



Открытое акционерное общество
«Центральное конструкторское бюро автоматики»

*Исследование различных вариантов
диаграммообразующих схем для
четырёхзаходной спиральной антенны*

авторы: проф., д.т.н. Кисмерешкин В.П.
вед. инж. Кудрин О.И.
инж. 3 кат. Бекишев Р.А.

докладчик: инж. 3 кат. Бекишев Р.А.



Исходная задача для исследуемой ДОС состоит в равноамплитудном делении входного питающего напряжения в ДОС на четыре питающих напряжения со сдвигом фазы на 0, 90, 180 и 270°, соответственно по каждому из заходов излучателя, с коэффициентом перекрытия по частоте 1,47- 1,5.



Исходная задача для исследуемой ДОС состоит в равно-амплитудном делении входного питающего напряжения в ДОС на четыре питающих напряжения со сдвигом фазы на 0 , 90 , 180 и 270° , соответственно по каждому из заходов излучателя, с коэффициентом перекрытия по частоте $1,47-1,5$.

Для этого необходимо:

- определиться с выбором типа ДОС
- выбрать элементы, из которых будет состоять ДОС
- провести исследование параметров каждого элемента, для формирования заданных питающих напряжений на выходе ДОС.



Исходная задача для исследуемой ДОС состоит в равно-амплитудном делении входного питающего напряжения в ДОС на четыре питающих напряжения со сдвигом фазы на 0 , 90 , 180 и 270° , соответственно по каждому из заходов излучателя, с коэффициентом перекрытия по частоте $1,47-1,5$.

Для этого необходимо:

- определиться с выбором типа ДОС
- выбрать элементы, из которых будет состоять ДОС
- провести исследование параметров каждого элемента, для формирования заданных питающих напряжений на выходе ДОС.

Исходные данные:

S-матрица излучателя антенны

График коэффициента усиления излучателя антенны (при использовании идеальной ДОС, подающей на каждый из возбуждаемых проводников излучателя входную мощность $0,25$ Вт), в частотном диапазоне $800-2400$ МГц.



Описание методики исследования

Исследование проводится в 4 этапа.

- 1 этап: построение общей схемы ДОС, обеспечивающей смещение фазы на 90° для каждого входа излучателя, с построением графиков по S-матрице излучателя, и получением графиков, соответствующих графикам из среды HFSS для данной антенны.
- 2 этап: введение эквивалентов длинных линий на входе ДОС (между входным портом и фазовращателями), и на выходе ДОС (между фазовращателями и S-матрицей). Полученные графики КСВН, K_u , АЧХ, характерные для идеальной ДОС.
- 3 этап: замещение фазовращателей на эквиваленты НО и мостового делителя мощности, для выбора схемы ДОС, обеспечивающей характеристики, сходные с идеальной ДОС.
- 4 этап: подбор значений параметров элементов для выбранной схемы ДОС с получением характеристик, близких к характеристикам идеальной ДОС, которая может быть физически реализована.

