

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Томский Государственный Университет Систем Управления и
Радиоэлектроники (ТУСУР)

Кафедра Телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

В.Д. Дмитриев

Лабораторная работа №1

по дисциплине «Автоматизированное проектирование СВЧ устройств»
для студентов, обучающихся по направлению подготовки магистратура

11.04.01-«Радиотехника»

11.04.02-«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Томск

2018

Оглавление

Введение.....	3
1 Руководство по использованию ADS.....	5
2.1 Создание проекта (рабочего пространства)	5
2.2 Создание схемы	9
2.3 Получение S-параметров.....	12
2 Лабораторное задание.....	15
3 Варианты заданий	17

Введение

Цель работы: Ознакомиться с САПР ADS, исследовать основные типы LC фильтров, построить графики S- параметров

Задачи лабораторной работы:

- 1) Изучить основы использования САПР ADS.
- 2) Собрать опорные схемы фильтров.
- 3) Задать основные параметры элементам согласно вариантам.
- 4) Построить основные характеристики и сравнить результаты с расчетным заданием.

AdvancedDesignSystem (ADS) – Система автоматизированного проектирования (САПР) разработанная компанией KeysightTechnologies. САПР ADS способна решать широкий спектр задач сквозного проектирования сложных радиотехнических устройств и систем связного назначения.

В данной работе будут описаны методы построения фильтров с помощью САПР ADS

Электрический фильтр - это четырехполюсник, устанавливаемый между источником питания и нагрузкой и служащий для беспрепятственного (с малым затуханием) пропускания токов одних частот и задержки (или пропускания с большим затуханием) токов других частот.

Полоса пропускания или полоса прозрачности фильтра - Это диапазон частот, пропускаемых фильтром без затухания (с малым затуханием);

Полоса затухания или полоса задерживания (режекции) фильтра - это диапазон частот, пропускаемых с большим затуханием.

Качество фильтра считается тем выше, чем ярче выражены его фильтрующие свойства, т.е. чем сильнее возрастает затухание в полосе задерживания.

В качестве пассивных фильтров обычно применяются четырехполюсники на основе катушек индуктивности и конденсаторов.

Возможно также применение пассивных RC-фильтров, используемых при больших сопротивлениях нагрузки.

Фильтры применяются как в радиотехнике и технике связи, где имеют место токи достаточно высоких частот, так и в силовой электронике и электротехнике.

1. Руководство по использованию ADS

1.1 Создание проекта (рабочего пространства)

1. В главном окне программы выбрать File->New->Workspace... После чего вас переведет в окно создания нового рабочего пространства.

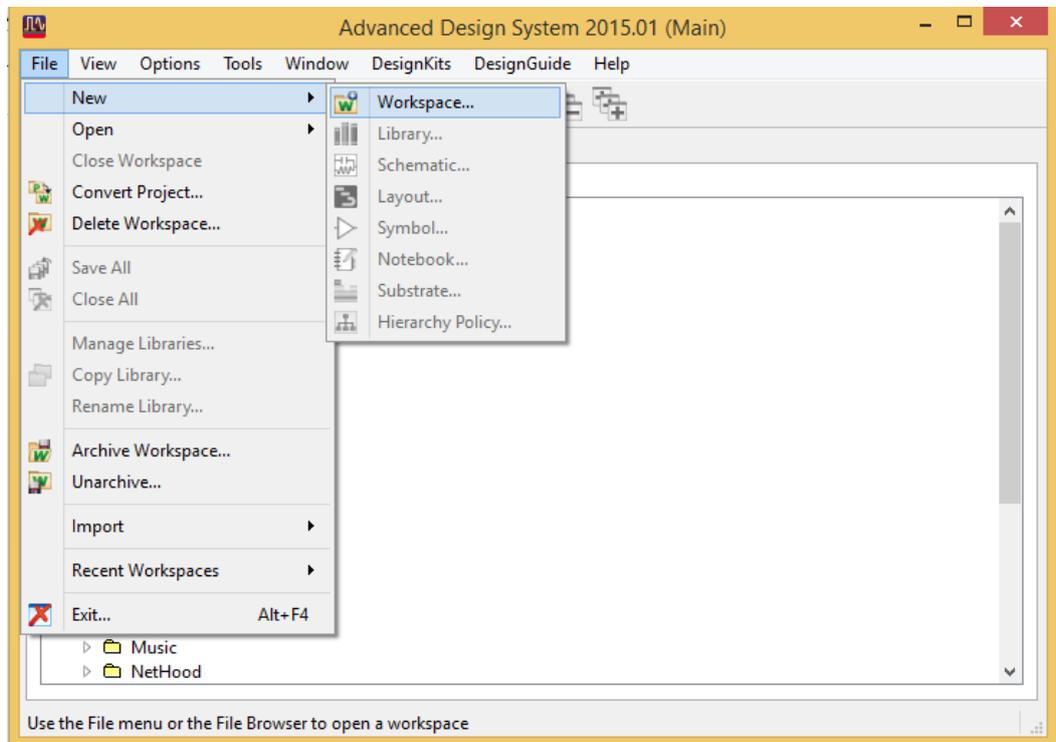


Рисунок 1.1 – Создание рабочего пространства

2. Выполняем действия в соответствии со скриншотами, приведенными
ниже:

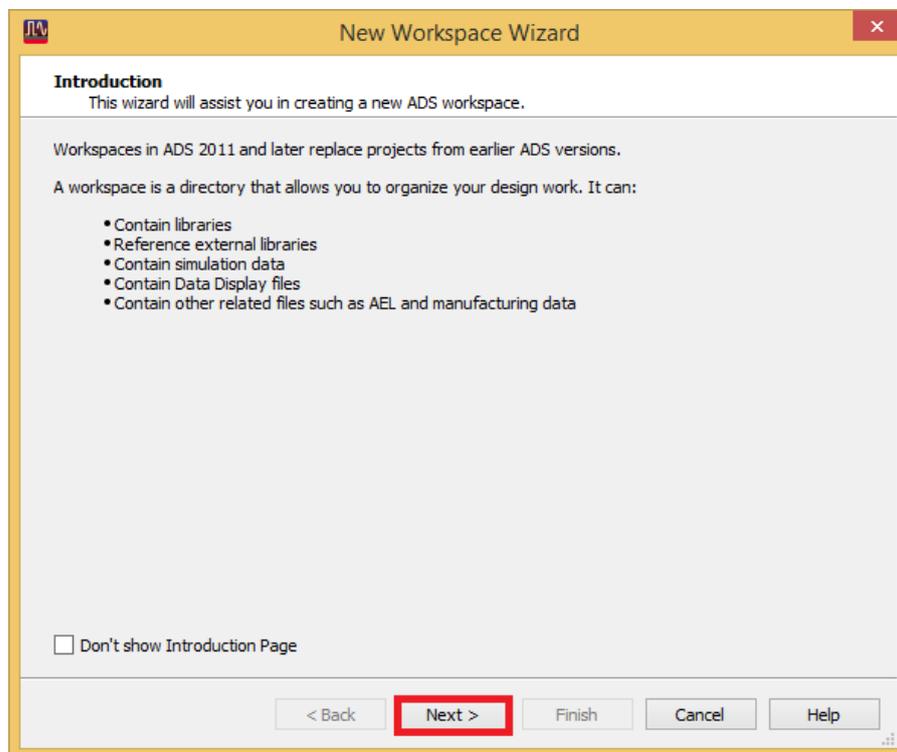


Рисунок 1.2 – Мастер создания рабочего пространства

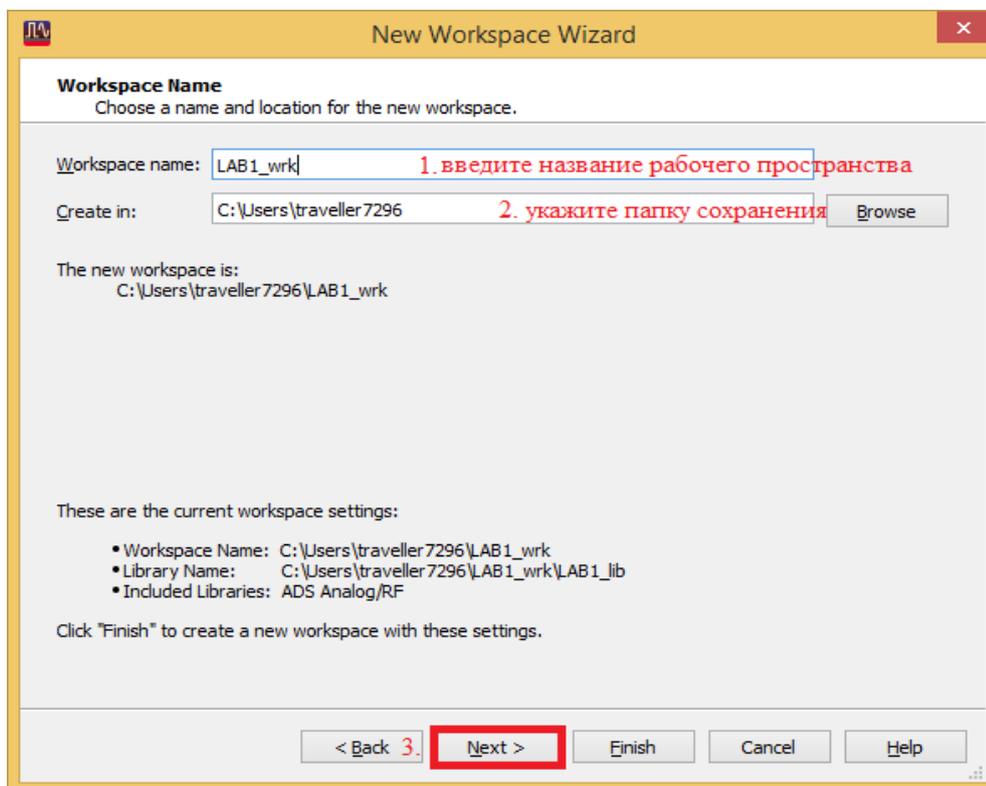


Рисунок 1.3 – Название и место расположения создаваемого проекта

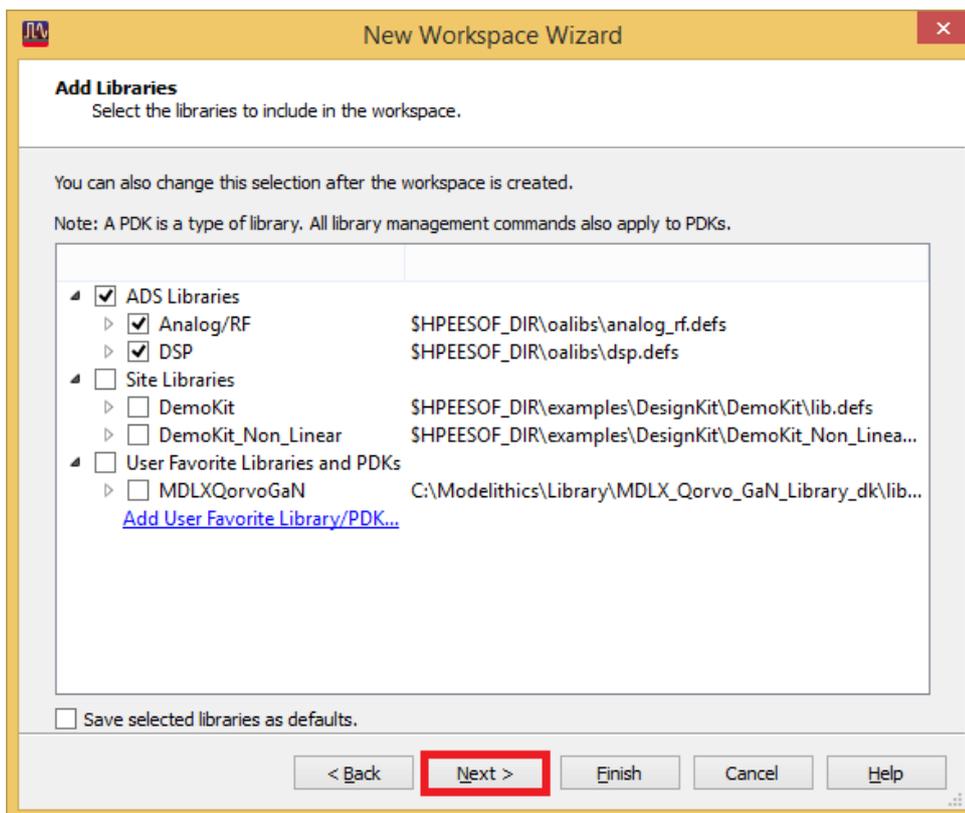


Рисунок 1.4 – Выбор библиотек

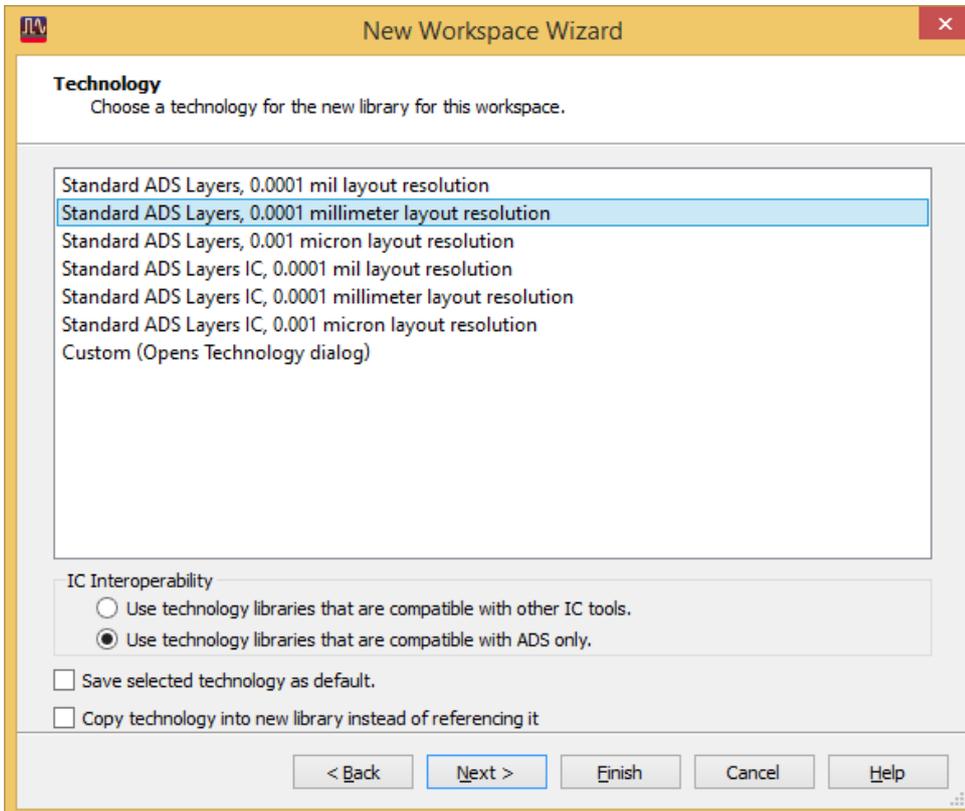


