

Разработка малогабаритных
высокочастотных
фильтров в интегральном
исполнении

Цели и задачи

Цель работы:

разработка диплексерных фильтров предварительной селекции в интегральном исполнении, для построения малогабаритных приемопередающих радиотрактов.

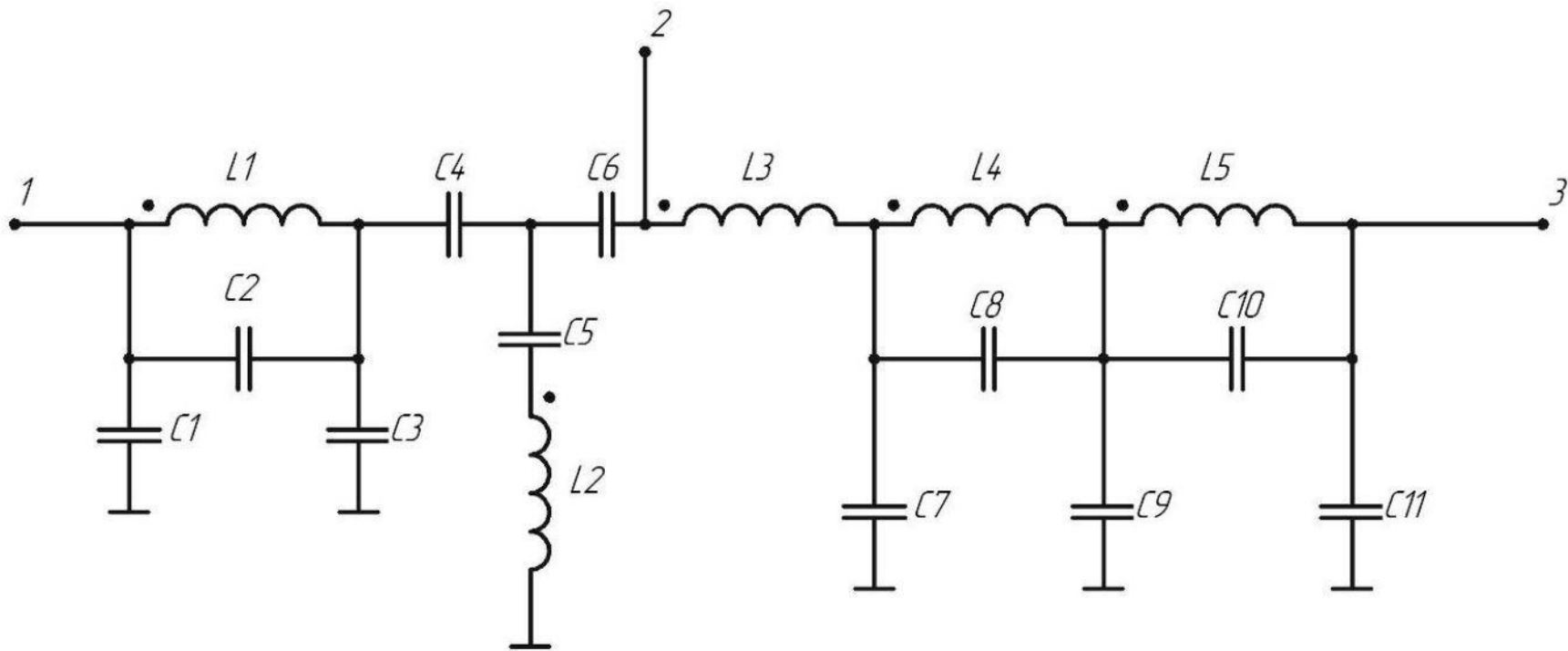
Задачи:

- провести инженерный анализ различных схемотехнических и конструкторско-технологических решений по реализации малогабаритных диплексерных фильтров
- разработать схемы и электрические конструкции малогабаритных интегральных модулей, предназначенных для установки на печатную плату методами поверхностного монтажа

Техническое задание

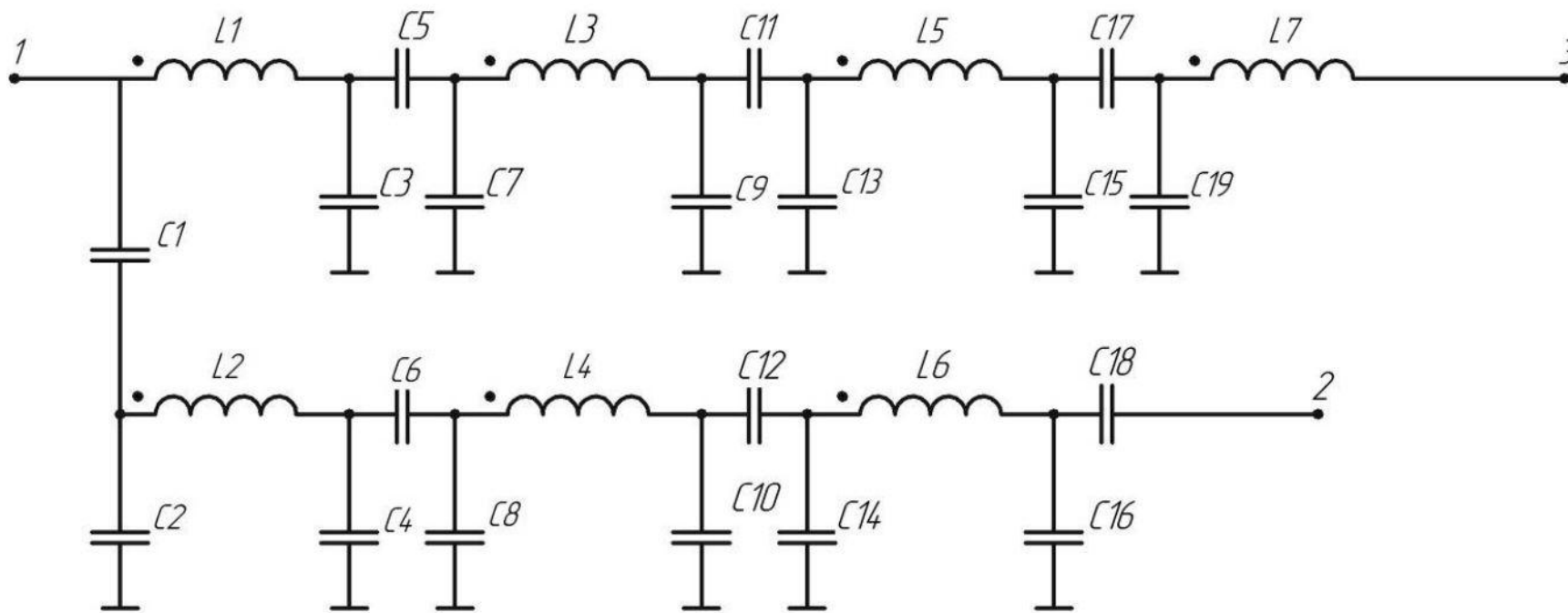
Наименование макета	Полоса пропускания, МГц	
	Фильтр 1	Фильтр 2
«Ф1»	от 140 до 150	от 265 до 315
«Ф2»	от 140 до 150	от 390 до 450
«Ф3»	от 155 до 165	от 390 до 450
«Ф4»	от 265 до 315	от 390 до 450

