

## Совместное использование MWOoffice и IE3D

Microwave Office поддерживает интеграцию решающих устройств электромагнитного моделирования других программных продуктов, которые поддерживают интерфейс EM Socked (канал двухстороннего обмена электромагнитного моделирования). Пример такой интеграции рассмотрим на использовании в Microwave Office вычислительного устройства IE3D из продуктов Zeland.

IE3D EM Socket для Microwave Office включает ZelandCom.exe и ZelandUi.dll. Эти файлы по умолчанию находятся в каталоге C:\Program Files\Zeland\exe. Обычно они устанавливаются автоматически при инсталляции продуктов Zeland. В случае если это не сделано, их можно установить и вручную следующим образом:

1. В главном меню Windows выберите «Выполнить». В появившемся окне введите команду “C:\Program Files\Zeland\exe\ZelandCom.exe/regserver”.
2. Затем аналогично выполните команду regsvr “C:\Program Files\Zeland\exe\ZelandUI.dll”.

После этого EM Socket должен быть установлен и его можно использовать.

Совместное использование обеих программных продуктов рассмотрим на примере моделирования полосно-пропускающего фильтра. Допустим, требуется спроектировать пятирезонаторный фильтр с боковыми электромагнитными связями и полосой пропускания от 8,2 до 8,6 ГГц на материале RO3003. В примере использованы Microwave Office версии 7.51 и IE3D из продуктов Zeland версии 12.

Загрузите менеджер программ Zeland и Microwave Office.

Вначале выполним синтез фильтра, используя мастер синтеза фильтров в Microwave Office.

1. Создайте новый проект и сохраните его под именем Filter.
2. Выберите в меню Options>Project Options и на вкладке Global Units открывшегося окна опций проекта в поле Frequency введите GHz, отметьте Metric Units.
3. В левом окне просмотра проекта Project раскройте группу Wizards и дважды щёлкните мышкой по AWR Filter Synthesis Wizard. В открывающихся окнах, нажимая кнопку «Далее», последовательно введите:
  - Bandpass;
  - Chebyshev;
  - N=5, FL=8.2 GHz, FH=8.6 GHz;
  - Отметьте Parallel Coupled Half-Wave Resonators;
  - Microstrip;
  - Name=Filter, Er=3, Tand=0.0013, H=0.254, T=0.017, в поле Metal Selection введите Copper;

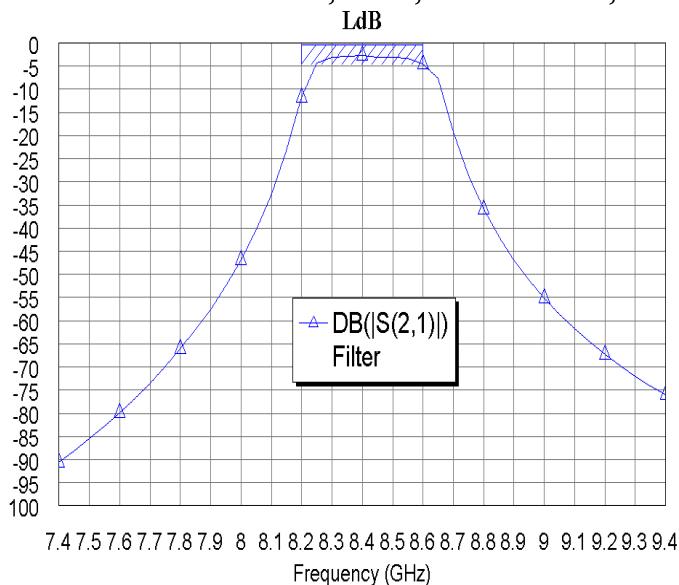


Рис.1

7. Дважды щёлкните по Project Options в окне просмотра проекта и установите диапазон от 7.4 до 9.4 с шагом 0.05 GHz.

