

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

В. Д. Дмитриев
Д. С. Брагин

Лабораторная работа №1
«AWRDE»

Методические указания 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
2020

УДК 621.372
ББК 32.84
Д 534

Рецензент(ы):

Фамилия И. О., должность, ученая степень

Бахтин А.А., заведующий кафедрой телекоммуникационных систем
национального исследовательского университета МИЭТ, канд. техн. наук

Дмитриев, Владимир Дмитриевич

Д 534 Лабораторная работа №1 «AWRDE»: Методические указания 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» / В. Д. Дмитриев, Д. С. Брагин. – Томск: Томск. Гос. ун-т систем упр. И радиоэлектроники, 2020. – 14 с.

Представлены методические указания по выполнению лабораторной работы №1 «AWRDE» 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».

Одобрено на заседании каф. Телекоммуникаций и основ радиотехники,
протокол № ____3__ от ____26.11.2020 г. _____

УДК 621.372
ББК 32.84

© Дмитриев В. Д., Брагин Д. С.,
2020

© Томск. Гос. Ун-т систем упр. и
радиоэлектроники, 2020

Оглавление

Введение.....	4
1 Руководство по использованию AWRDE.....	5
1.1 Создание проекта (рабочего пространства)	5
1.2 Создание схемы.....	6
1.3 Получение S-параметров.....	7
2 Лабораторное задание.....	10
3 Варианты заданий	14

Введение

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

Задачи лабораторной работы:

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

AWRDE (AWR Design Environment) – система автоматизированного проектирования (САПР) разработанная компанией National Instruments. САПР AWRDE 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 AWRDE.

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 AWRDE

1.1 Создание проекта (рабочего пространства)

В главном окне программы выбрать Project->Circuit Schematic->New Schematic. После чего назовите проект и нажмите кнопку create. В результате чего откроется нового рабочего пространства.