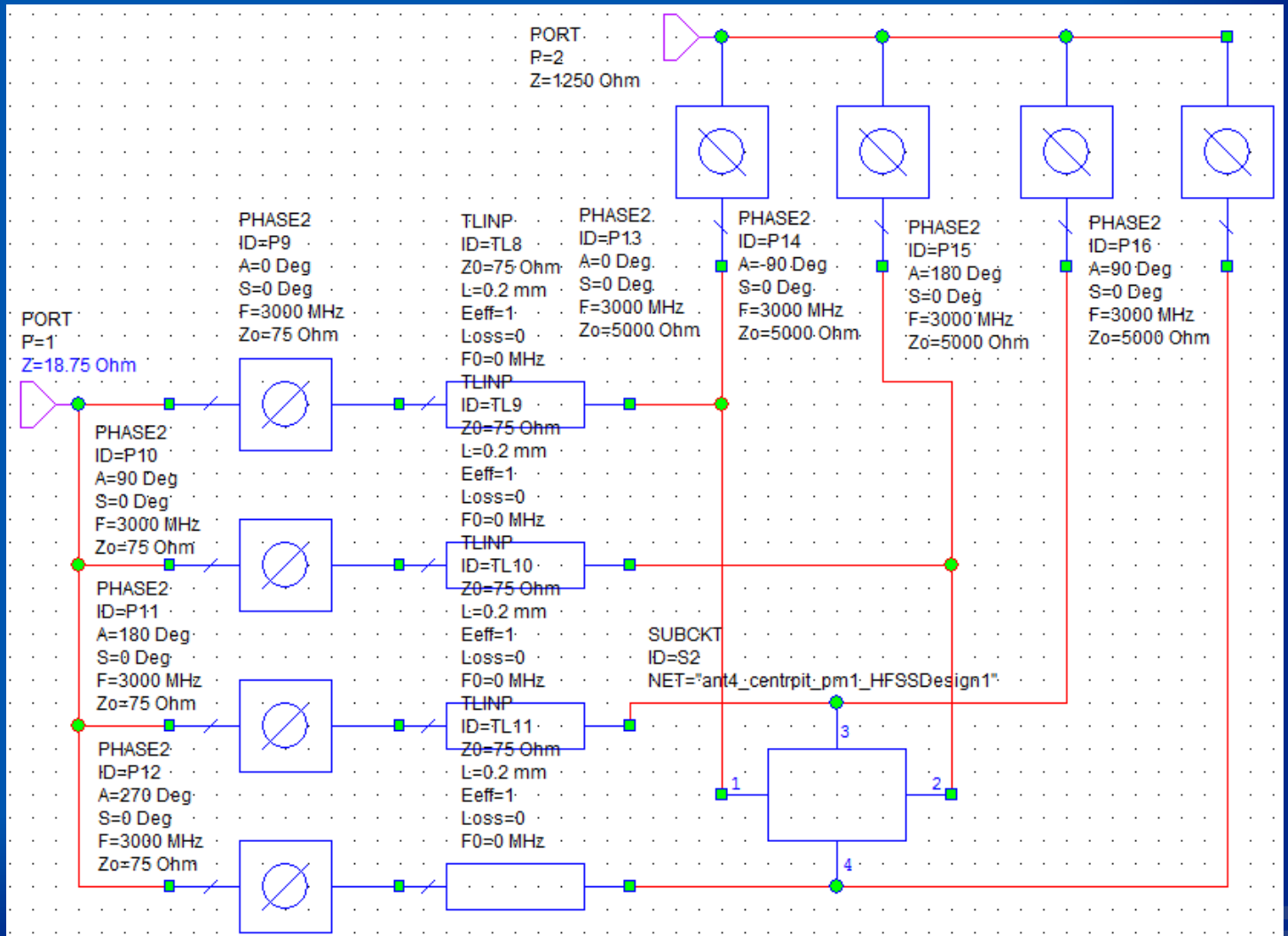


Исходные данные



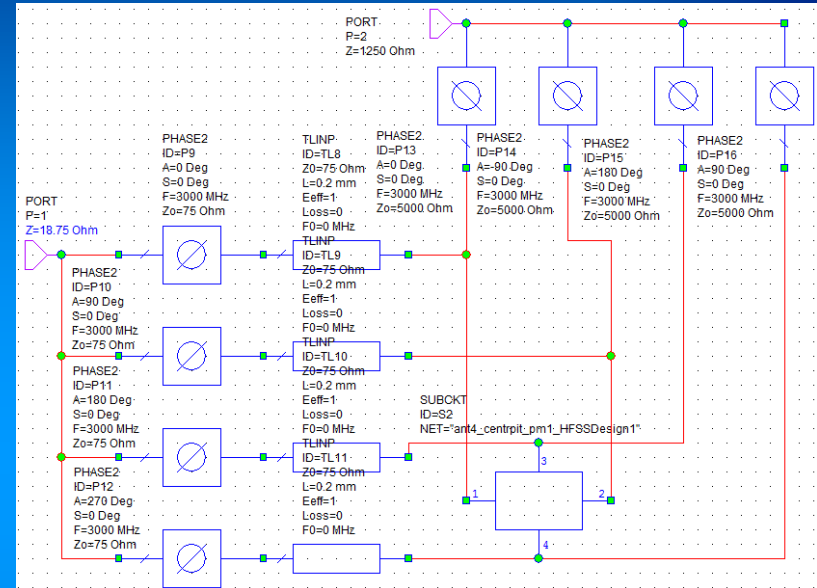
- По графику $G=Ku(f)$, полученному в программной среде HFSS для излучателя четырехзаходной спиральной антенны, видно, что с ростом частоты изменяется Ku излучателя. В первой части графика (800-1300 МГц) кривая имеет больший наклон, чем во второй (1300-2400).
- В связи с этим выбирается вторая часть графика, с которой будет проводиться моделирование.
- Требованием к ДОС относительно второй части графика является выравнивание кривой Ku для всего диапазона частот.

Первый этап моделирования



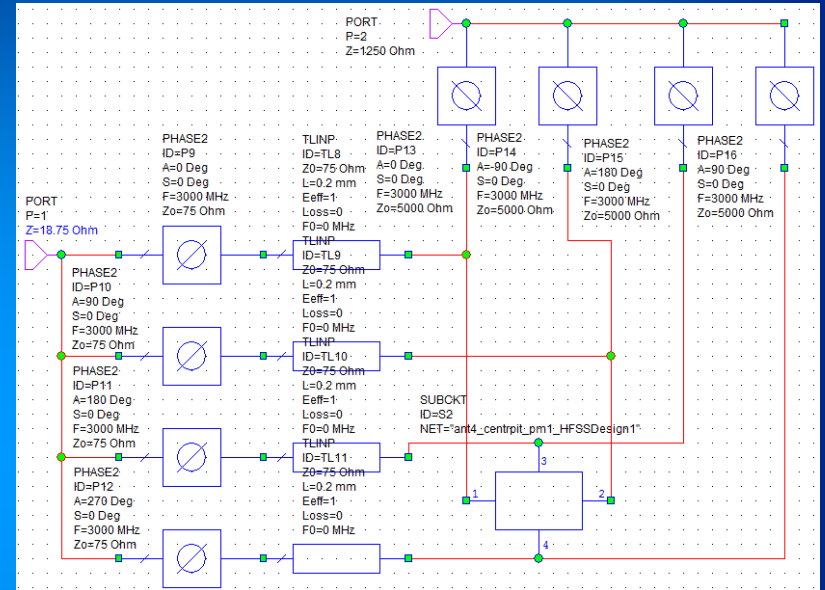
Первый этап моделирования

- Общая схема ДОС для построения графиков, экстраполированных по S-матрице
- Для получения таких графиков от S-матрицы к порту 1 вводятся эквиваленты длины проводников излучателя, с длиной 0,1-0,2 мм между фазовращателями и S-матрицей
- Сопротивление фазовращателей и эквивалентов проводников имеют сопротивление 75 Ом.