Рисунок 1.5 – Выбор стандарта и единиц измерения

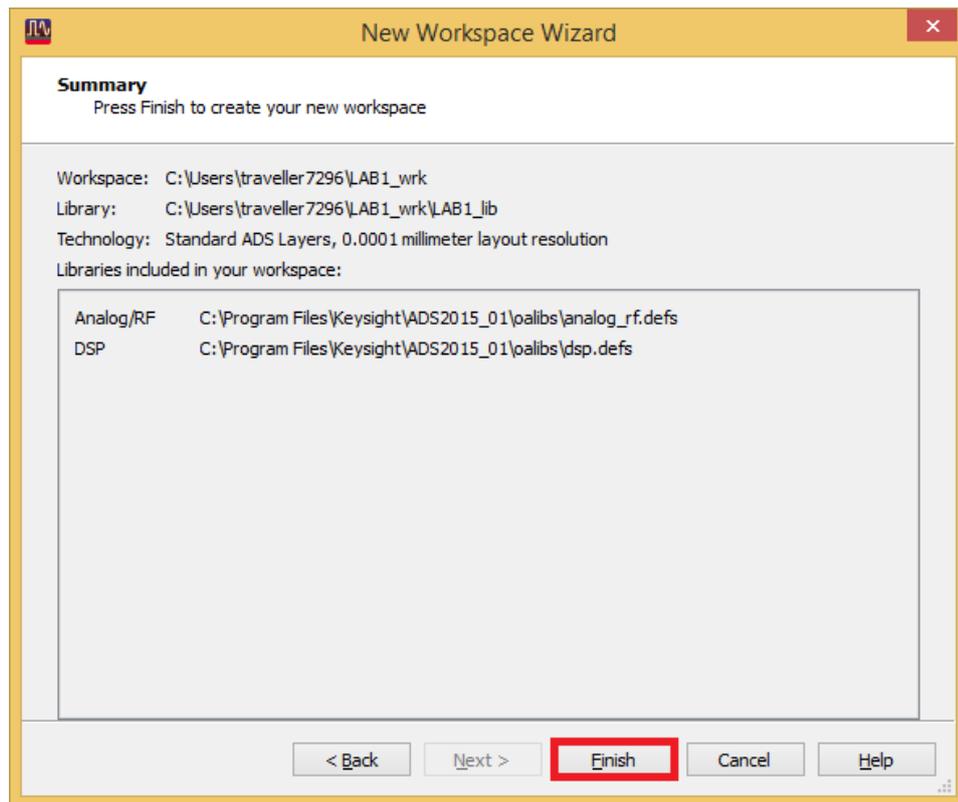


Рисунок 1.6 – Завершение создания проекта

Далее откроется окно рабочего пространства.

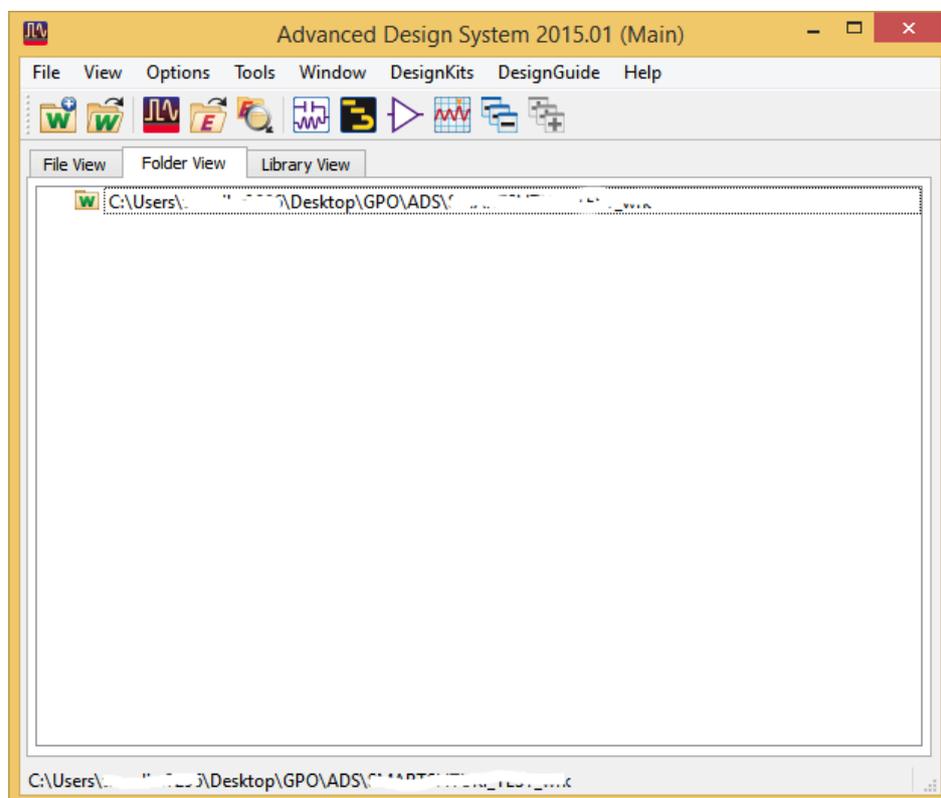


Рисунок 1.7 – Созданное рабочее пространство

На этом создание проекта (рабочего пространства) завершено. Можно приступить к созданию схем.