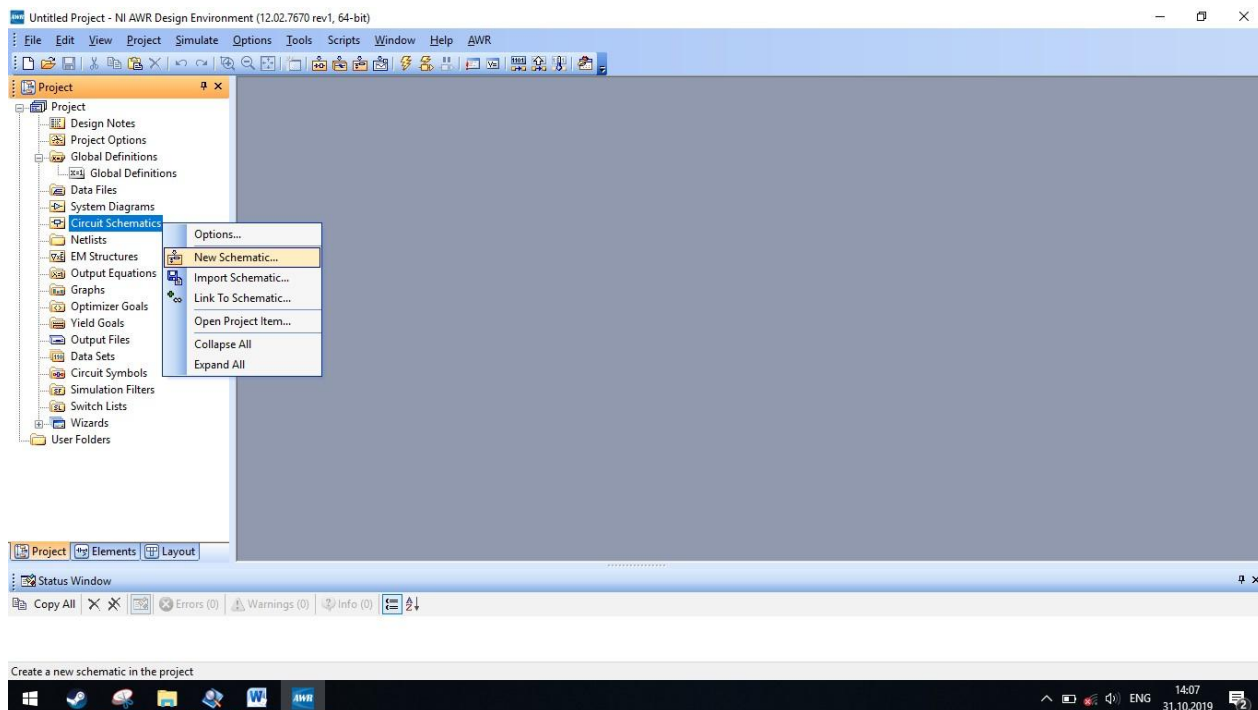


Рисунок 1.1 – Создание схемы

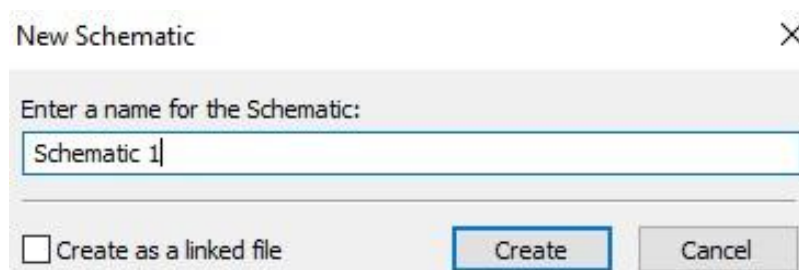


Рисунок 1.2 – Задание имени схемы

После чего необходимо выбрать Project->Elements->Circuit Elements->Lumped Elements. На рисунке 1.3 представлено окно построения схемы. Окно построения схемы выглядит следующим образом:

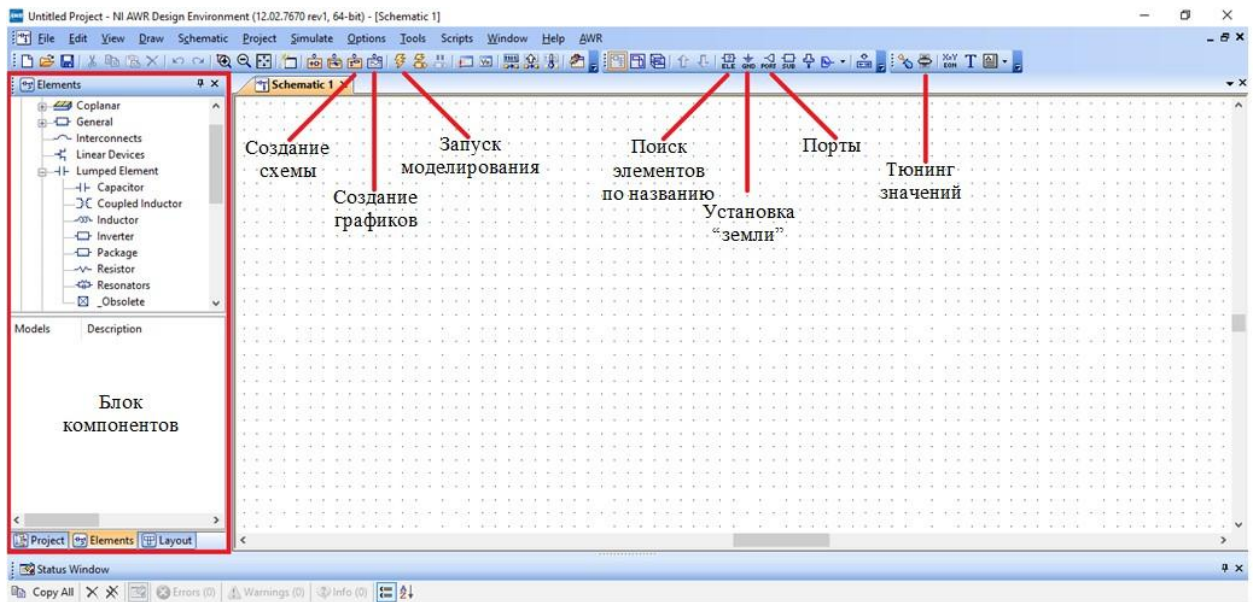


Рисунок 1.3 – Основные элементы, которые используются при создании схемы

1.2 Создание схемы

В блоке компонентов заходим в раздел Elements->Circuit Elements->Lumped Elements, расставляем нужные нам элементы для нашей схемы, соединяем их между собой и расставляем земли:

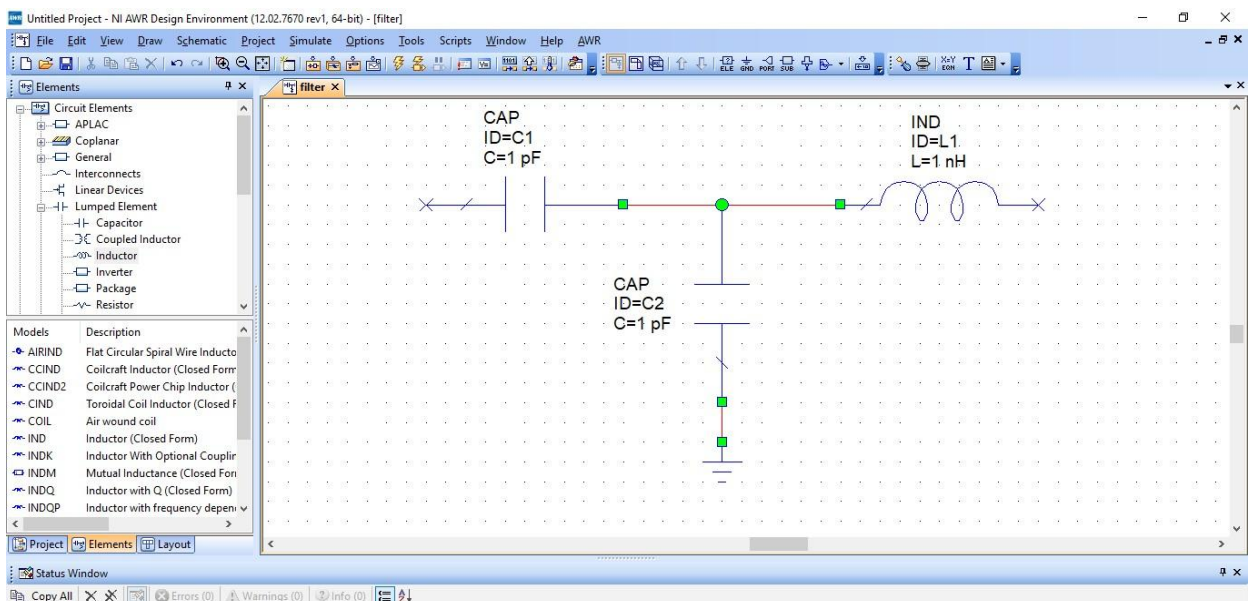


Рисунок 1.4 – Простейшая схема

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.

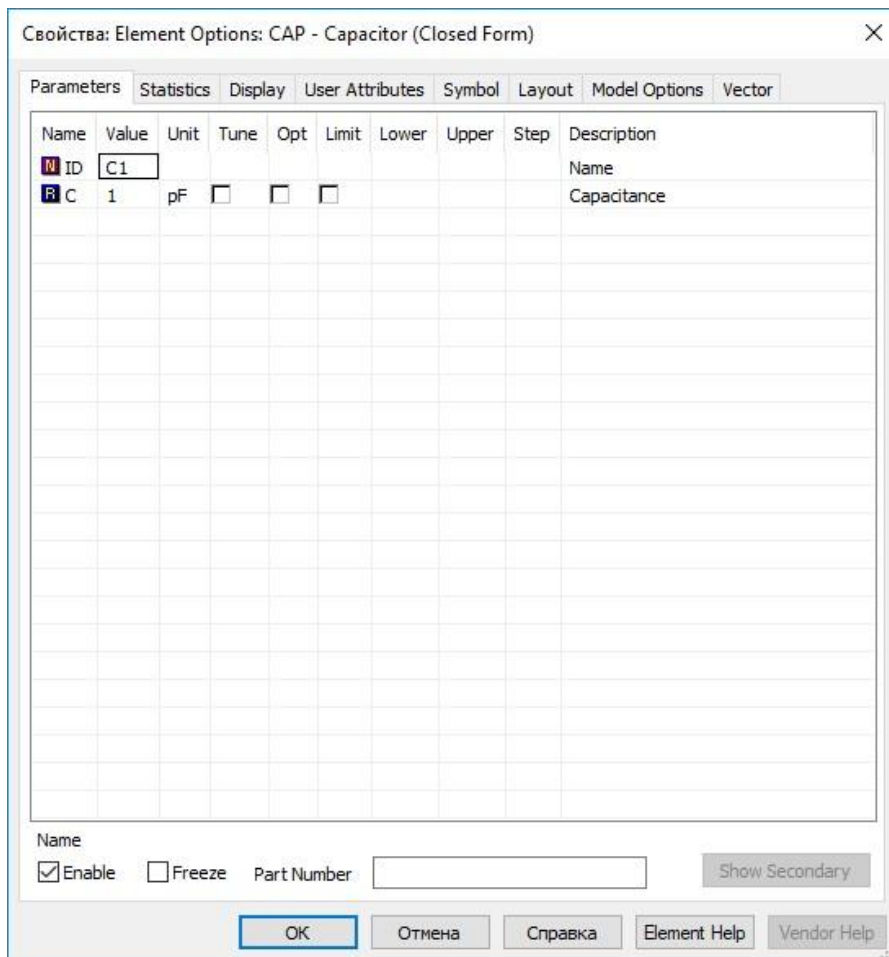


Рисунок 1.5 – Задание значений элементам

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:

S11, S22 – коэффициенты отражения от первого и второго порта соответственно;

S21 – коэффициент передачи с первого порта на второй;

S12 – коэффициент передачи со второго порта на первый.

САПР AWRDE 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. Установите начальную частоту(Start), конечную частоту(Stop) и шаг(Step) через который будут происходить измерения. Для этого откройте Project Options->Frequencies.