Первый этап моделирования

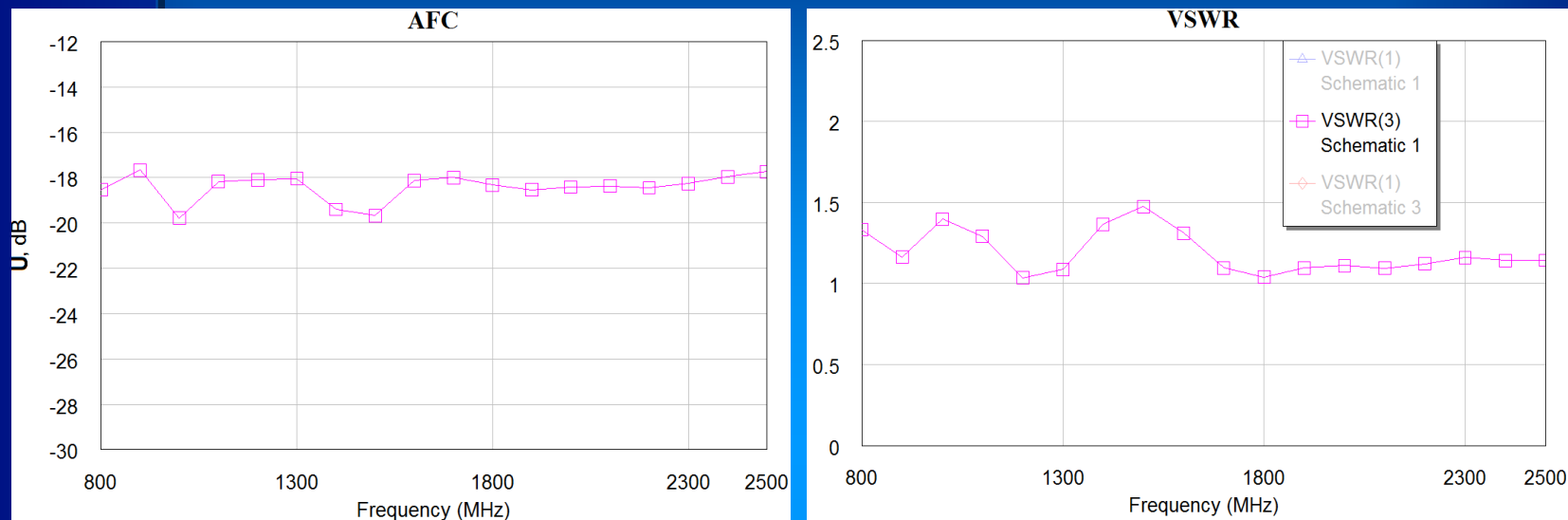
- Общая схема ДОС для построения графиков, экстраполированных по S -матрице
- Для получения таких графиков от S -матрицы к порту 1 вводятся эквиваленты длины проводников излучателя, с длиной 0,1-0,2 мм между фазовращателями и S -матрицей
- Сопротивление фазовращателей и эквивалентов проводников имеют сопротивление 75 Ом.
- Для построения графиков КСВН, K_u , АЧХ, вводится дополнительный порт (P2).
- Они необходимы только на этапе моделирования схемы ДОС.



КСВН, K_u , АЧХ, вводится

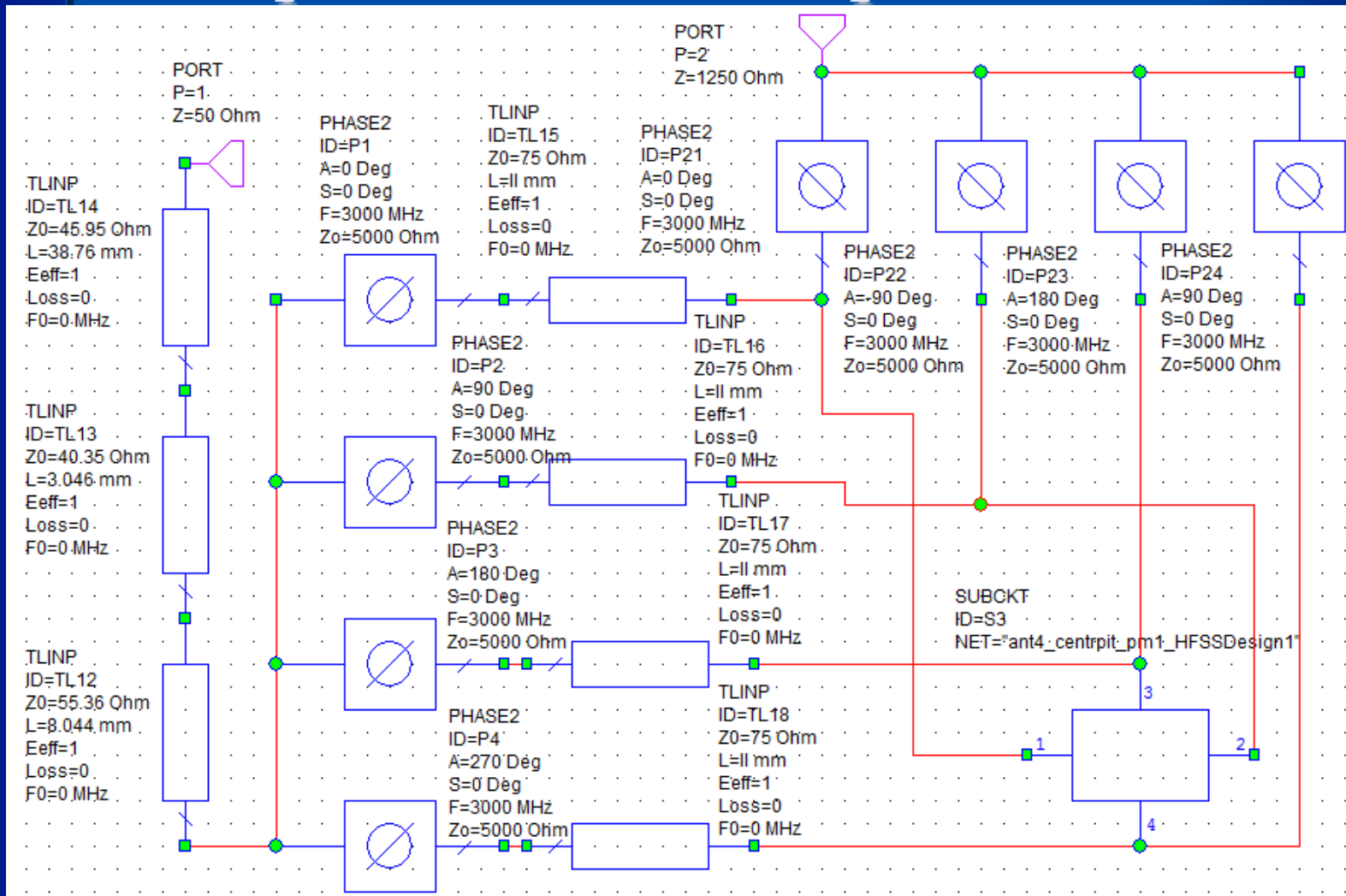


Первый этап моделирования



- Графики, полученные для общей схемы ДОС.
- Показанные графики являются экстраполированными относительно графиков из FHSS, построенные по S-матрице