Схемы электрические диплексерных фильтров «Ф1» - «Ф3»



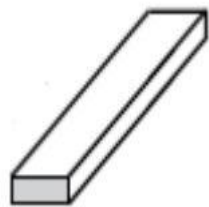
a)

Схемы электрические диплексерных фильтра «Ф4»

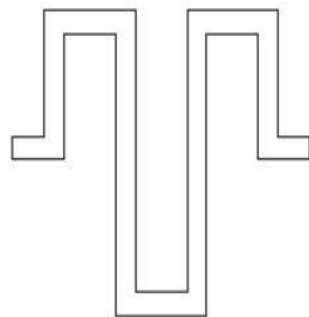


б)

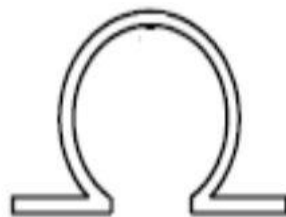
Варианты реализации топологии ИНДУКТИВНЫХ И ЕМКОСТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



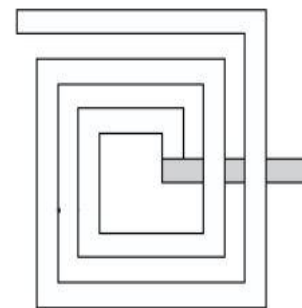
а)



б)



в)



г)

Варианты реализации топологических индуктивных элементов

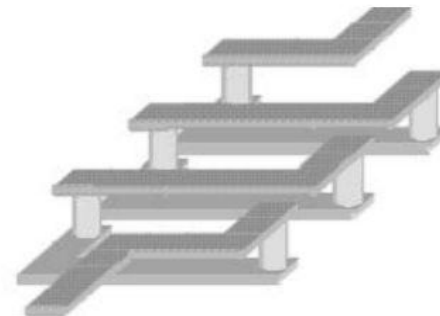


Планарный встречно-штыревой конденсатор

Варианты реализации топологии ИНДУКТИВНЫХ И ЕМКОСТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



а)



б)

Возможные топологии многослойных индуктивностей



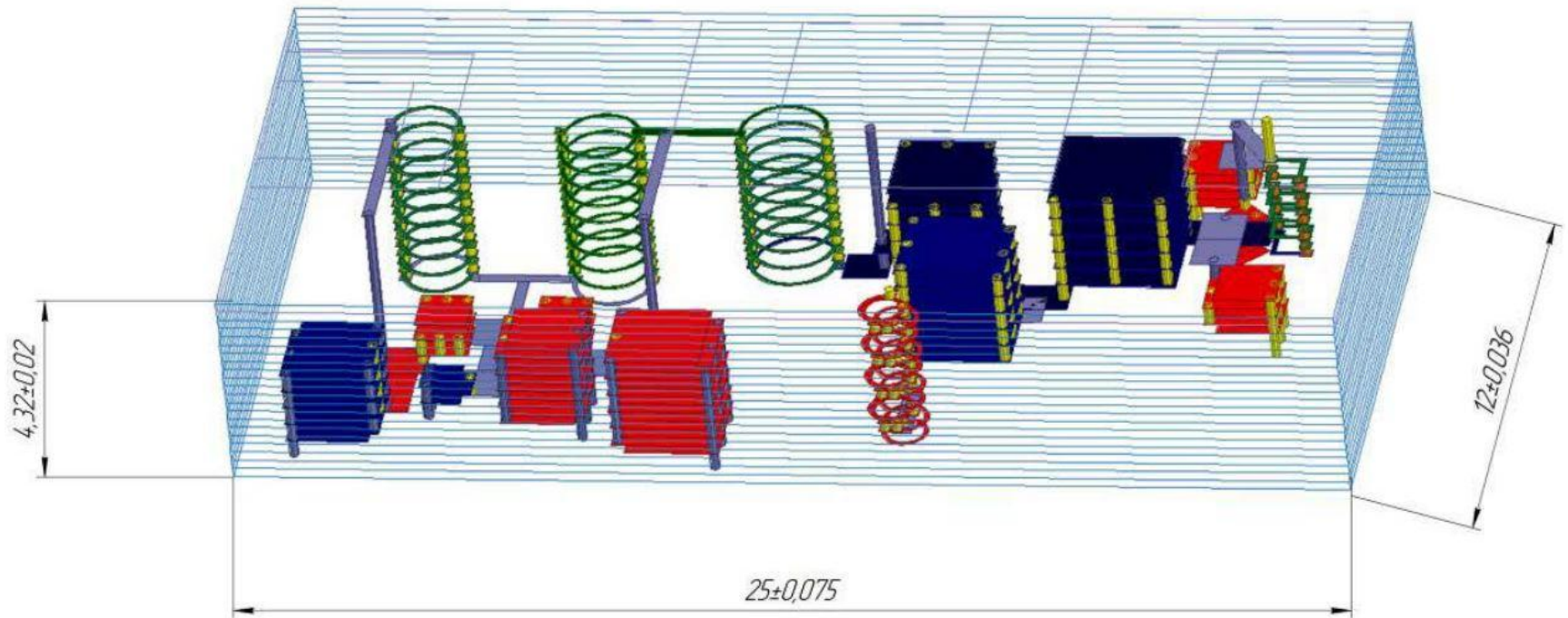
а)



б)