Правой кнопкой мышки щёлкните по имени Filter синтезированной схемы и выберите

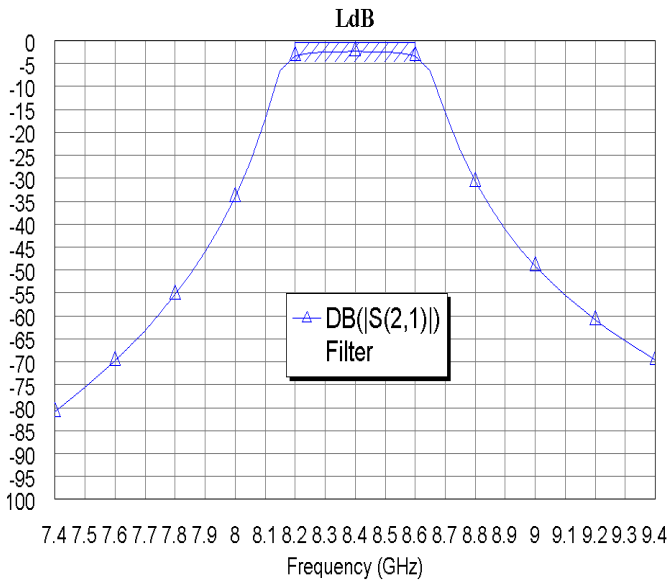


Рис.2

Options. На вкладке Frequencies отметьте Use project defaults, чтобы использовать частоты проекта. Щёлкните по значку Analyze на панели инструментов. Полученный график показан на рис. 1.

Выберите в меню Simulate>Optimize и выполните оптимизацию схемы. Полученный после оптимизации график показан на рис. 2.

Создадим топологию схемы.

Откройте синтезированную схему фильтра, дважды щёлкнув по её имени Filter в левом окне просмотра проекта. Полученная схема показана на рис.3. Добавьте на входе и выходе схемы дополнительные отрезки линии. Для этого щёлкните по кнопке Elements в левом нижнем углу окна проекта и раскройте

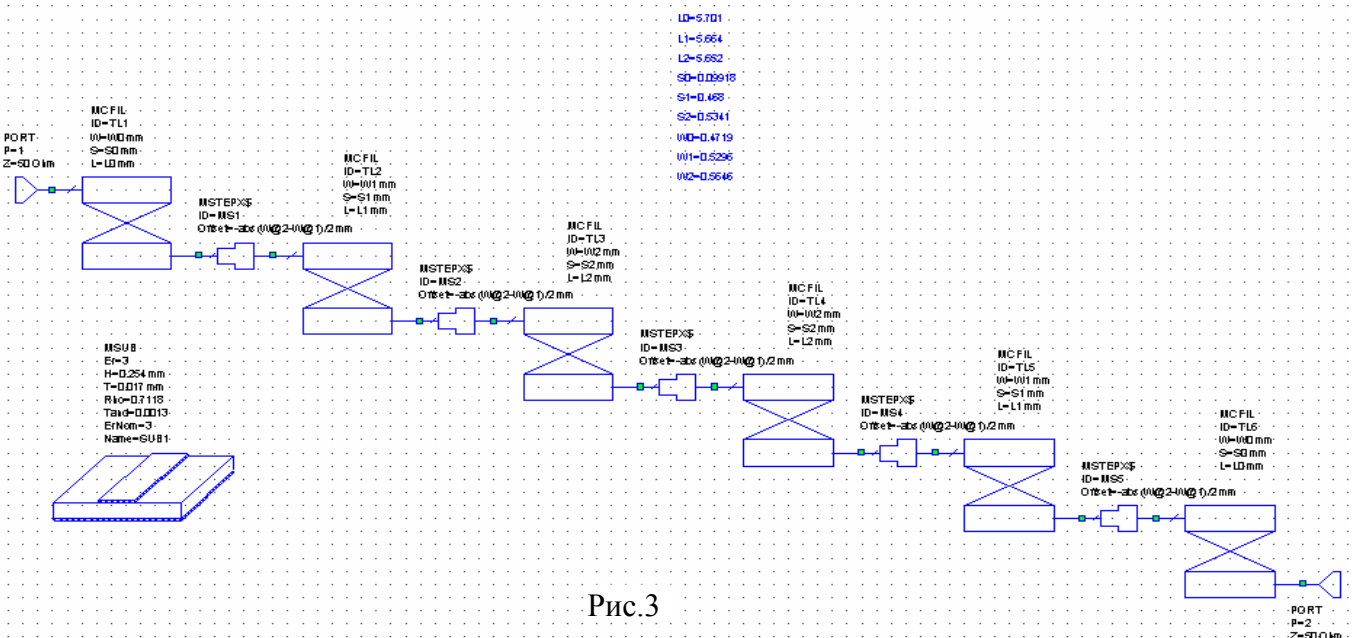


Рис.3

группу Microstrip. Щёлкните по подгруппе Lines и выберите элемент MLIN. Нажмите клавишу Ctrl, установите курсор на левый порт, нажмите левую кнопку мышки и сдвиньте порт в сторону, прервав его связь со схемой. Подключите элемент MLIN ко входу схемы, затем подключите порт.