1.2 Создание схемы

1. В окне рабочего пространства выбираем New->Schematic

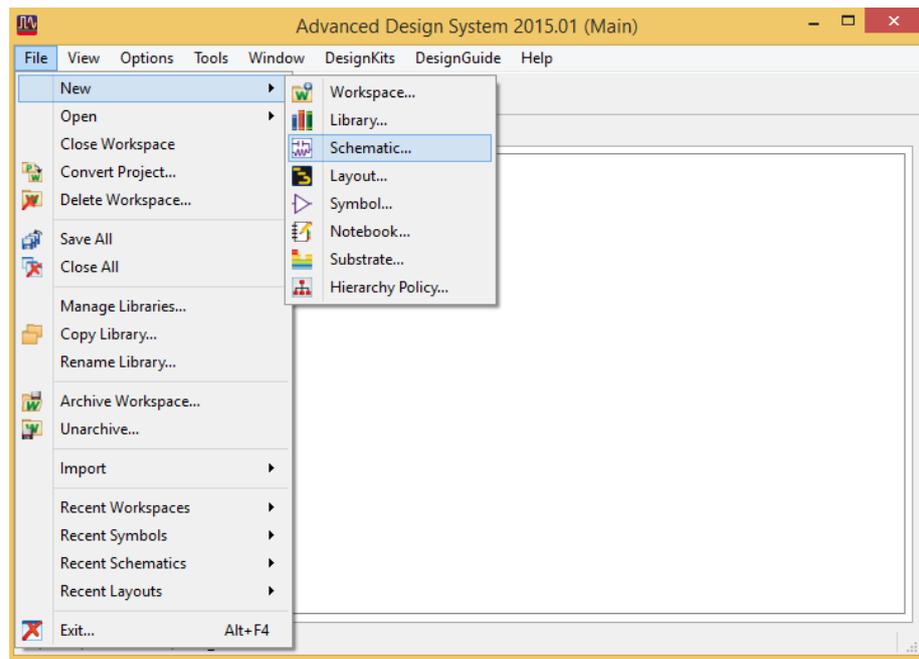


Рисунок 1.8 – Создание схемы

После чего появится окно создания новой схемы. Выполняем действия, приведенные на скриншоте ниже:

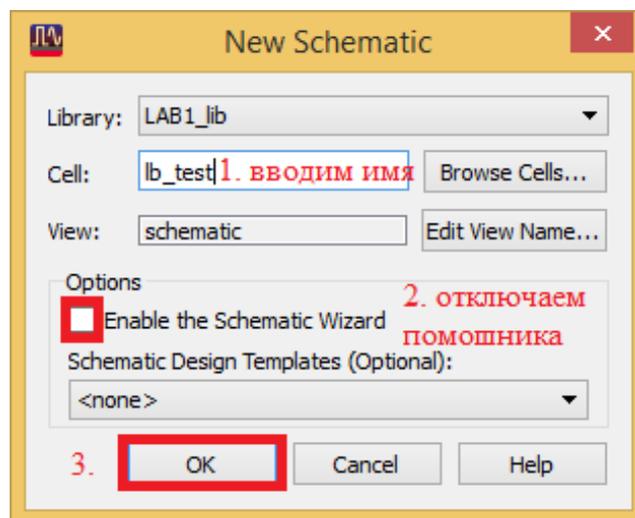


Рисунок 1.9 – Задание имени схемы

Далее нас перенесет в окно построения схемы. Окно построения схемы выглядит следующим образом:

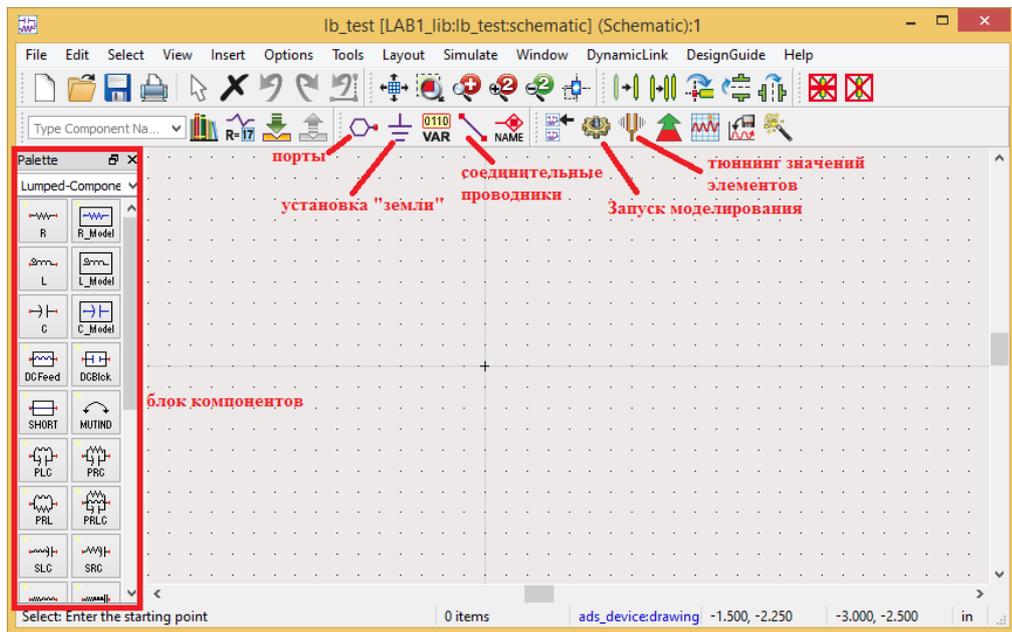


Рисунок 1.10 – Основные элементы, которые используются при создании схемы

2. В блоке компонентов заходим в раздел Lumped-Components, расставляем нужные нам элементы для нашей схемы, соединяем их между собой и расставляем земли:

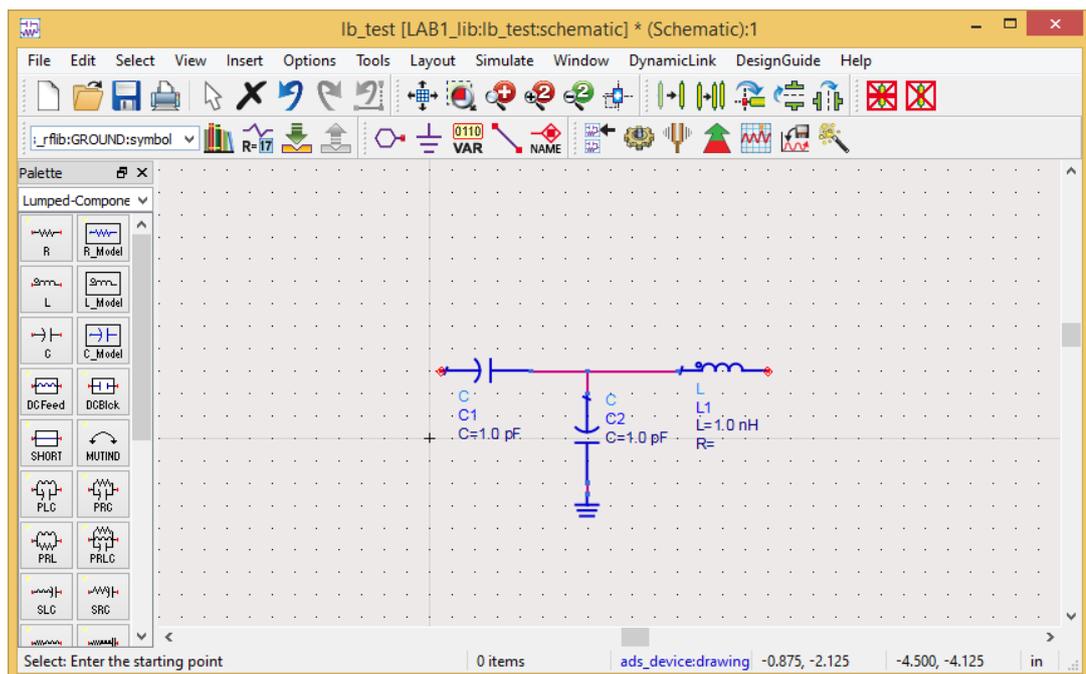


Рисунок 1.11 – Простейшая схема

Быстро задать значения номиналов элементов можно кликнув на число возле элемента, так же существует и другой вариант, кликните 2 раза по компоненту и вам откроется окно всех возможных параметров компонента.

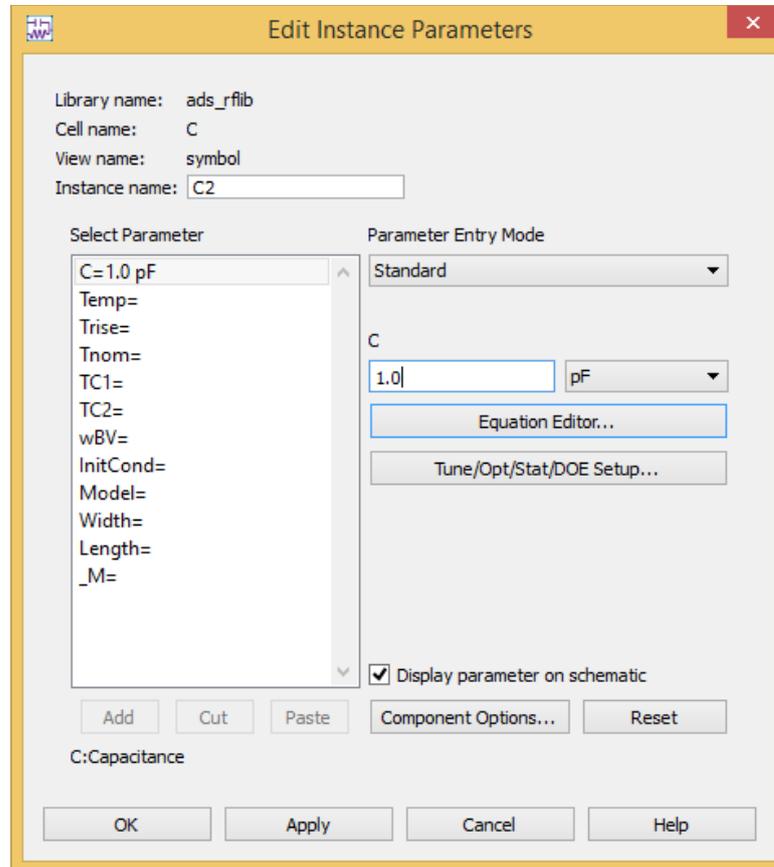


Рисунок 1.12 – Задание значений элементам

После того как все номиналы компонентов расставлены, можно приступить к моделированию нашей схемы.

1.3 Получение S-параметров

S-параметры (или волновые параметры) используются для описания характеристик многополюсников СВЧ (смесителей, усилителей, циркуляторов и так далее). Физический смысл S-параметров:

S_{11} , S_{22} – коэффициенты отражения от первого и второго порта соответственно;

S_{21} – коэффициент передачи с первого порта на второй;

S_{12} – коэффициент передачи со второго порта на первый.

САПР ADS может построить S-параметры любой схемы построенной в нем, а также может работать с файлами содержащими эти параметры (.s2p).

Рассмотрим пример построения схемы для получения S-параметров:

1. В блоке компонентов выберите раздел Simulation-S_param, перетащите оттуда элемент «S P» на нашу схему, установите начальную частоту, конечную частоту и шаг через который будут происходить измерения

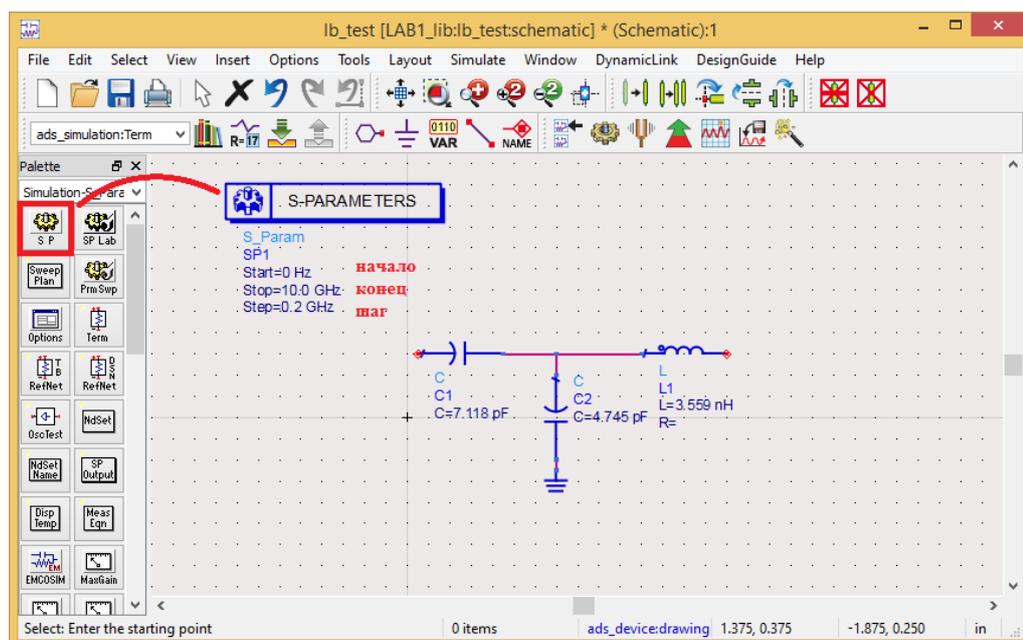


Рисунок 1.13 – Подготовка к симуляции S параметров

2. Из этого же раздела выберите элемент Term и присоедините его ко входу и выходу нашей цепи.