Второй этап моделирования

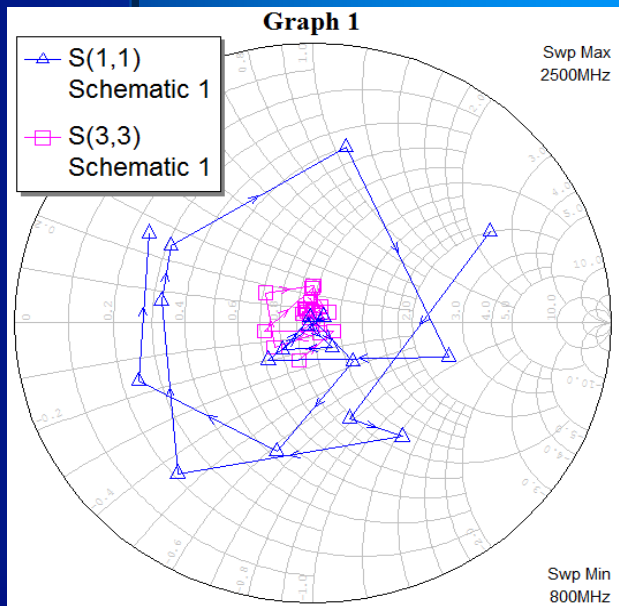
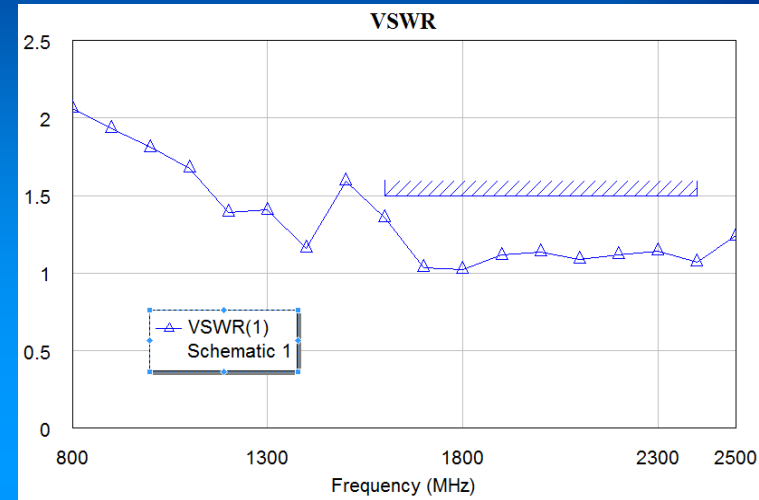
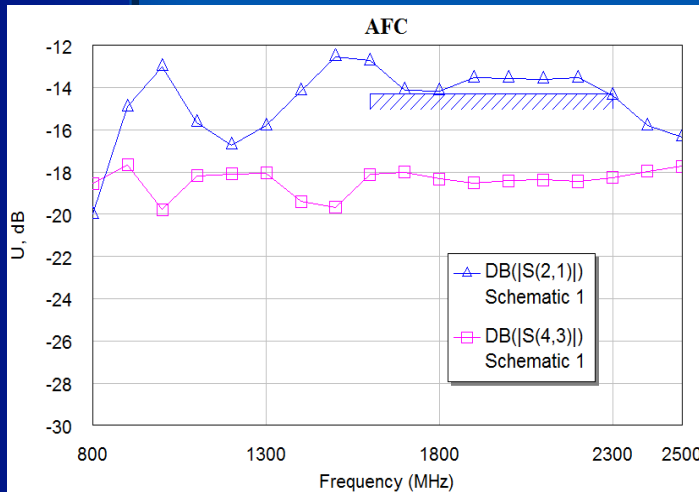


Второй этап моделирования

- Идеальная ДОС
- Дополнительно введены длинные линии от порта 1 к фазовращателям
- Длинные линии, эквивалентные проводникам излучателя, имеют длину равную длинам проводников излучателя.
- Длина и сопротивления у введенных элементов от порта 1 к фазовращателям варьируется для обеспечения выравнивания K_u антенны
- Длина эквивалентов проводников излучателя так же варьируется, но нижней границей является длина проводников излучателя (70 мм).
- Сопротивления фазовращателей и эквивалентов проводников равны 75 Ом.