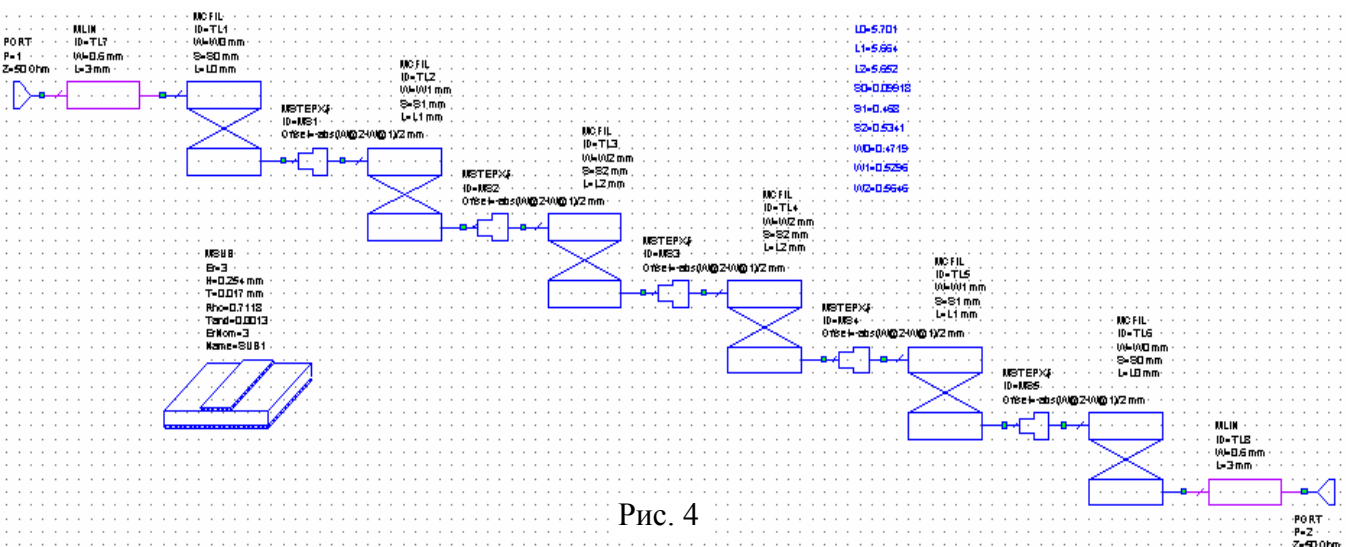


Рис. 4

Дважды щёлкните по элементу MLIN и установите его ширину  $W=0.6$  и длину  $L=3$ .

$L0=5.7$

$L1=5.65$

$L2=5.65$

$S0=0.1$

$S1=0.45$

$S2=0.55$

$W0=0.45$

$W1=0.5$

$W2=0.55$

Рис.5

Скопируйте отредактированный элемент MLIN и подключите его между выходом схемы и правым портом. Полученная схема показана на рис.4.

Для электромагнитной структуры выберем размер ячейки сетки 0,05 мм по осям X и Y. Соответственно округлим значения переменных в схеме, как показано на рис. 5.

Выполните анализ, чтобы убедиться, что характеристика изменилась не существенно.

Создадим топологию схемы.

1. Откройте окно схемы и щёлкните по значку New Schematic Layout View на панели инструментов. Выделите все элементы созданной топологии и щёлкните по значку Snap Together на панели инструментов, чтобы упорядочить топологию. Она будет иметь вид рис.6.