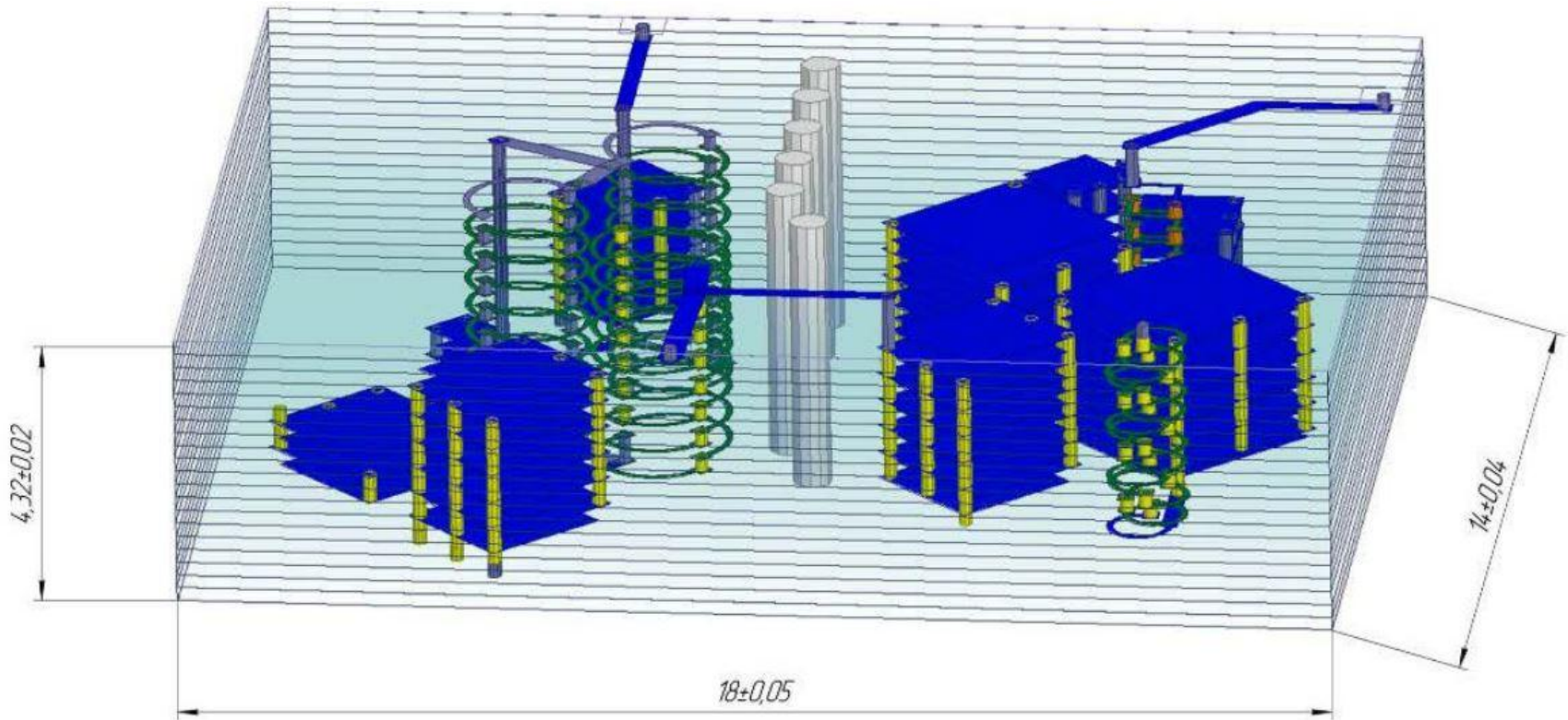
Плоскопараллельная (а) и стековая (б) конструкции конденсатора

Макет интегрального фильтра «Ф1»



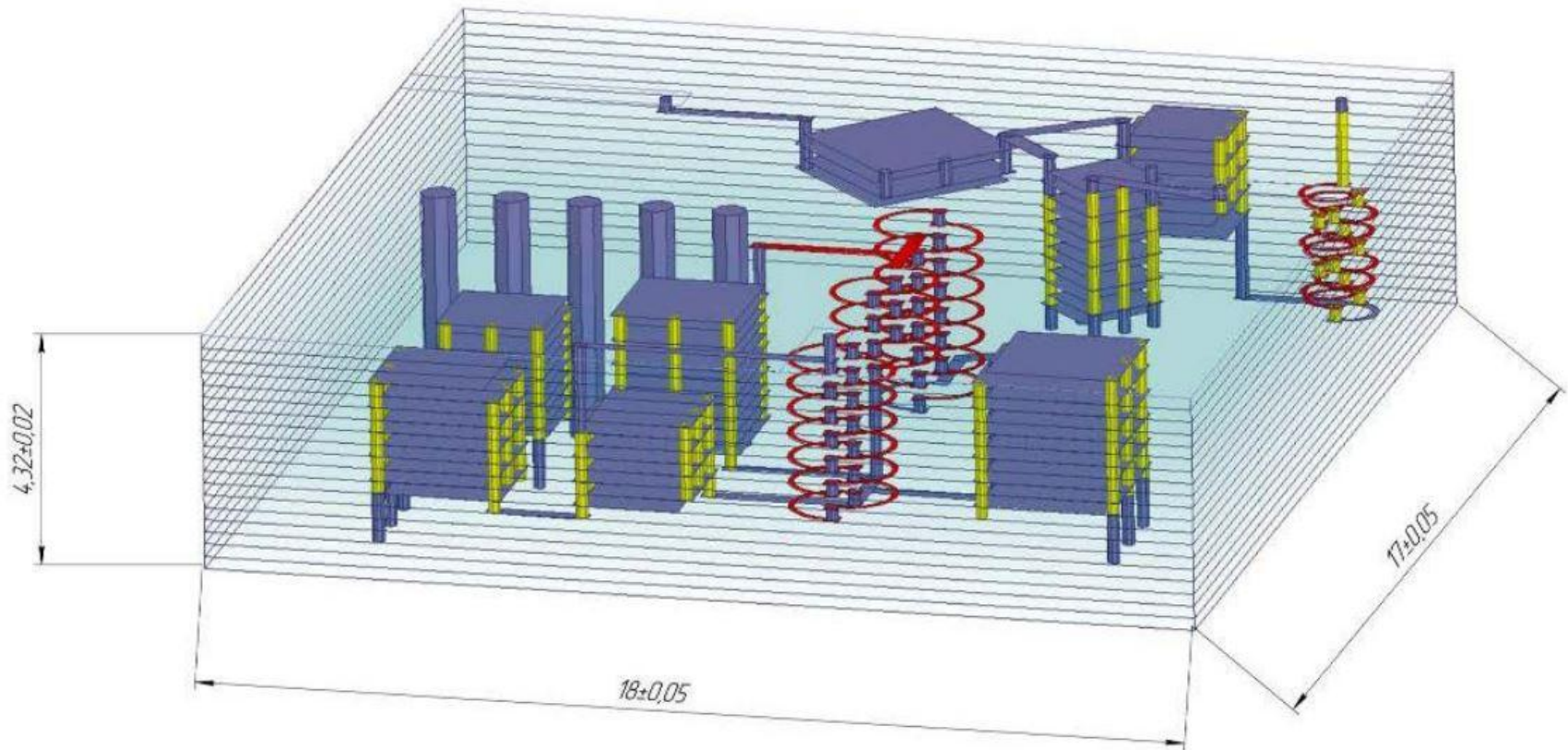
a)