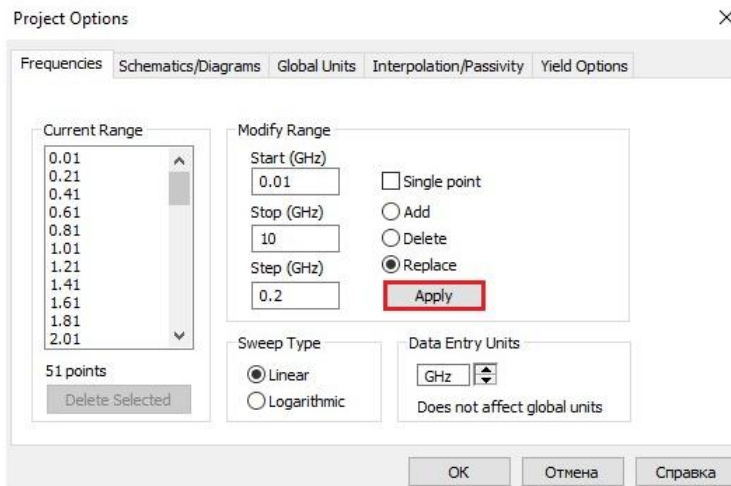


Рисунок 1.6 – Окно предустановки

2. Выберите элемент Port и присоедините его ко входу и выходу нашей цепи.

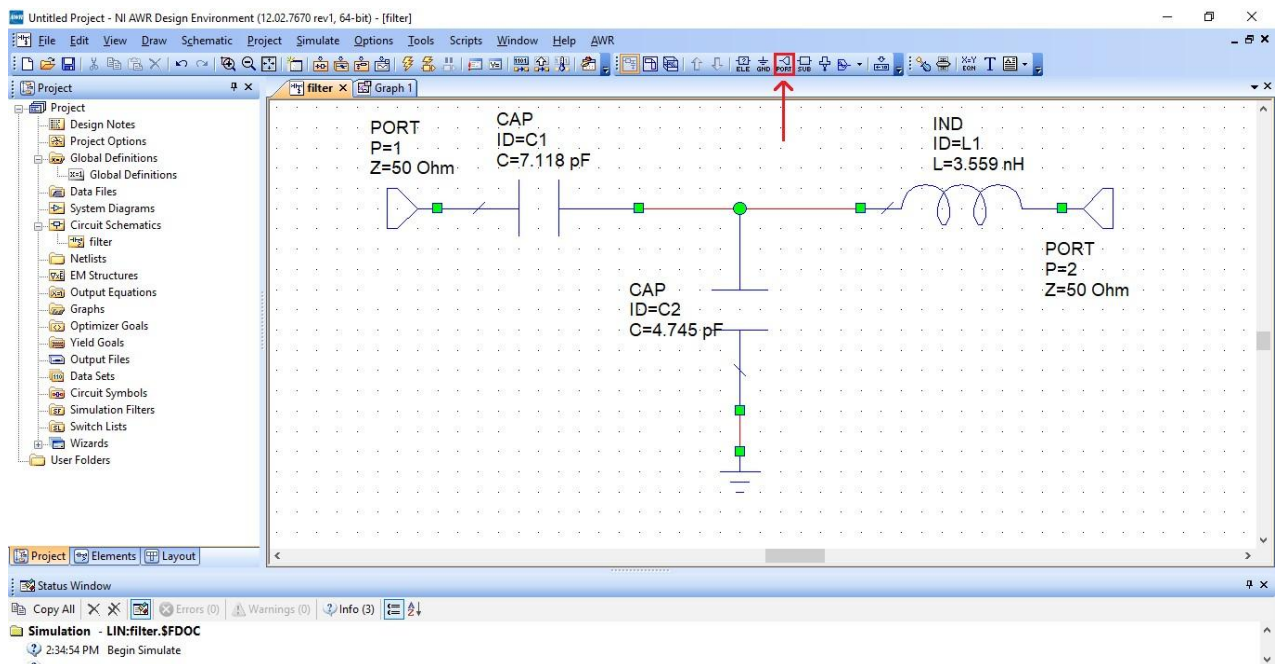


Рисунок 1.7 – Схема для получения S параметров

3. Запускаем моделирование цепи, после чего необходимо построить графики. Далее выполняем действия в соответствии с приведенными ниже скриншотами.



Рисунок 1.8 – Создание нового графика

Правой кнопкой мыши щелкните по рабочей области графика и выберите Add New Measurement. В открывшемся окне выбираем Linear->Port Parameters->S. После чего постройте S11, S21.