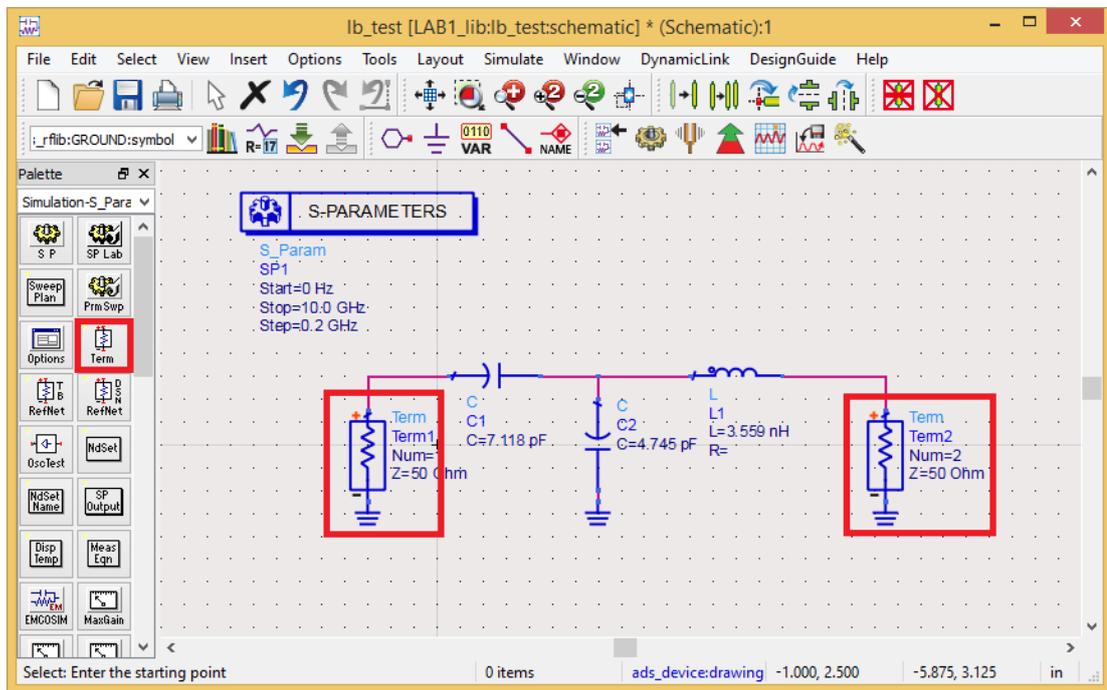


Рисунок 1.14 – Схема для получения S параметров

3. Запускаем моделирование цепи, после чего произойдет открытие окна вывода графиков. Далее выполняем действия в соответствии с приведенными ниже скриншотами.

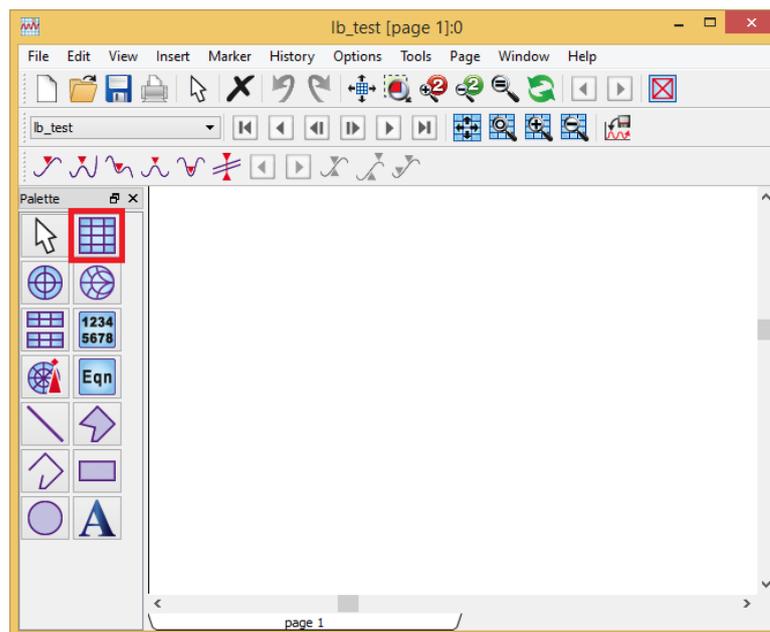


Рисунок 1.15 – Окно построения графиков

Выбираем в списке данных параметры S11 и S21 в единицах измерения децибелы (dB).