Макет интегрального фильтра «Ф2»



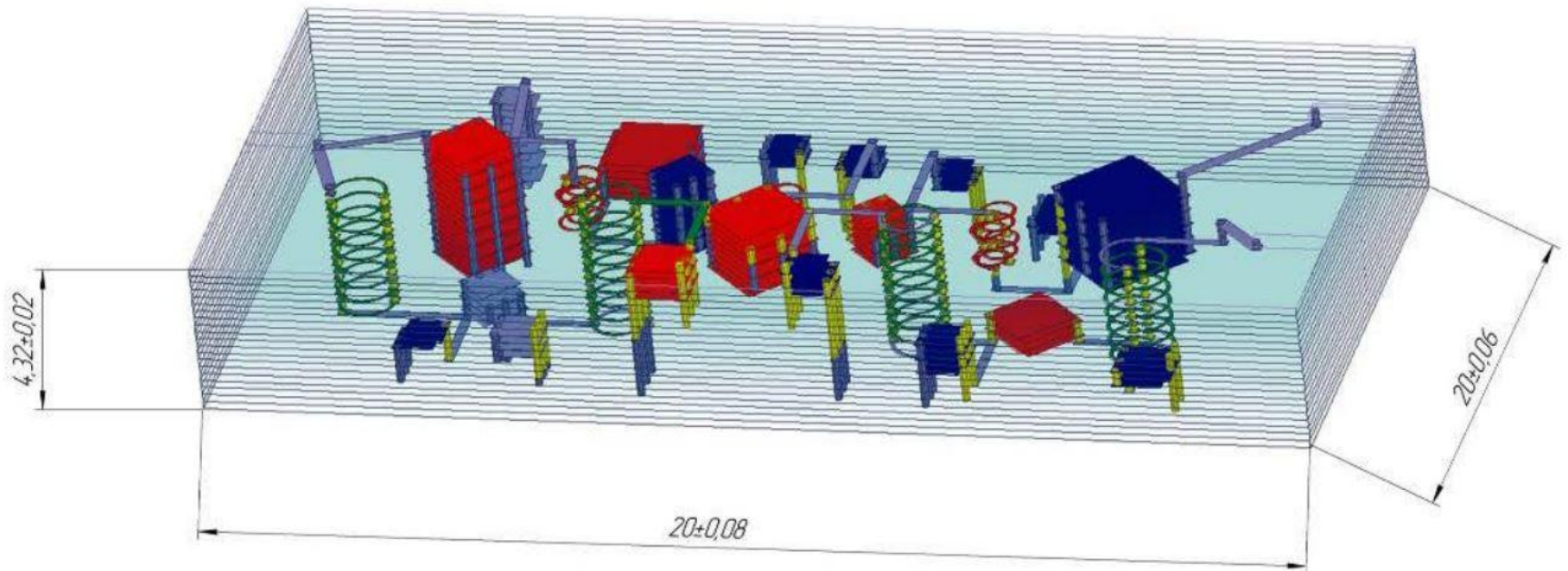
б)

Макет интегрального фильтра «Ф3»



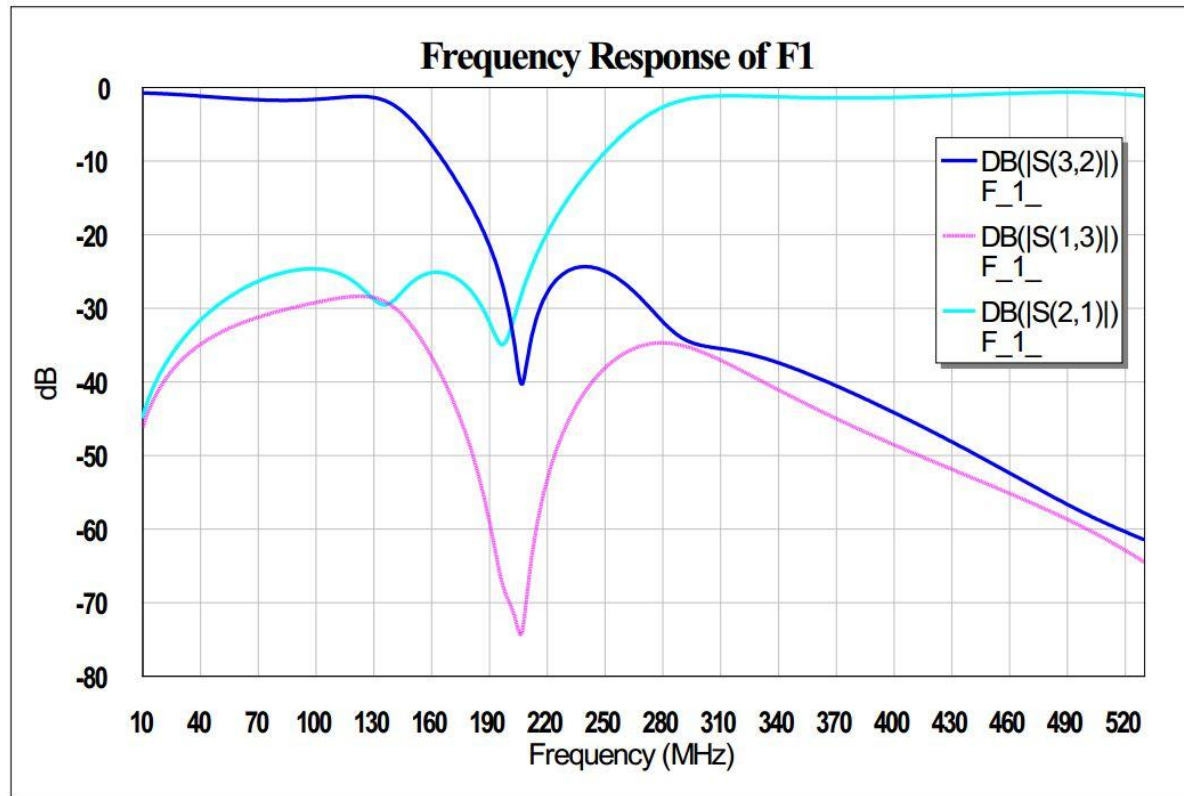
В)

Макет интегрального фильтра «Ф4»