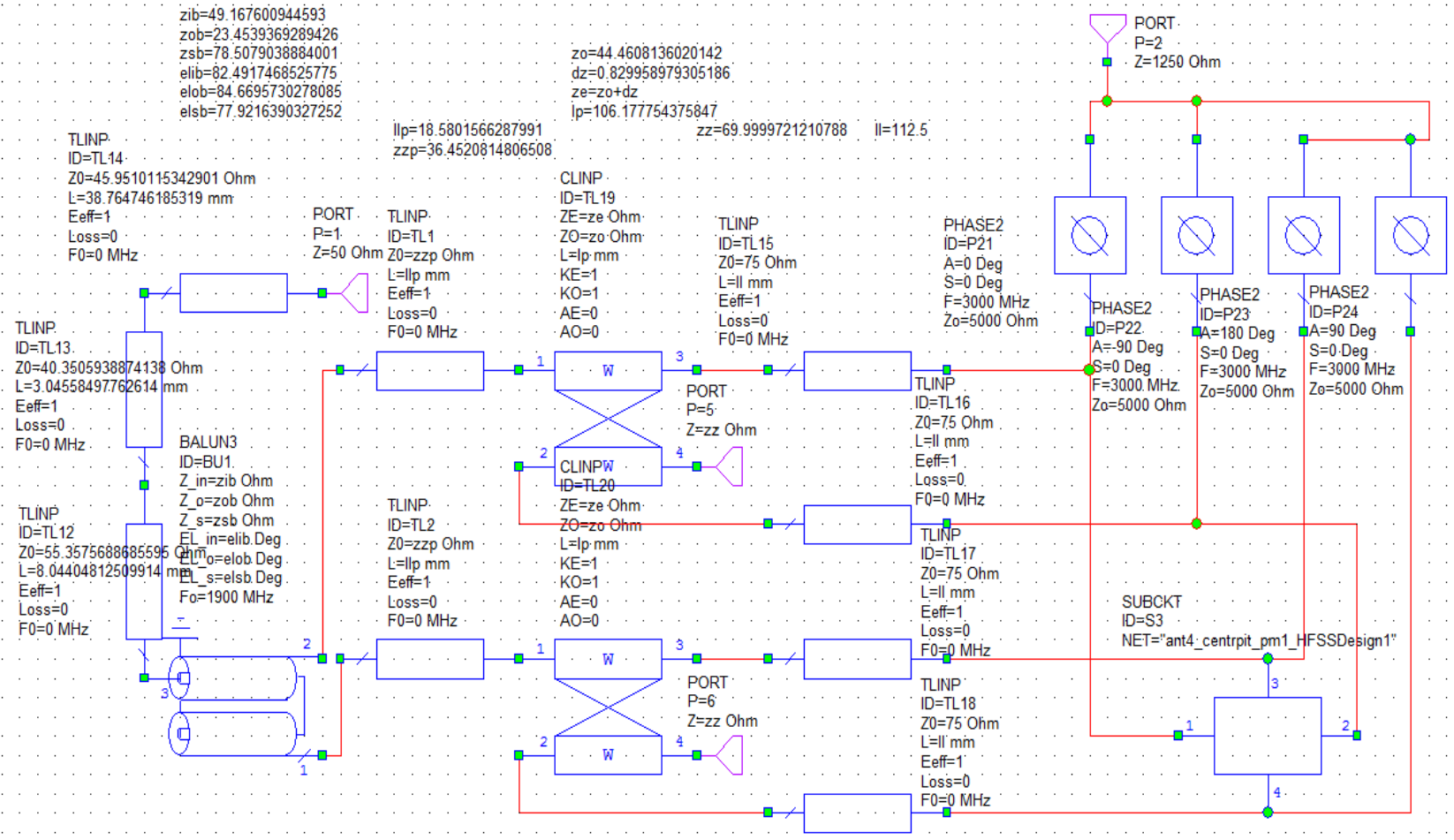


Второй этап моделирования

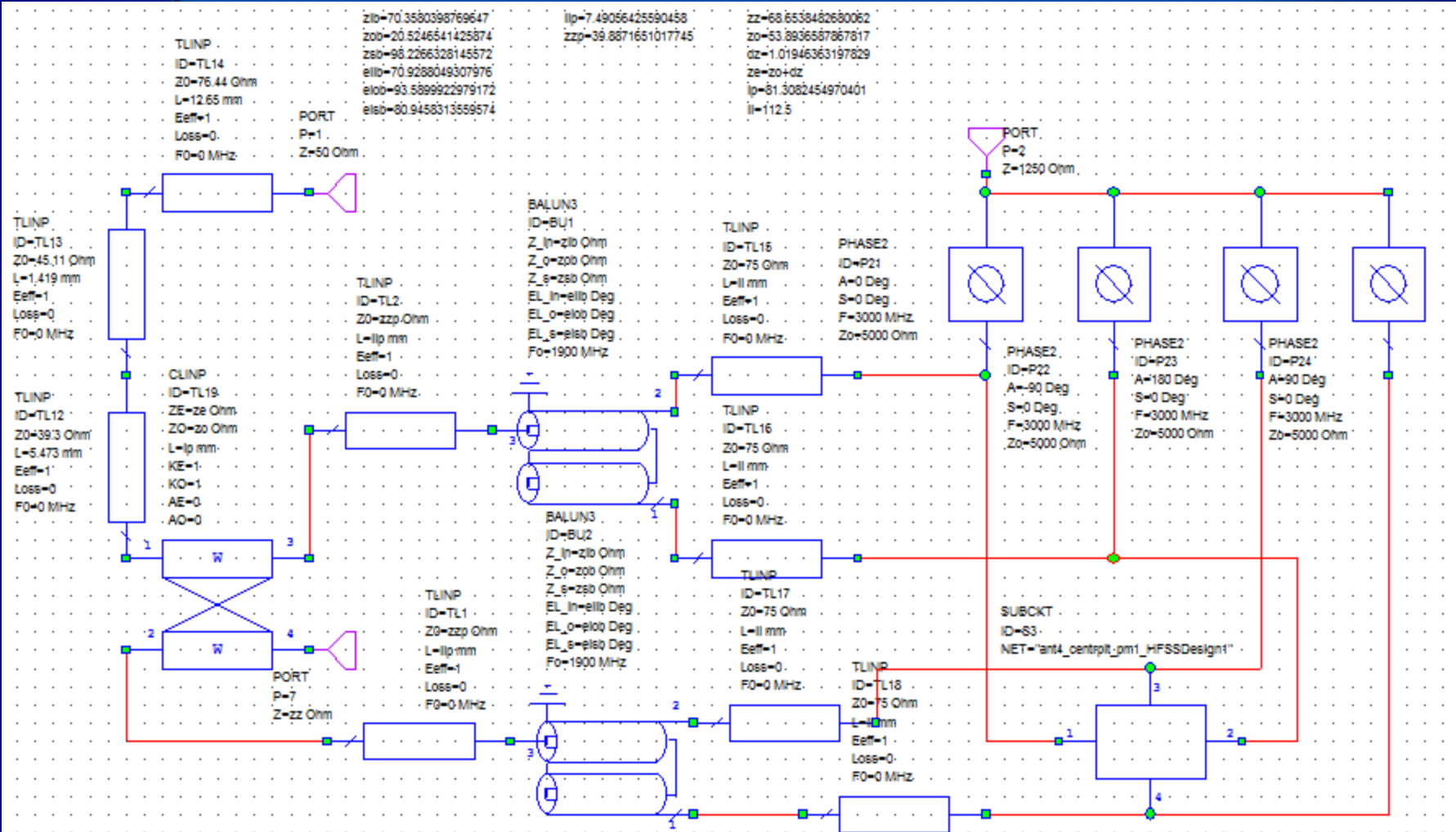


- графики, полученные для общей схемы ДОС.
- Показанные графики являются для дальнейших этапов верхней