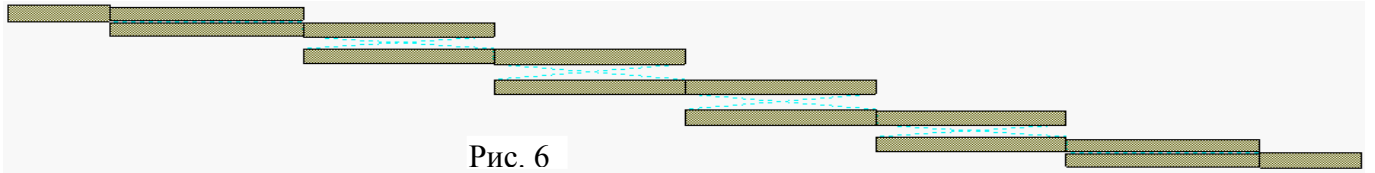


Рис. 6

2. На панели инструментов в поле Grid Spacing введите множитель 0.1x.
3. Выберите в меню Options>Layout Options и на вкладке Layout в поле Rotation snap angle введите 0.1 deg.
4. Выделите все резонаторы кроме входного и выходного проводников и щёлкните правой кнопкой мышки по одному из них. Выберите Rotate, установите курсор на левый верхний угол проводника связи с входным проводником, нажмите левую кнопку мышки и поверните резонаторы на угол 8,9 градусов, чтобы правый верхний угол проводника связи с последним резонатором лежал на одной прямой с левым верхним углом проводника связи с первым резонатором (рис.7).

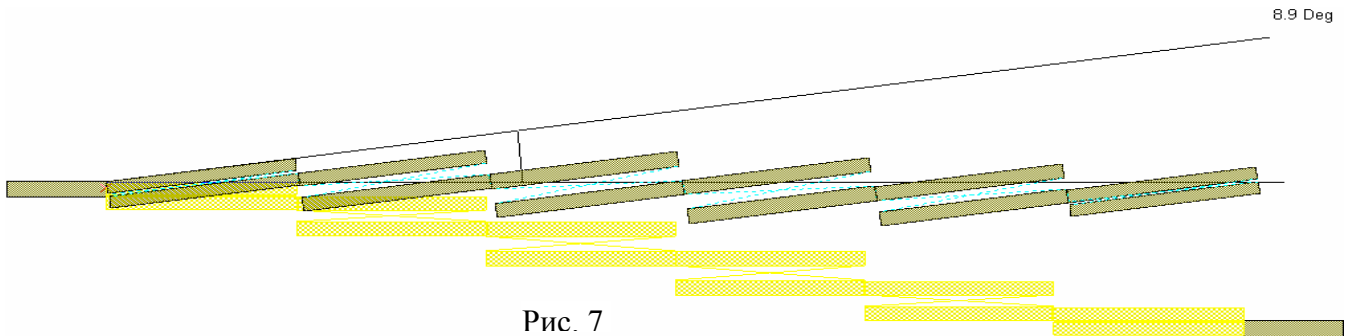


Рис. 7

5. Переместите выходной проводник вверх так, чтобы координата Y его верхней стороны совпала с соответствующей координатой входного проводника.

6. Щёлкните по значку View Area на панели инструментов и выделите крупным масштабом соединение входного проводника с фильтром. Щёлкните по значку Polygon. Установите курсор на правый нижний угол входного проводника, щёлкните левой кнопкой мышки, переместите курсор вверх до правого верхнего угла проводника связи с резонатором, щёлкните мышкой и затем нажмите клавишу Tab. В открывшемся окне (рис. 8)

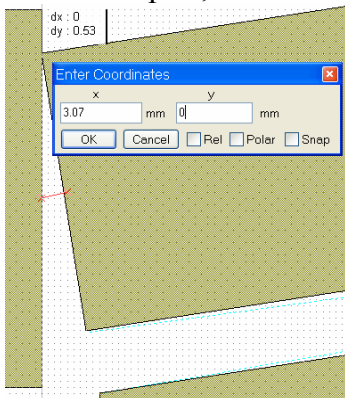


Рис. 8

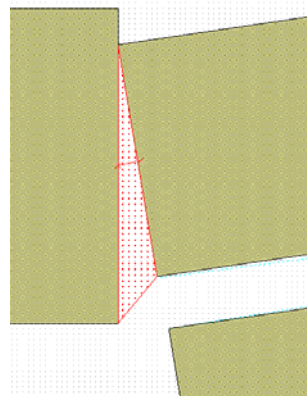


Рис. 9

снимите отметку в Rel, введите  $x=3.07$ ,  $y=0$ , нажмите ОК и затем щёлкните мышкой. Проводники должны быть соединены полигоном (рис.9). Заметим, что при попытке повторить этот пример, координаты угла проводника могут оказаться другими. Определить их можно, установив курсор на соответствующий угол. Координаты отображаются в нижней строке окна проекта.