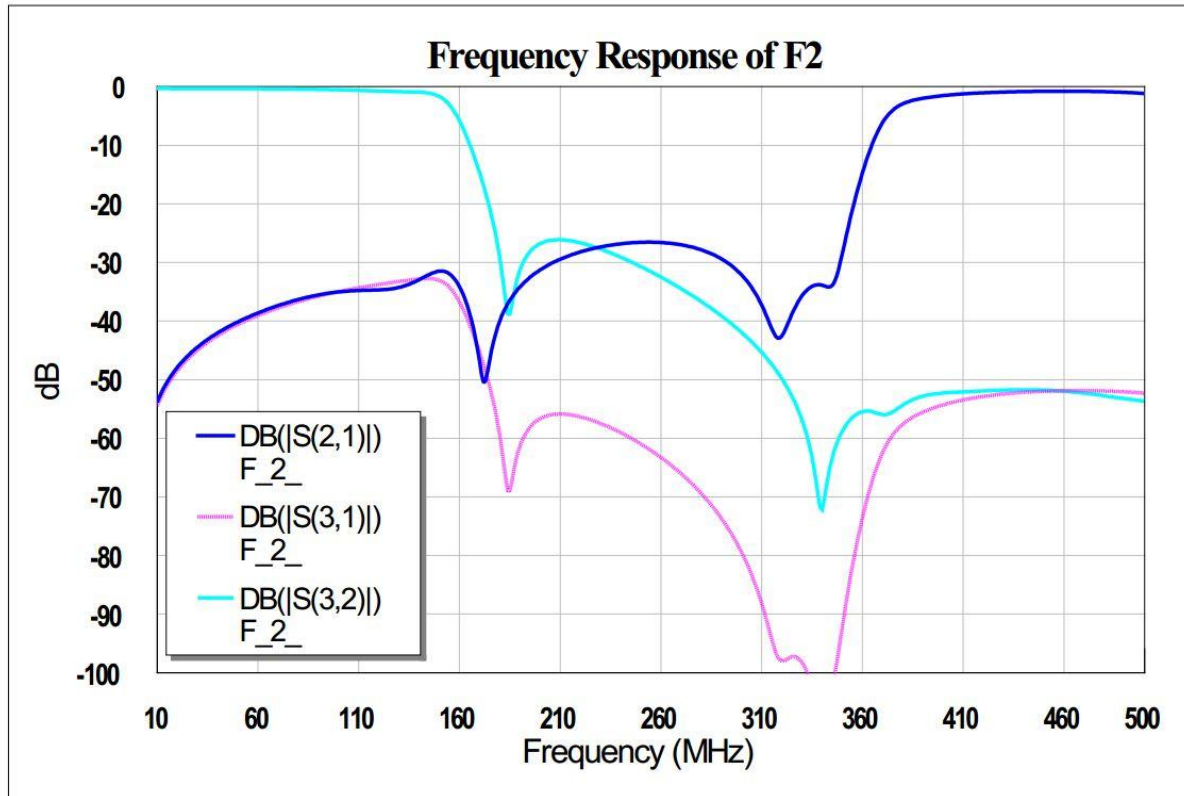
г)

АЧХ модели «Ф1»



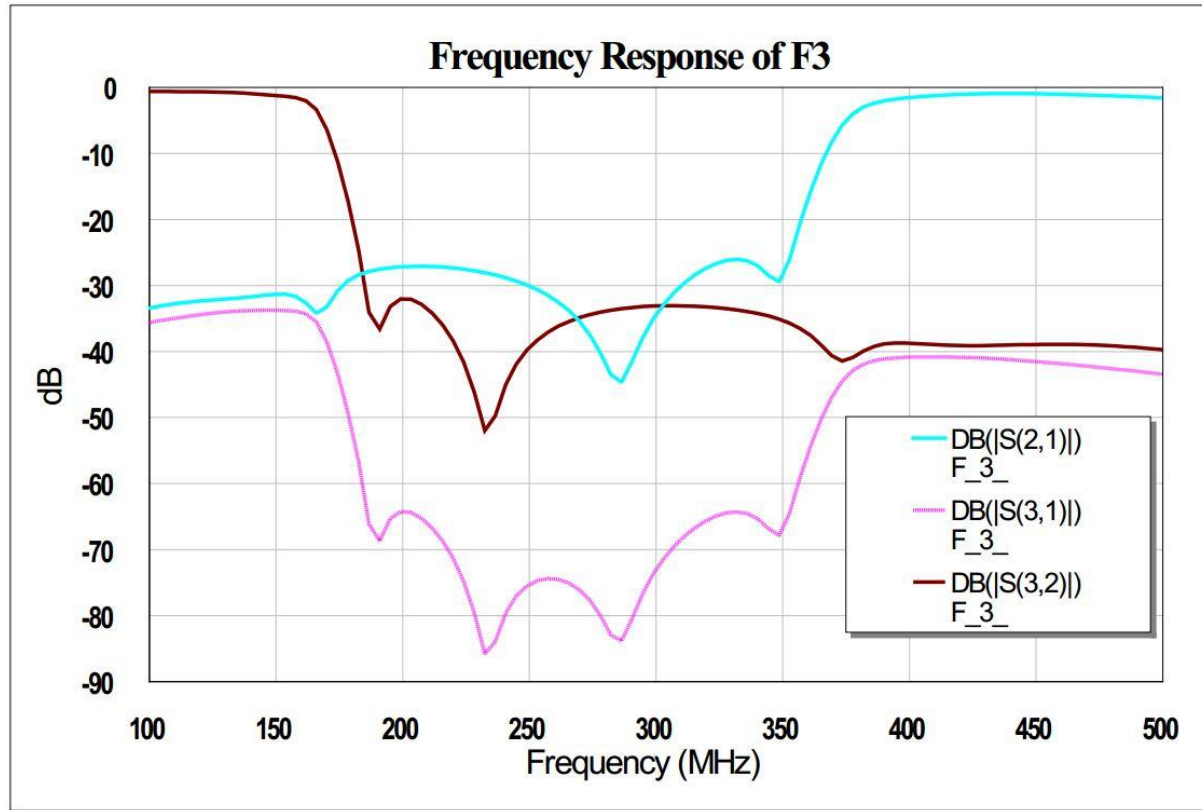
Наименование макета	Полоса пропускания, МГц	
	Фильтр 1	Фильтр 2
«Ф1»	от 140 до 150	от 265 до 315

АЧХ модели «Ф2»