предельной границей перебора элементов

Третий этап моделирования



Третий этап моделирования

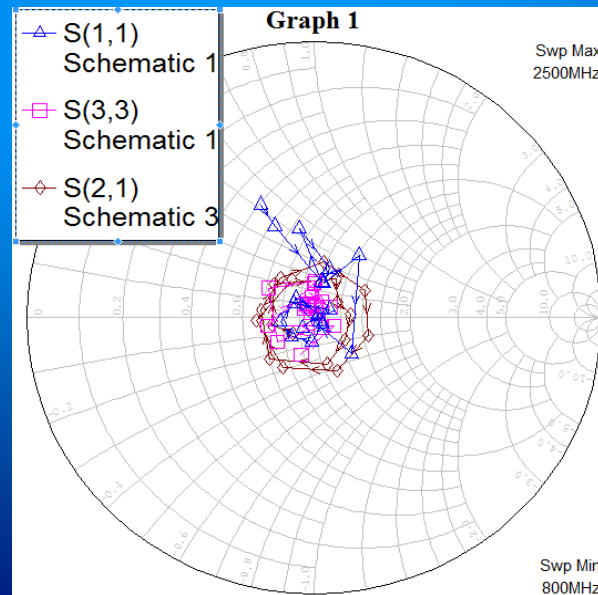
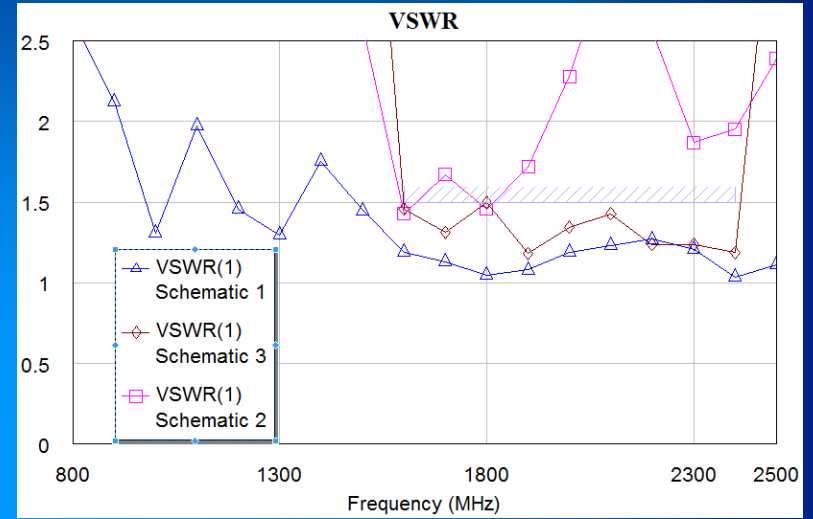
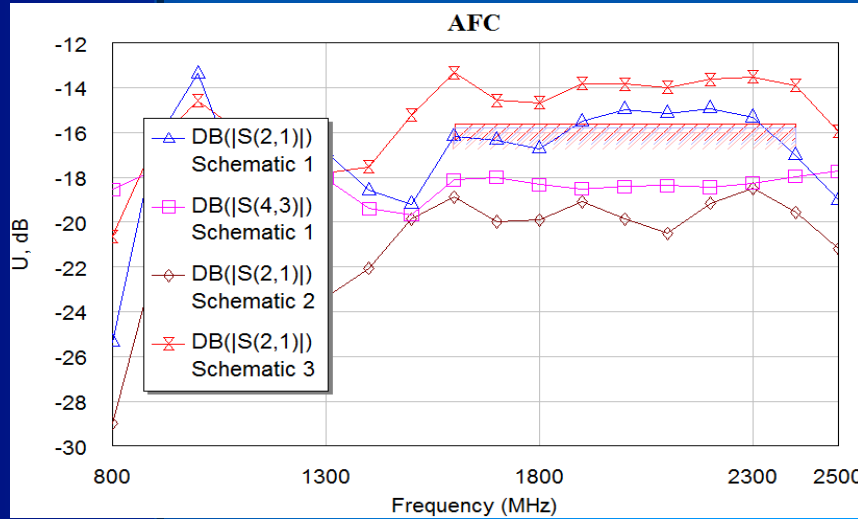