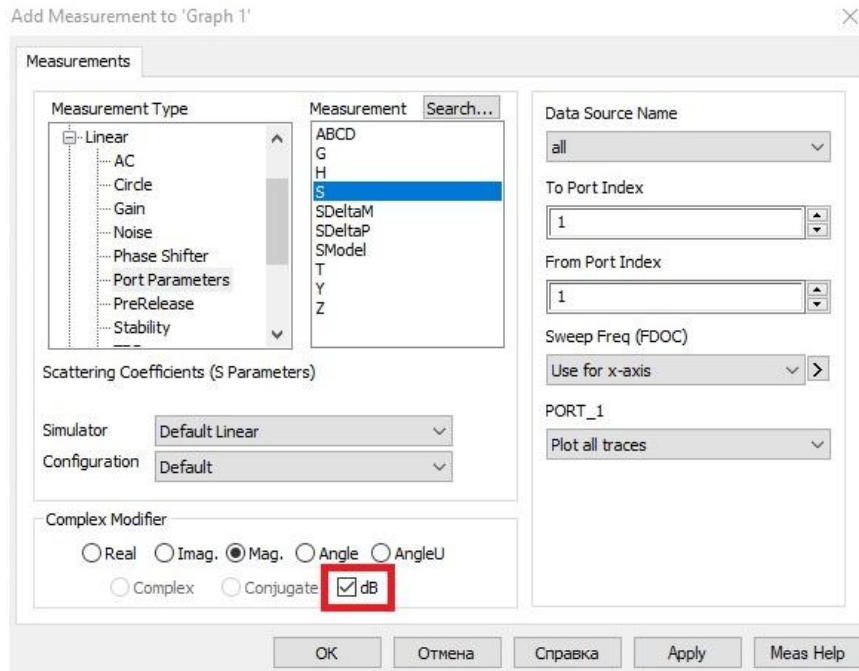


Рисунок 1.9 – Выбор параметров для построения графиков

4. Запускаем моделирование цепи

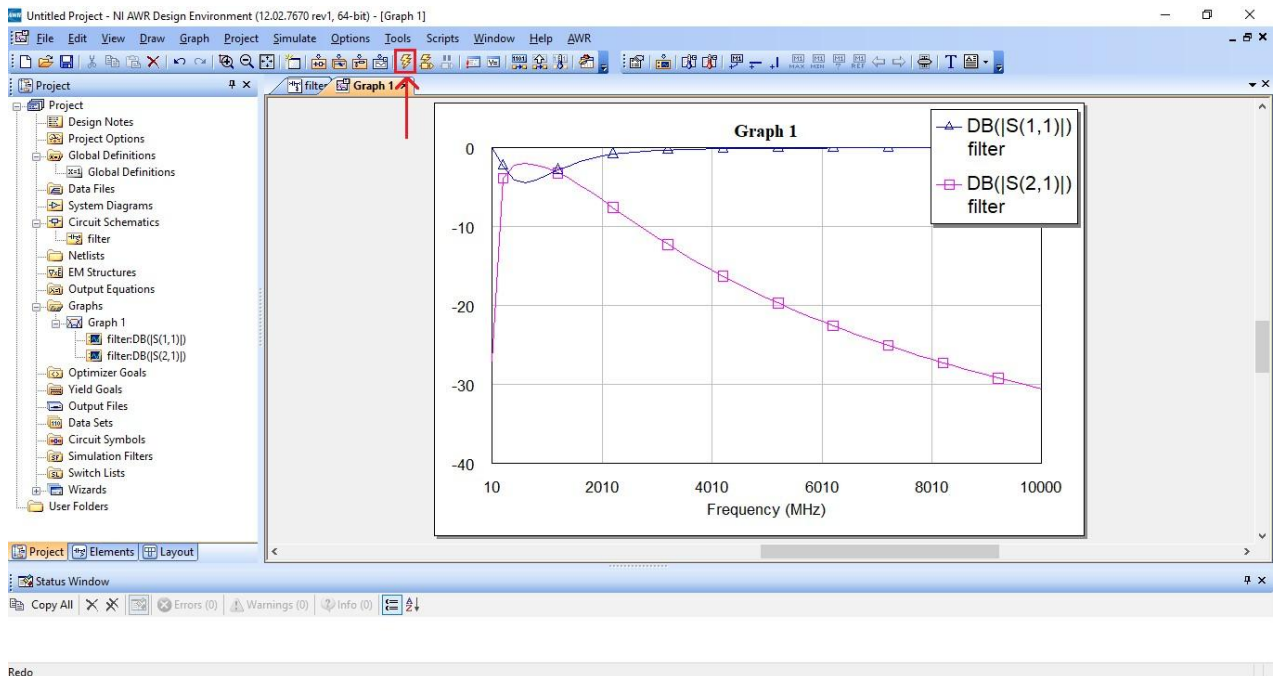


Рисунок 1.10 – Полученные S-параметры

2 Лабораторное задание

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

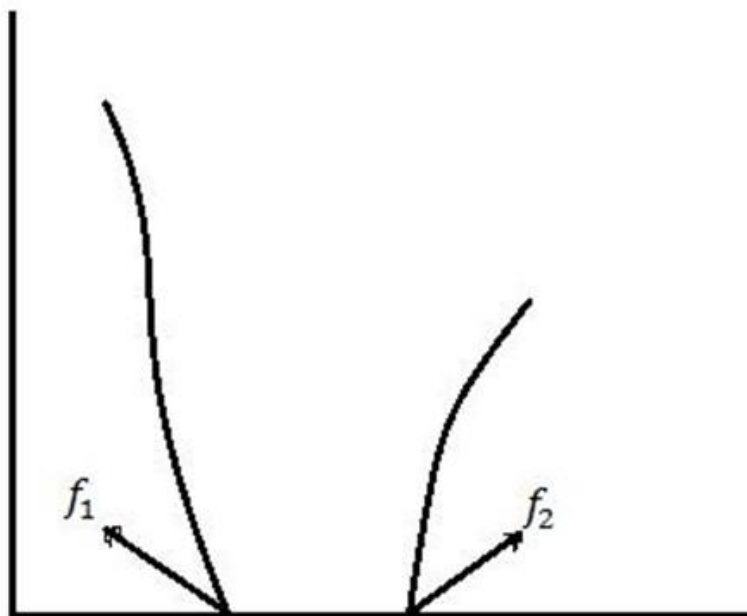


Рисунок 2.1 - Зависимость затухания от частоты

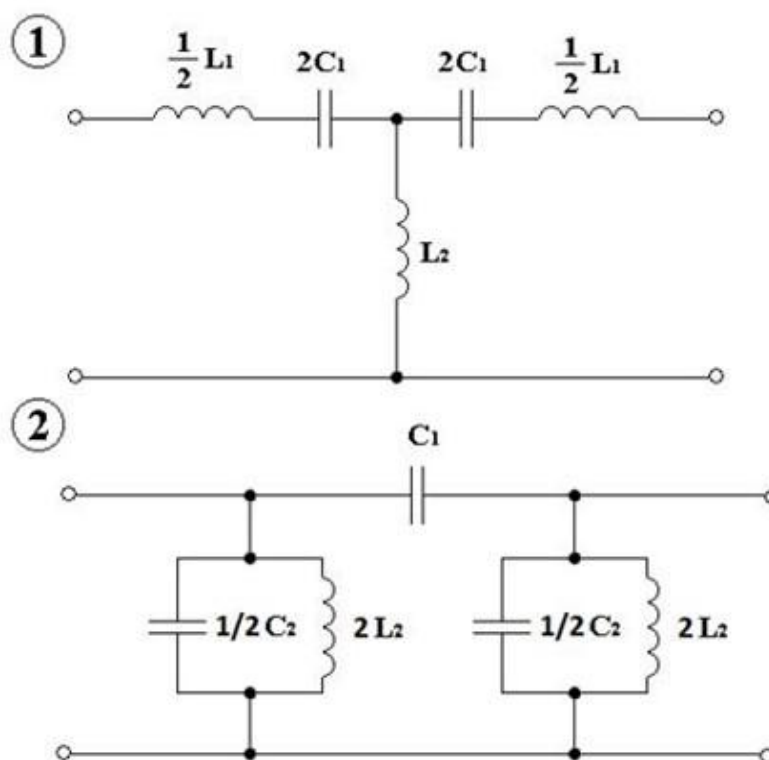


Рисунок 2.2 - Исходная схема для построения фильтров

Формулы 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 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:

$$L_1 = \frac{f_H R}{\pi f_B (f_B - f_H)} = 368.4 \text{ нГн};$$

$$L_2 = \frac{(f_H + f_B) R}{4\pi f_H f_B} = 15.3 \text{ нГн};$$

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

$$L = \frac{L_1}{2} + L_2 = 0.2 \text{ мкГн}; \quad (2.7)$$

$$L = \frac{L_1}{2} + L_2 = 0.2 \text{ мкГн}; \quad (2.8)$$

$$C = 2C_1 = 0.5 \text{ пФ}. \quad (2.9)$$

Расчет элементов схемы №2:

$$L_2 = \frac{(f_B - f_H) R}{4\pi f_B f_H} = 0.59 \text{ нГн};$$

$$C_1 = \frac{f_B + f_H}{4\pi f_B f_H R} = 6.1 \text{ пФ};$$

$$C_2 = \frac{f_H}{\pi f_B (f_B - f_H) R} = 0.147 \text{ нФ}$$

По результатам вычислений строим фильтр и график S-параметров:

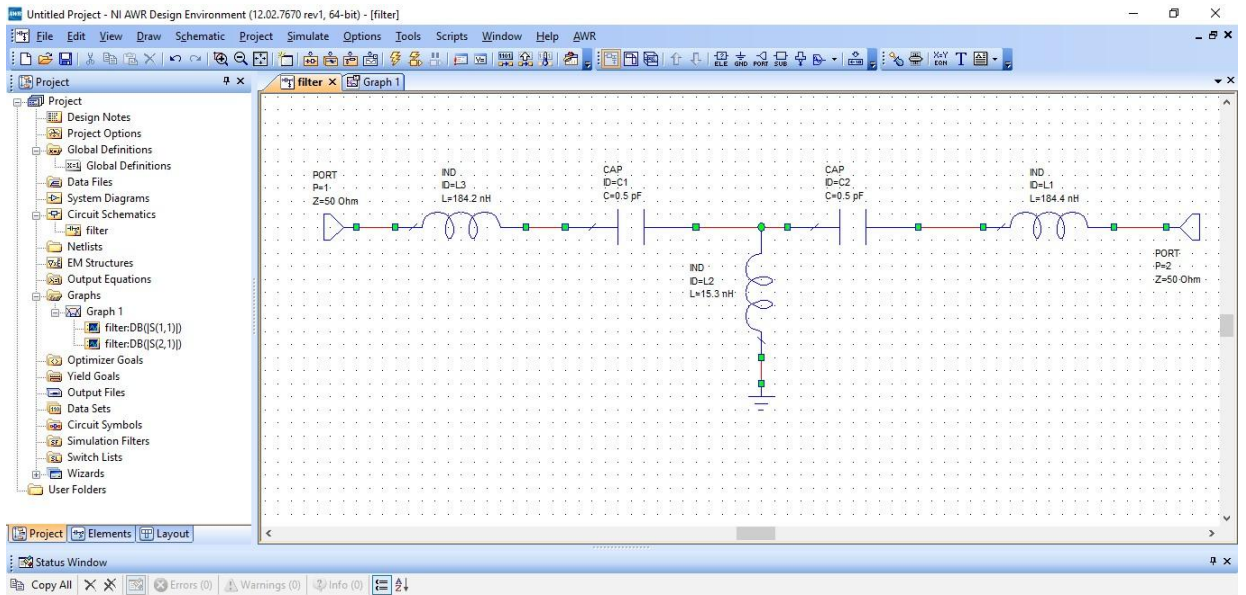


Рисунок 2.3 - Схема собранного фильтра №1 в AWRDE

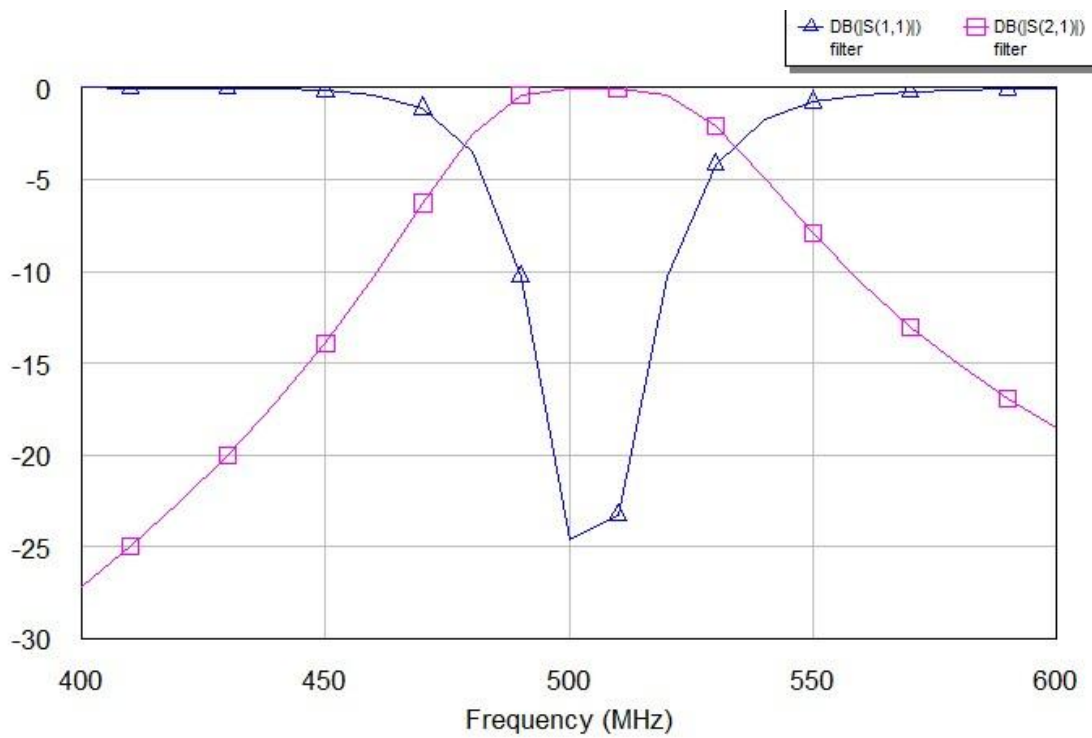


Рисунок 2.4 - Рассчитанные S-параметры фильтра №1

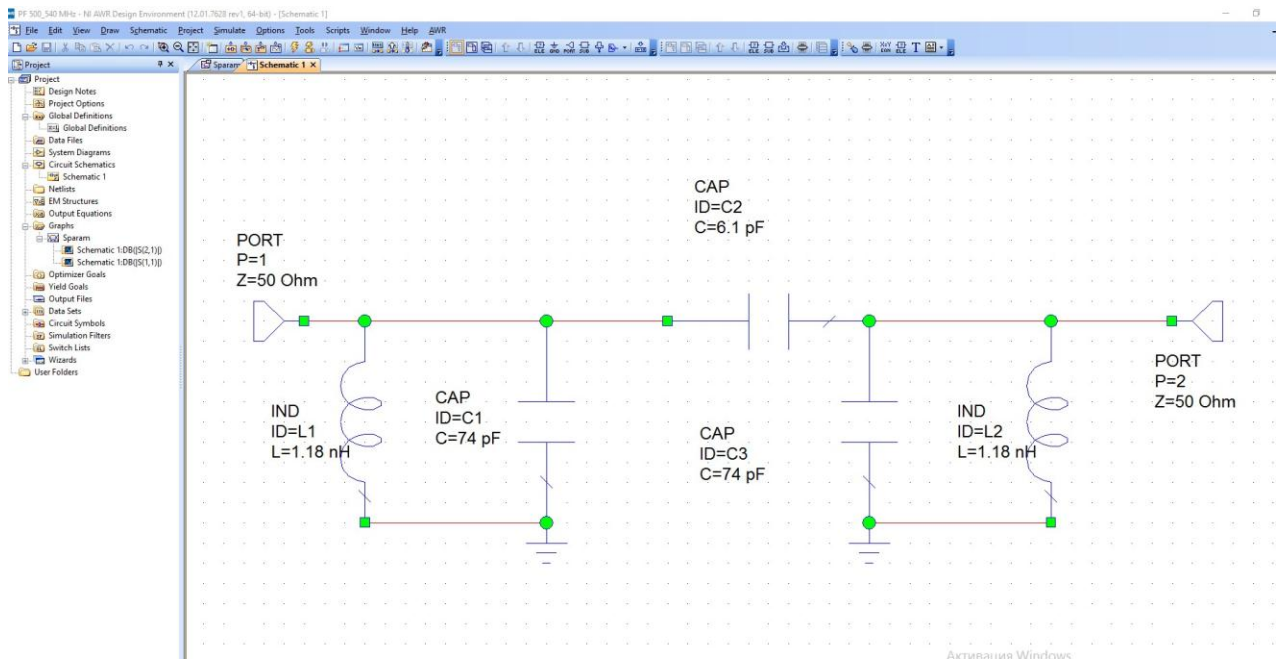


Рисунок 2.5 - Схема собранного фильтра №2 в AWRDE

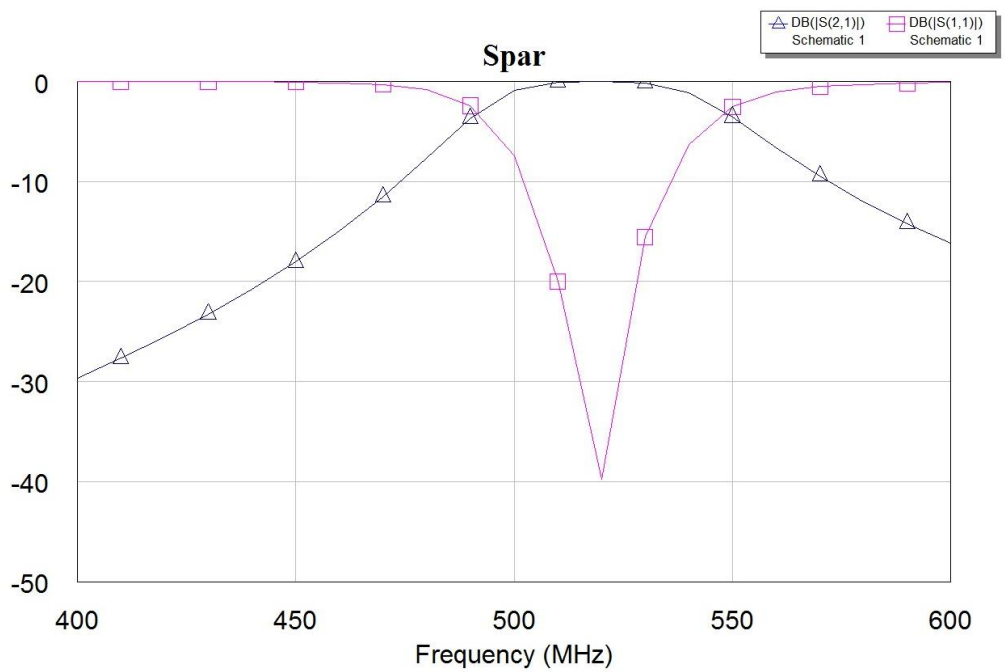


Рисунок 2.6 – Рассчитанные S-параметры фильтра №2

3 Варианты заданий

Вариант №1:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 100 \text{ МГц};$$

$$f_B = 140 \text{ МГц};$$

Вариант №2:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 200 \text{ МГц};$$

$$f_B = 240 \text{ МГц};$$

Вариант №3:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 300 \text{ МГц};$$

$$f_B = 340 \text{ МГц};$$

Вариант №4:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 400 \text{ МГц};$$

$$f_B = 440 \text{ МГц};$$

Вариант №5:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 550 \text{ МГц};$$

$$f_B = 590 \text{ МГц};$$

Вариант №6:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 600 \text{ МГц};$$

$$f_B = 640 \text{ МГц};$$

Вариант №7:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 700 \text{ МГц};$$

$$f_B = 740 \text{ МГц};$$

Вариант №8:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 800 \text{ МГц};$$

$$f_B = 840 \text{ МГц};$$

Вариант №9:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 100 \text{ МГц};$$

$$f_B = 120 \text{ МГц};$$

Вариант №10:

$$R = 50 \text{ Ом};$$

$$f_H = 280 \text{ МГц};$$

$$f_B = 320 \text{ МГц}.$$