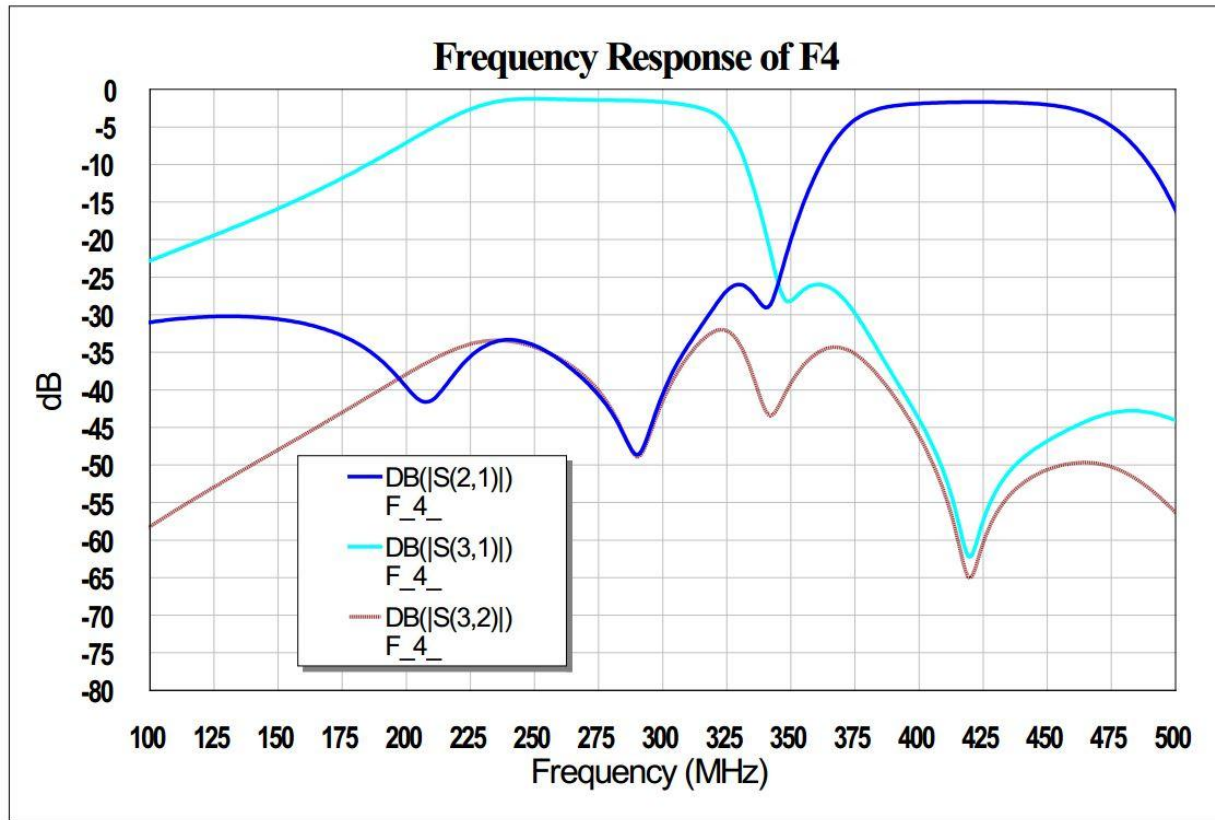
Наименование макета	Полоса пропускания, МГц	
	Фильтр 1	Фильтр 2
«Ф1»	от 140 до 150	от 390 до 450

АЧХ модели «Ф3»



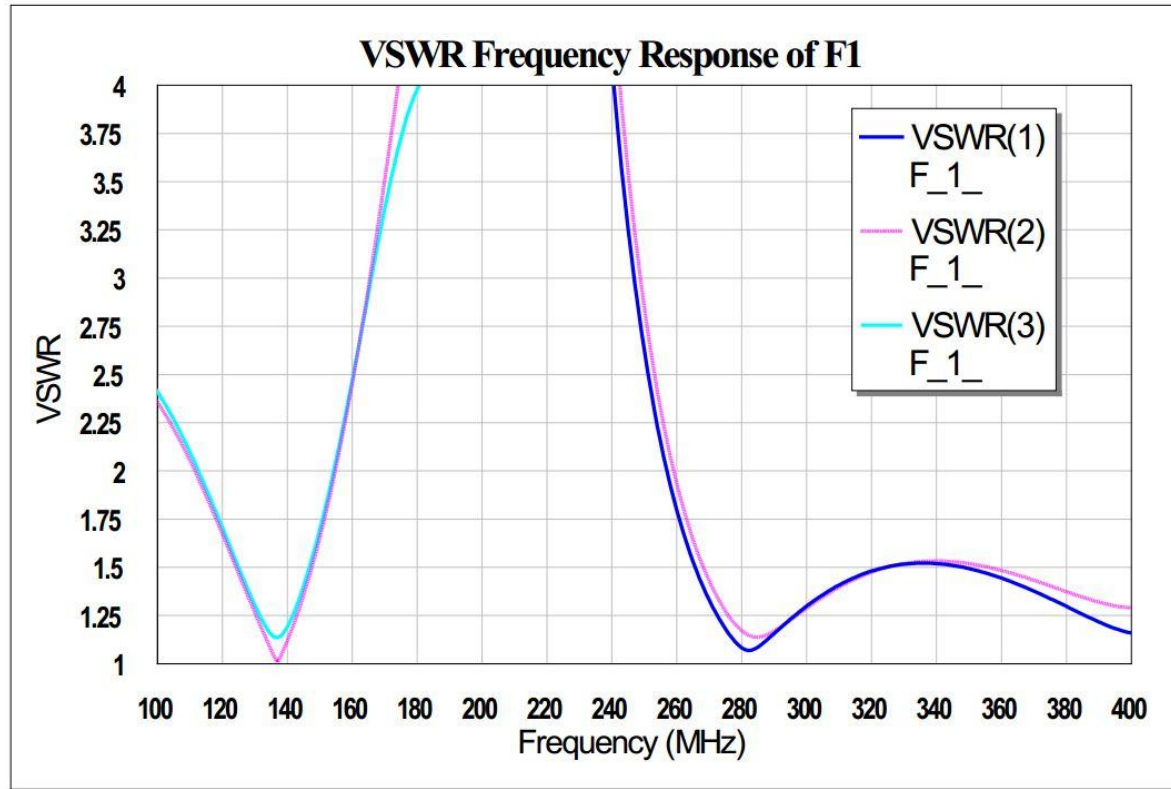
Наименование макета	Полоса пропускания, МГц	
	Фильтр 1	Фильтр 2
«Ф1»	от 155 до 165	от 390 до 450

АЧХ модели «Ф4»