Третий этап моделирования

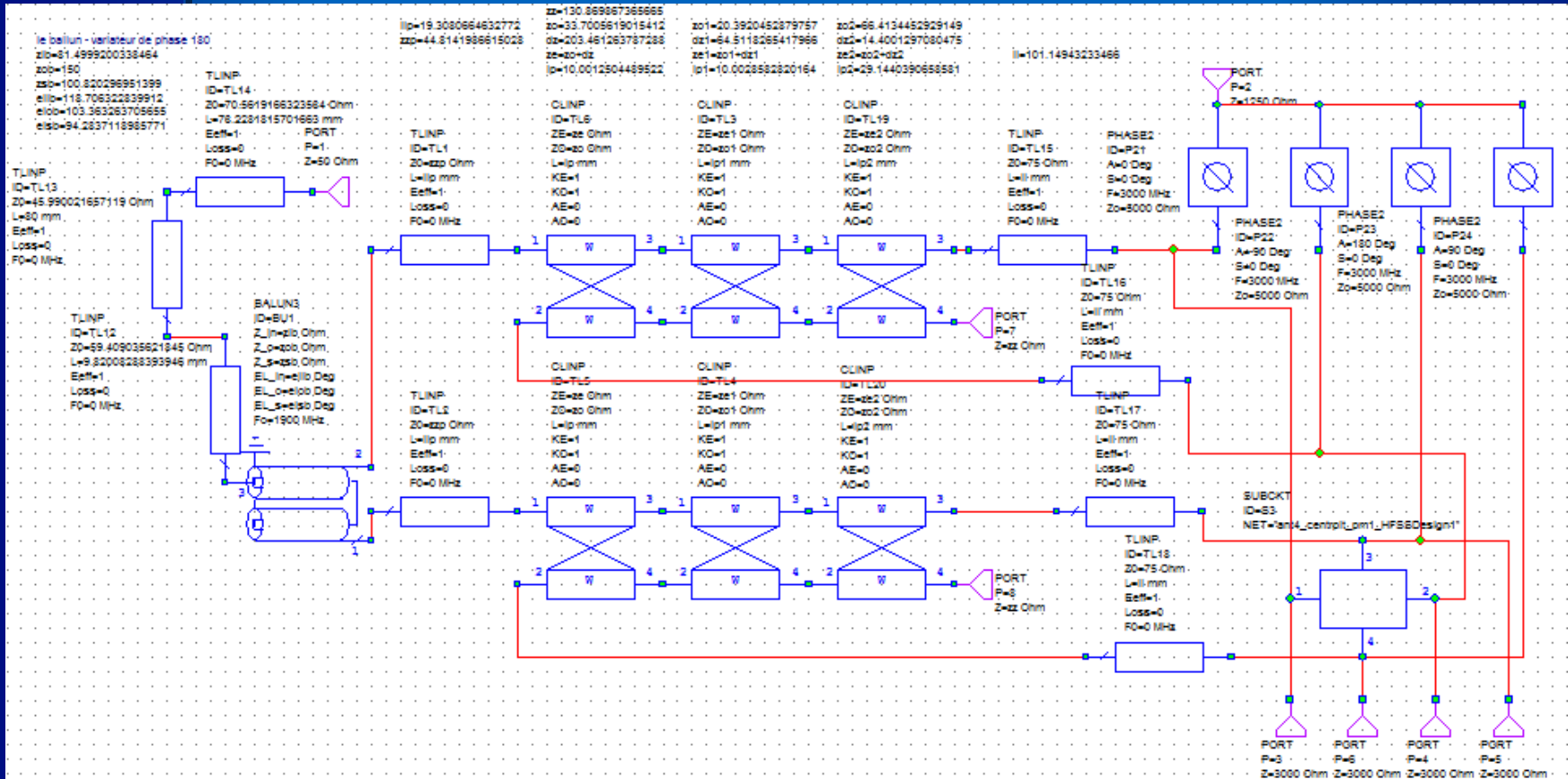
- Вариант ДОС, выполненной по схеме: мост Маршанда — НО (реализация смещения питающего напряжения на 180° , с последующим смещением по каждому плечу на 90°)
- Вариант ДОС, выполненной по схеме: НО — мост Маршанда (реализация смещения питающего напряжения на 90° , с последующим смещением по каждому плечу на 180°)
- Длина и сопротивления у введенных элементов варьируется аналогично предыдущему этапу