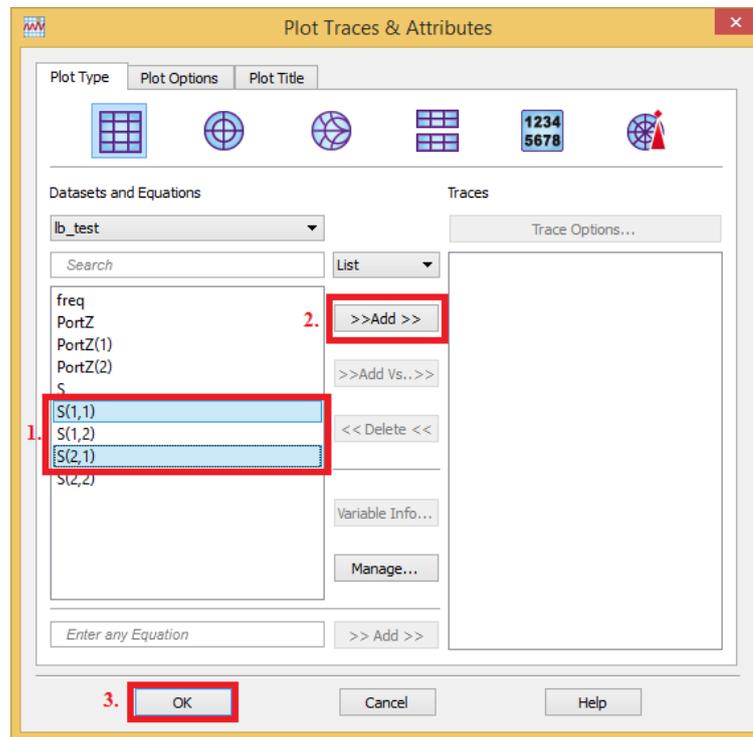


Рисунок 1.16 – Выбор параметров для построения графиков

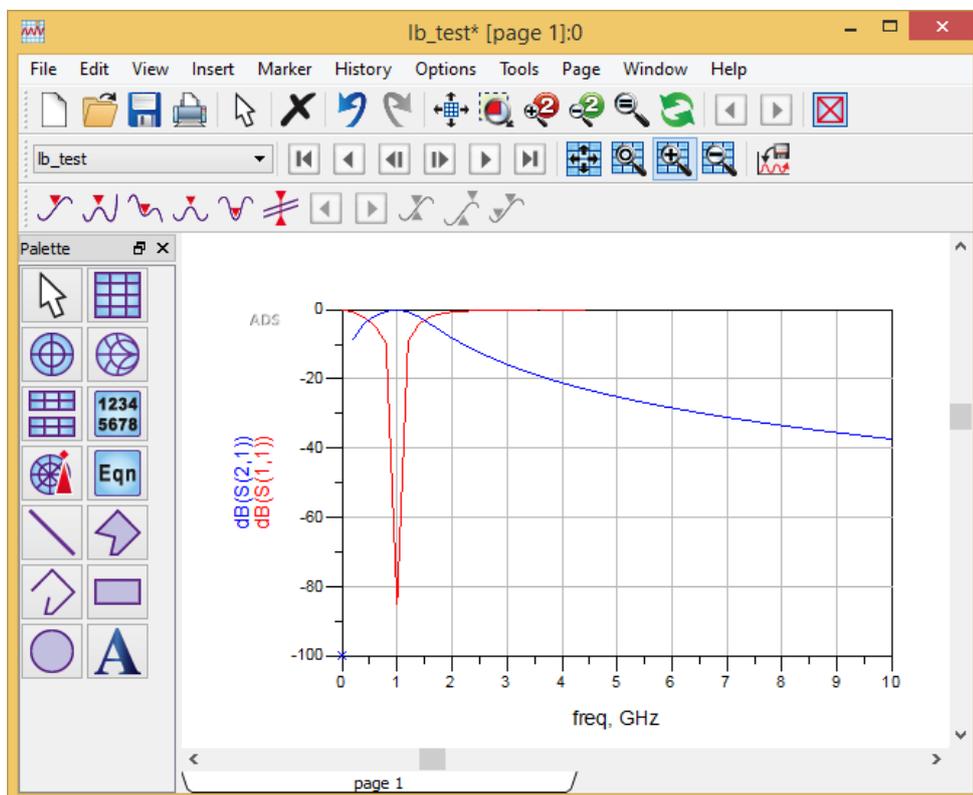


Рисунок 1.17 – Полученные S параметры

2 Лабораторное задание

В ходе данной лабораторной работы вам необходимо ознакомиться с САПР ADS. Построить два предложенных варианта схем LC-фильтров, рассчитать номиналы элементов, по полученным результатам построить зависимости S-параметров от частоты.

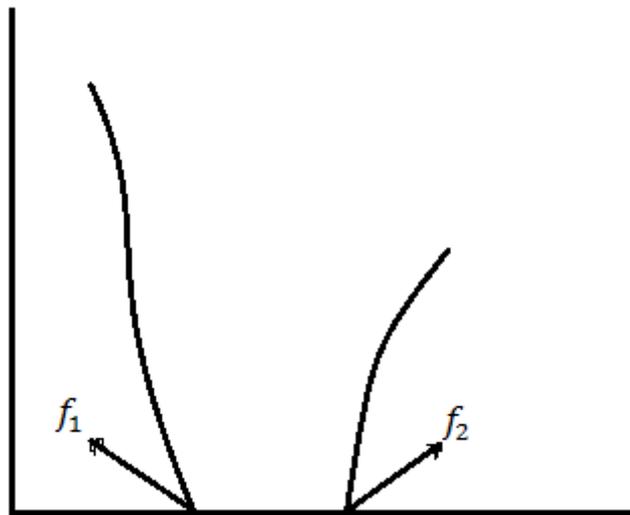


Рис. 2.1. Зависимость затухания от частоты

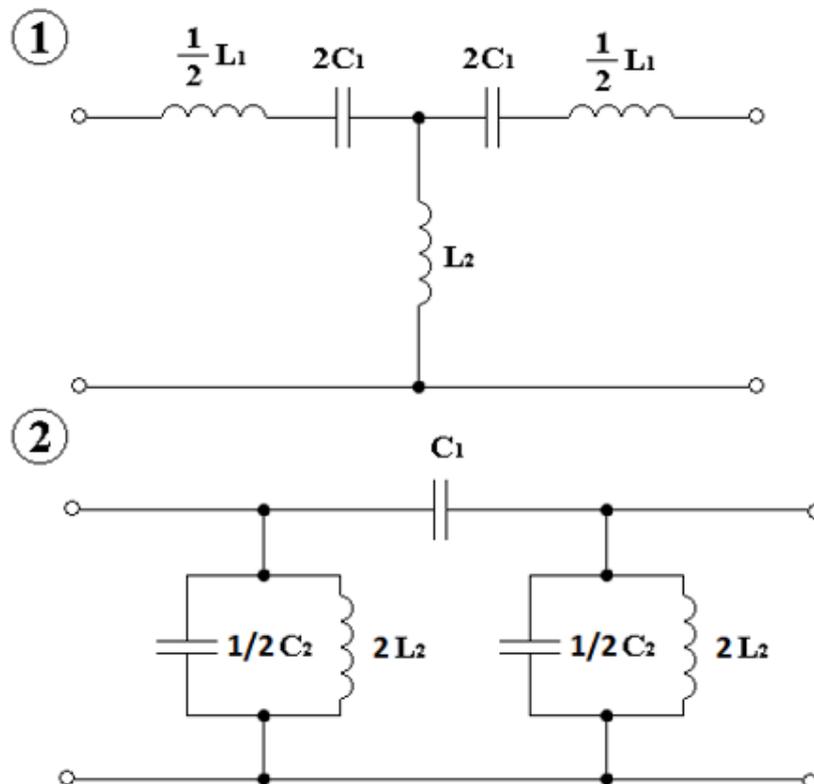


Рис. 2.2. Исходная схема для построения фильтров

Формулы, для расчета значений элементов фильтра №1:

$$L_1 = \frac{f_1 R}{\pi f_2 (f_2 - f_1)} \quad (2.1)$$

$$L_2 = \frac{(f_1 + f_2) R}{4\pi f_1 f_2} \quad (2.2)$$

$$C_1 = \frac{f_2 - f_1}{4\pi f_1 f_2 R} \quad (2.3)$$

Формулы, для расчета значений элементов фильтра №2:

$$C_1 = \frac{f_1 + f_2}{4\pi f_1 f_2 R} \quad (2.4)$$

$$L_2 = \frac{(f_2 - f_1) R}{4\pi f_1 f_2} \quad (2.5)$$

$$C_2 = \frac{f_1}{\pi f_2 (f_2 - f_1) R} \quad (2.6)$$

Пример выполнения:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 500 \text{ МГц};$$

$$f_B = 540 \text{ МГц};$$

Расчет элементов схемы 1:

$$L_1 = \frac{f_H \cdot R}{\pi \cdot f_B \cdot (f_B - f_H)} = 368.4 \text{ нГн}; \quad L_2 = \frac{(f_B + f_H) \cdot R}{4\pi \cdot f_B \cdot f_H} = 15.3 \text{ нГн};$$

$$C_1 = \frac{f_B - f_H}{4\pi \cdot f_B \cdot f_H \cdot R} = 0.25 \text{ пФ};$$

$$L = \frac{L_1}{2} + L_2 = 0.2 \text{ мкГн}; \quad C = 2 \cdot C_1 = 0.5 \text{ пФ};$$

Расчет элементов схемы 2:

$$L_2 = \frac{(f_B - f_H) \cdot R}{4\pi \cdot f_B \cdot f_H} = 5.9 \text{ нГн};$$

$$C_1 = \frac{f_B + f_H}{4\pi \cdot f_B \cdot f_H \cdot R} = 6.1 \text{ пФ}; \quad C_2 = \frac{f_H}{\pi \cdot f \cdot (f_B - f_H) \cdot R} = 14.7 \text{ нФ};$$

По результатам вычислений строим фильтр и строим график S-параметров:

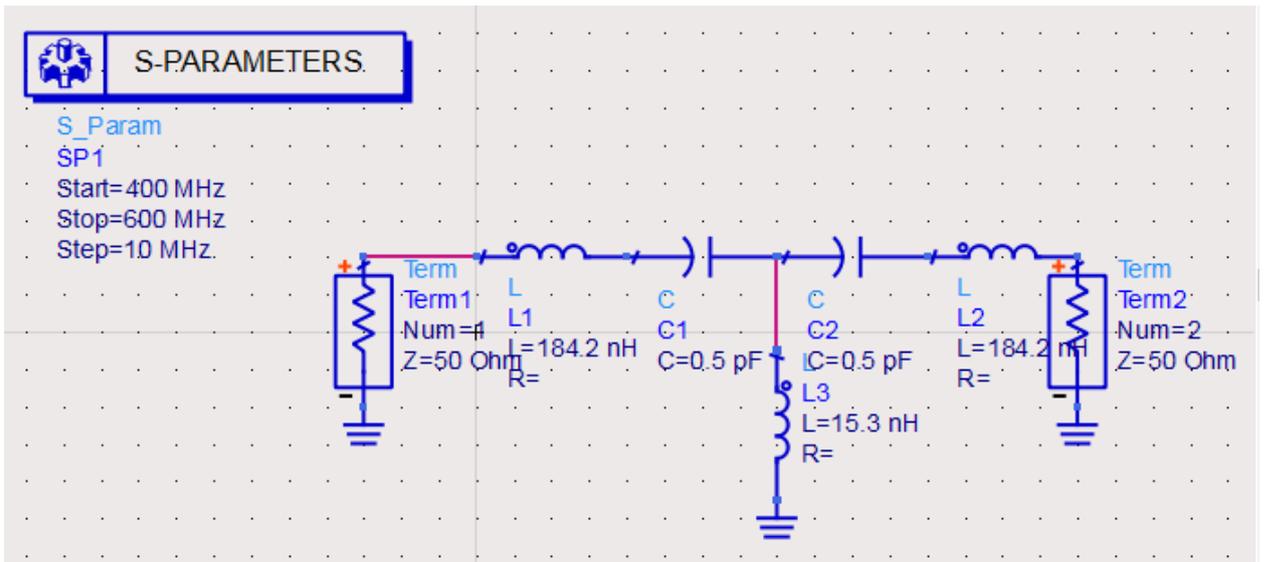


Рис. 2.3. Схема собранного фильтра №1 в ADS

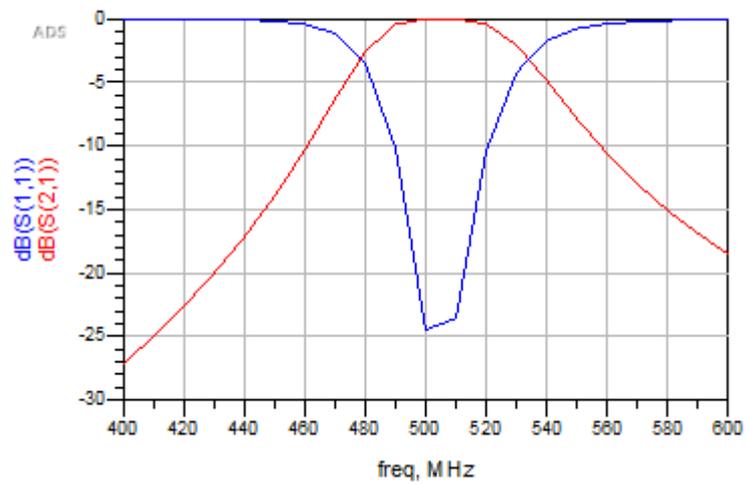


Рис. 2.4. Полученные S-параметры фильтра №1

Аналогично и для фильтра №2

3 Варианты заданий:**Вариант №1**

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_{\text{H}} = 100 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{B}} = 140 \text{ МГц};$$

Вариант №2

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_{\text{H}} = 200 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{B}} = 240 \text{ МГц};$$

Вариант №3

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_{\text{H}} = 300 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{B}} = 340 \text{ МГц};$$

Вариант №4

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_{\text{H}} = 400 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{B}} = 440 \text{ МГц};$$

Вариант №5

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_{\text{H}} = 550 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{B}} = 590 \text{ МГц};$$

Вариант №6

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_{\text{H}} = 600 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{B}} = 640 \text{ МГц};$$

Вариант №7

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_{\text{H}} = 700 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{B}} = 740 \text{ МГц};$$

Вариант №8

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_{\text{H}} = 800 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{B}} = 840 \text{ МГц};$$

Вариант №9

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_{\text{H}} = 100 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{B}} = 200 \text{ МГц};$$

Вариант №10

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_{\text{H}} = 200 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{B}} = 400 \text{ МГц};$$