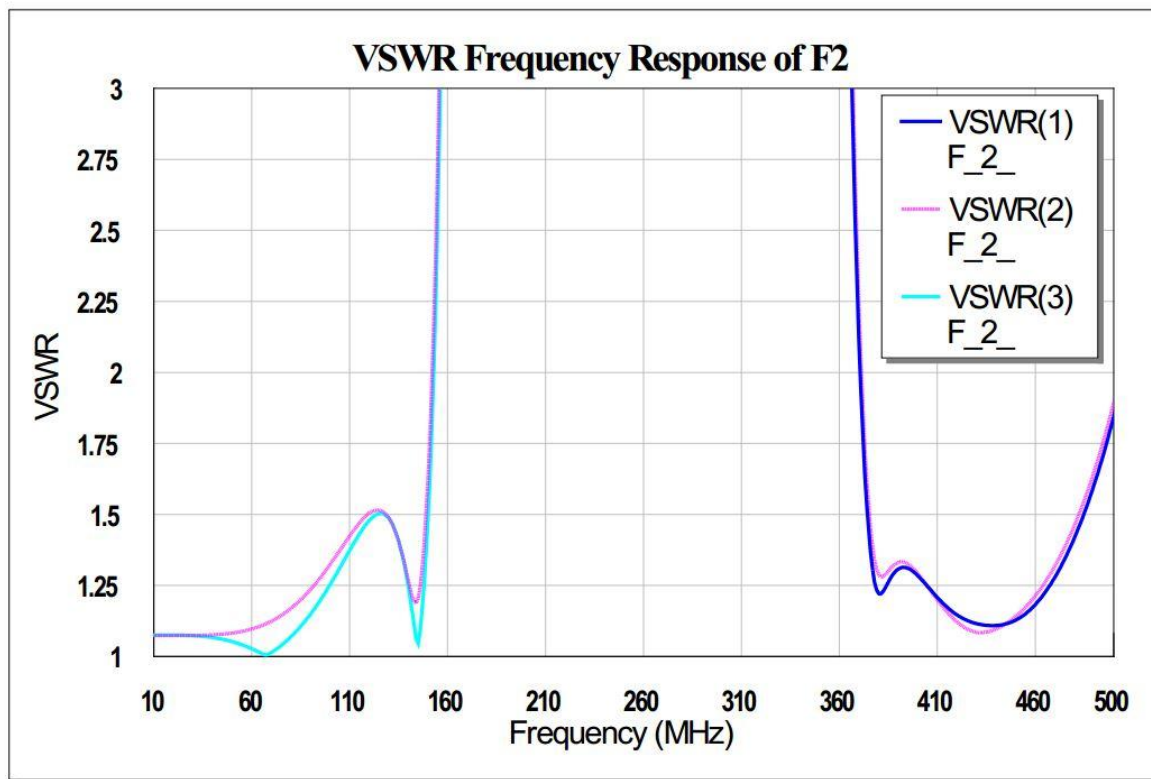
Наименовани е макета	Полоса пропускания, МГц	
	Фильтр 1	Фильтр 2
«Ф1»	от 265 до 315	от 390 до 450

КСВН фильтра «Ф1»



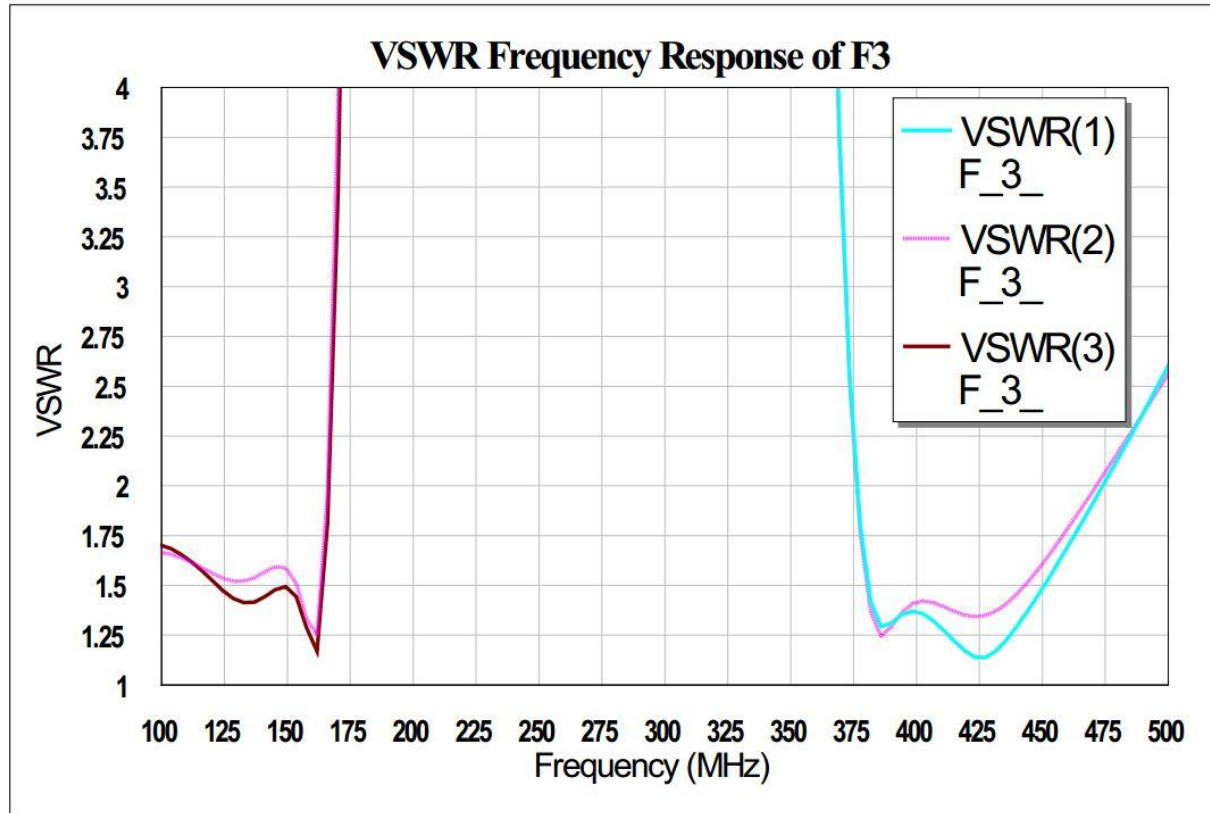
Наименование макета	Полоса пропускания, МГц	
	Фильтр 1	Фильтр 2
«Ф1»	от 140 до 150	от 265 до 315

КСВН фильтра «Ф2»