Третий этап моделирования



Четвертый этап моделирования

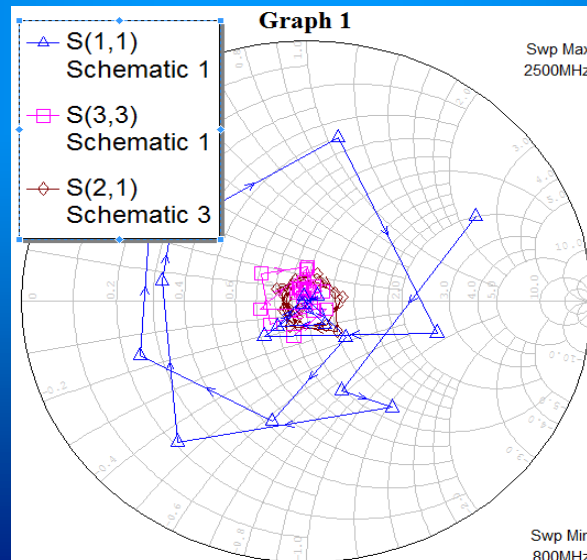
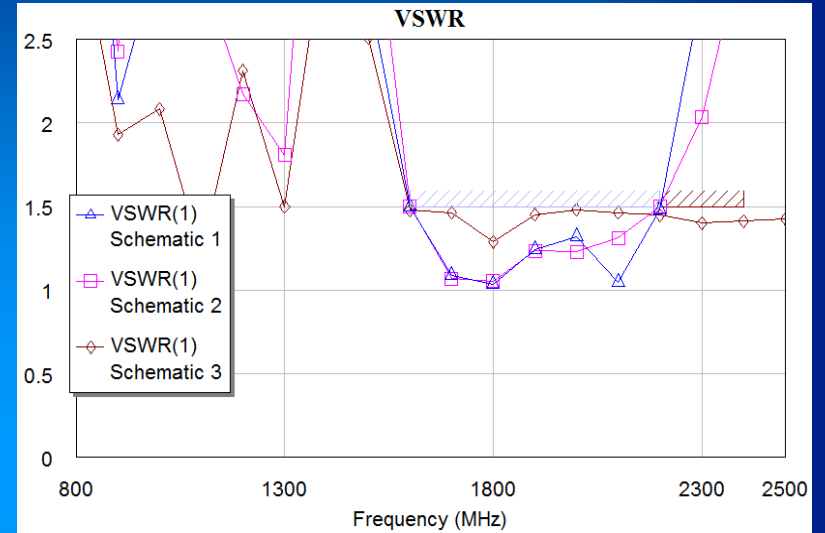
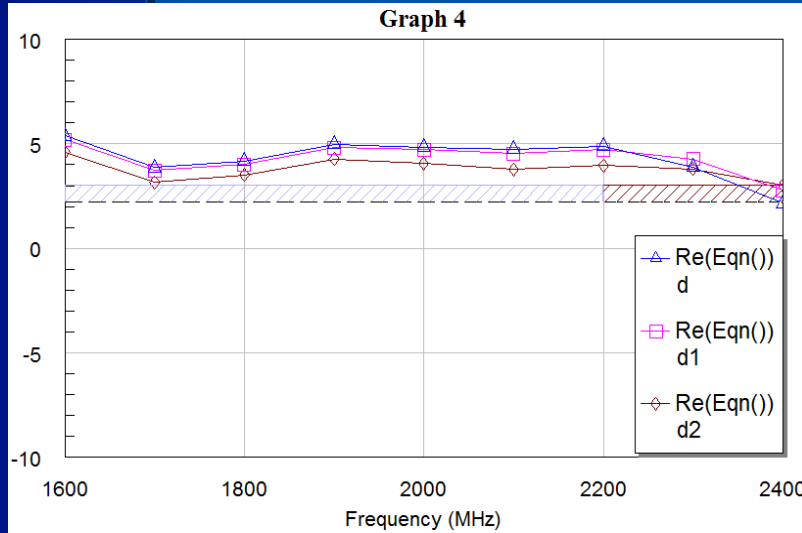


Четвертый этап моделирования

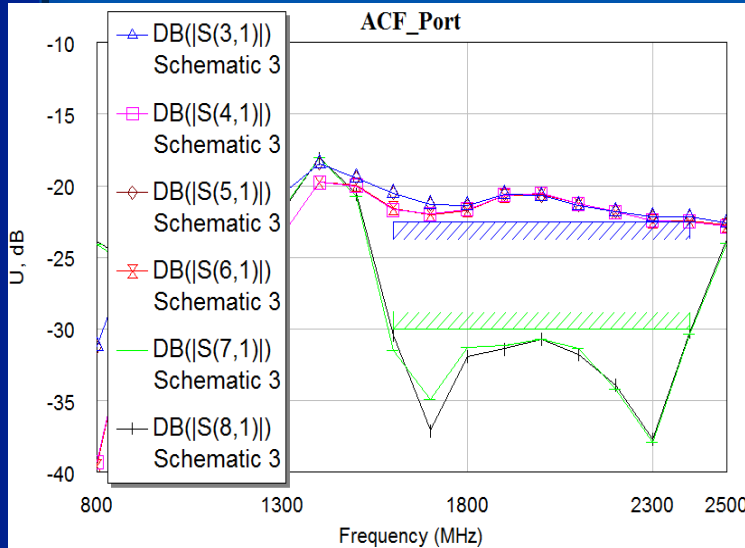
- Конечный вариант ДОС, для которого выполняется перебор значений элементов с оптимизацией характеристик до значений, полученных для идеальной ДОС
- Дополнительно введены НО.
- Введены порты с 3 по 6 для построения графиков по каждому плечу ДОС, и выравнивания фазовых и амплитудных значений по этим плечам.



Четвертый этап моделирования

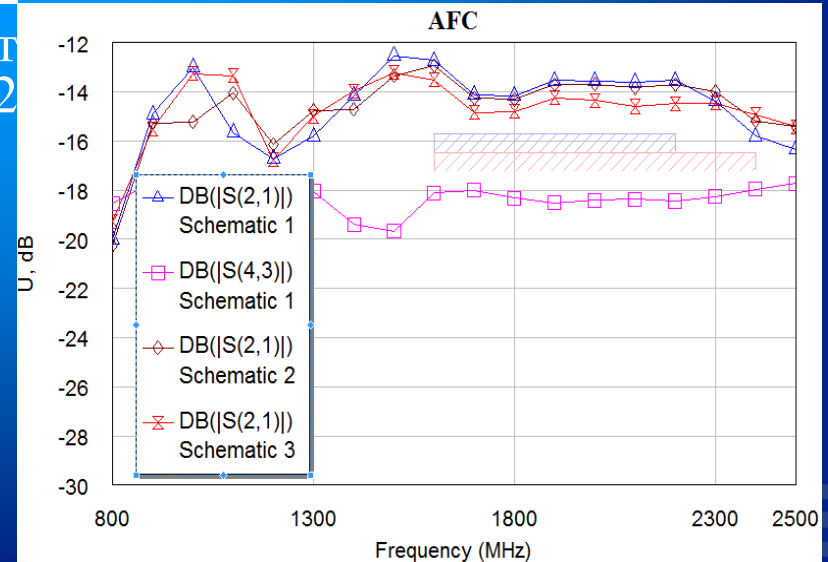


Четвертый этап моделирования



- Развязка между портами 3...6 и 7,8 более 10 дБ

- АЧХ четвертого варианта лежит в пределах между АЧХ для 1 и 2 этапов.



Выводы:

Проведенное моделирование позволило получить конечный вариант ДОС, которая может быть практически реализована с использованием технологии LTCC



Спасибо за внимание!

