФ СВЧ - диапазона, основанного на «экспресс - технологии» [4], адаптированной к технологическим возможностям предприятия-разработчика СВЧ - аппаратуры, позволяет оптимизировать по времени и стоимости этапы НИОКР по созданию радиоаппаратуры.

Литература

1. Козлов В.А. Приёмопередающие устройства для бортовых импульсных РЛС // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2002. Т.5. №4. С. 44-47.
2. Козлов В.А., Кунилов А.Л., Шишкин Д.Р. Опыт разработки приёмопередающих устройств для бортовых импульсных РЛС миллиметрового диапазона // Труды конфер. «Новые технологии в радиоэлектронике и системах управления». 3-5 апр. 2002. г. Нижний Новгород. Т.2. С. 103-106.
3. Козлов В.А., Кунилов А.Л., Пьянов В.И. Приёмопередающее устройство бортового радиолокационного исследовательского комплекса мм-диапазона длин волн // Физика и технические приложения волновых процессов: тезисы докл. IV МНТК, - Нижний Новгород, 2005. - С. 120.
4. Козлов В.А., Кунилов А.Л., Светлаков Ю.А., Седаков А.Ю. Технология изготовления коаксиальных керамических резонаторов для СВЧ устройств // Физика и технические приложения волновых процессов: материалы XI Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург, 2012 (настоящий сборник).

ПРИМЕНЕНИЕ КОАКСИАЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРОВ В МОЩНЫХ ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫХ ТРАНЗИСТОРНЫХ АВТОГЕНЕРАТОРАХ

В.А. Козлов, А.Л. Кунилов, Ю.А. Светлаков, Д.Р. Шишкин

(Нижний Новгород, ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е.Седакова» niiis@niiis.nnov.ru)

APPLICATION OF COAXIAL CERAMIC RESONATORS IN HIGH-POWER HIGH-STABLE TRANSISTOR GENERATORS

V.A. Kozlov, A.L. Kunilov, Yu.A. Svetlakov, D.R. Shishkin

Актуальной проблемой создания бортовой РЭА дециметрового диапазона длин волн является разработка твердотельных передающих устройств с высокой стабильностью несущей частоты. Большинство подобных устройств проектируется на основе многокаскадной усилительно - умножительной схемы с использованием в качестве стабильного задающего генератора маломощного низкочастотного полупроводникового автогенератора, стабилизированного кварцевым резонатором, или на основе синтезаторов частоты. Данные многокаскадные передающие устройства отличаются значительными габаритами и энергопотреблением. Очевидно, что оптимальным схемотехническим решением, обеспечивающим минимальные габариты, массу и энергопотребление РЭА, явилось бы использование в передающем устройстве мощного стабильного транзисторного СВЧ - автогенератора. Однако отсутствие кварцевых резонаторов СВЧ - диапазона в силу их неспособности выдерживать высокие уровни мощности не позволяют на практике реализовать традиционный способ стабилизации частоты автогенератора.

В настоящей работе приведено описание варианта построения мощного транзисторного автогенератора, стабилизированного по частоте коаксиальным керамическим резонатором (ККР). Принципиальная схема автогенератора приведена на рис. 1.