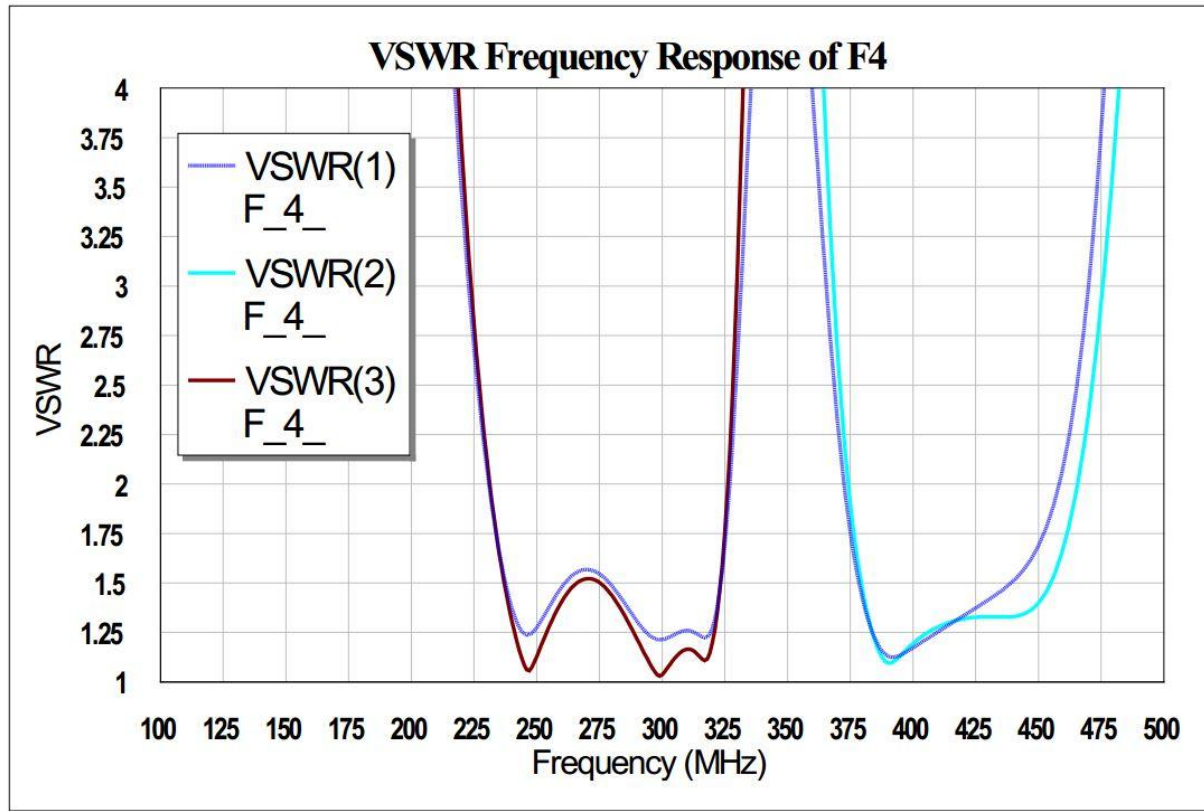
Наименование макета	Полоса пропускания, МГц	
	Фильтр 1	Фильтр 2
«Ф1»	от 140 до 150	от 390 до 450

КСВН филтъра «Ф3»



Наименовани е макета	Полоса пропускания, МГц	
	Филтър 1	Филтър 2
«Ф1»	от 155 до 165	от 390 до 450

КСВН филтъра «Ф4»



Наименование макета	Полоса пропускания, МГц	
	Фильтр 1	Фильтр 2
«Ф1»	от 265 до 315	от 390 до 450

Результаты моделирования частотных фильтров

Частотный фильтр	Полоса пропускания, МГц	Максимальное затухание в полосе пропускания, дБ	КСВН в полосе пропускания	Минимальное затухание в полосе заграждения, дБ	Прямоугольность по уровням 3 дБ и 26 дБ
Макет «Ф1»					
фильтр 1	0 – 162,6	2,0	1,7	41,0	2
фильтр 2	254,4 – 476,2	2,0	1,5	26,4	2
Макет «Ф2»					
фильтр 1	0 – 151,6	2,0	1,5	26,3	2
фильтр 2	358,7 – 528,3	2,0	1,5	26,5	3,9
Макет «Ф3»					
фильтр 1	0 – 161,2	2,0	1,7	32,1	2
фильтр 2	390,1 – 524,4	2,0	1,4	26,0	2,5
Макет «Ф4»					
фильтр 1	230,7 – 307,7	2,0	1,6	26,0	2,8
фильтр 2	395,4 – 448,8	2,0	1,5	26,0	2

Заключение

В ходе работы были проработаны основные схемотехнические пути реализации интегральных диплексерных фильтров. На основании разработанных электрических схем разработаны трехмерные модели многослойных керамических плат с реализованными на них топологиями частотных фильтров на основе полусосредоточенных элементов. Проведен инженерный анализ электрических характеристик интегральных диплексерных фильтров, учтено влияние паразитных параметров отдельных элементов и токонесущих проводников.

Литература

- 1 Вендик И.Б., Холодняк Д.В., Симин А.В. Многослойные интегральные схемы сверхвысоких частот на основе керамики с низкой температурой обжига. Средства проектирования и реализация пассивных устройств // Компоненты и технологии. – 2005. – № 6. – С. 210-216.
- 2 Егоров Г., Капкин С., Стельмахович Л., Трофименко В., Хрипко В. Многослойные керамические микросхемы на основе технологии LTCC // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2006. -№ 7. – С. 44-49.
- 3 Интернет-сайт корпорации Mini-Circuits. <http://www.minicircuits.com>.
- 4 Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи, т. 1 / Д.Л. Маттей, Л. Янг, Е.М.Т. Джонс, Пер. с англ. под ред. Л.В. Алексеева, Ф.В. Кушнира. – М.: Связь, 1971. – 439 с., ил.
- 5 Абрамова, Е.Г. Определение оптимальной конструкции катушек индуктивности диапазона СВЧ, реализованных с использованием технологии LTCC // Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем: сборник докладов научно-технической конференции – 2010 г. – с. 5-9.
- 6 Документ ф. American Technical Ceramics «Руководство по разработке продуктов на основе многослойных керамических плат выполненных по LTCC - технологии. Заказная тонкоплёночная продукция» - 2004. - 34 с.
- 7 Кондратюк Р. Низкотемпературная совместно обжигаемая керамика (LTCC). Преимущества. Технология. Материалы // Степень интеграции. – 2011. - № 5. – С. 14-17.
- 8 Вендик И.Б., Холодняк Д.В., Симин А.В. Многослойные интегральные схемы сверхвысоких частот на основе керамики с низкой температурой обжига // Компоненты и технологии. – 2005. – № 5. – С. 190-196.
- 9 Чигиринский С. Особенности и преимущества производства многослойных структур на основе керамики (LTCC, NTCC, MLCC) // Компоненты и технологии. – 2009 - №11 – С. 130-131.
- 10 Борейко Д.А., Дьяченко Т.С., Тюменцев А.И. Исследование параметров катушек индуктивности, выполненных по LTCC технологии // Техника радиосвязи – 2012. – Вып. 17 – С. 73-83.