7. Аналогично соедините выходной проводник с проводником связи с фильтром. Топология будет выглядеть, как показано на рис. 10.



Рис. 10

8. Измерьте длину топологии и округлите её так, чтобы была кратной 0.05 мм. В нашем случае длина равна 40.48 мм. Дважды щёлкните по левому входному проводнику и сдвиньте его левую сторону на 0.24 мм вправо. Аналогично сдвиньте правую сторону выходного проводника влево на 0.24 мм, чтобы длина топологии была равна 40 мм.

Теперь создадим электромагнитную структуру.

1. Щёлкните по значку New EM Structure на панели инструментов. В открывшемся окне присвойте имя структуре Fil, отметьте моделирующее устройство AWR EMSight Simulator и нажмите кнопку Create.

2. Щёлкните по значку Substrate Information на панели инструментов. На вкладке Enclosure введите X\_Dim=40, Y\_Dim=5, Grid\_X=0.05 и Grid\_Y=0.05. На вкладке Material Defs для слоя Diel\_1 введите Er=3, TanD=0.0013. На вкладке Dielectric Layers для слоя 1 введите толщину 4, для слоя 2 – толщину 0.254.

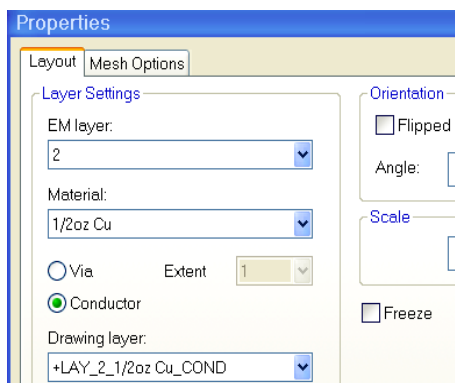


Рис. 11

3. Скопируйте топологию из окна топологии схемы в окно электромагнитной структуры и разместите симметрично относительно боковых стенок корпуса. Геометрия входного и выходного проводников должна совпадать с сеткой. Если это не так, совместите входной и выходной проводники с сеткой, при необходимости временно изменив размер ячеек на 0.01 мм.

4. Выделите всю топологию, щёлкните правой кнопкой мышки по любому выделенному проводнику, выберите Shape Properties, отметьте Conductor, назначьте слой электромагнитной структуры (EM layer) – 2 и материал – ½ oz Cu (Рис. 11).

5. Выделите в крупном масштабе соединение входного проводника с проводником связи первого резонатора. Нажмите клавишу Shift, поочерёдно щёлкните по входному проводнику, проводнику связи и по соединяющему их полигону, чтобы выделить их (рис.12).

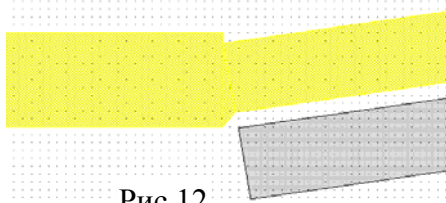


Рис.12

6. Щёлкните по значку Union на панели инструментов, чтобы объединить выделенные элементы топологии. Аналогично объедините выходной проводник с проводником связи последнего резонатора.

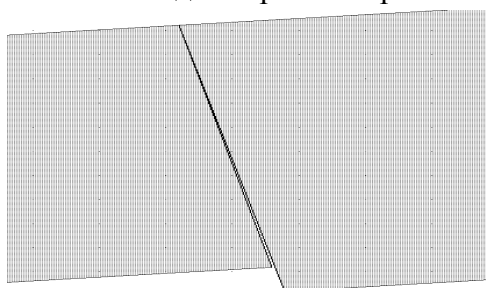


Рис. 13

7. Резонаторы фильтра состоят из двух четверть-волновых отрезков линии, имеющих разную ширину. Поэтому при повороте топологии фильтра между этими резонаторами могли образоваться зазоры. Выделите в большом масштабе одно из соединений отрезков резонатора (рис. 13). Видно, что небольшой зазор действительно образовался. Чтобы его устранить, дважды щёлкните по отрезку меньшей ширины и сдвиньте его сторону на небольшое расстояние так, чтобы отрезки перекрывались (рис. 14).

В Microwave Office перекрытие отрезков допускается, но в IE3D его не должно быть. Поэтому объединим эти отрезки. Для этого выделите их и щёлкните по значку Union на панели инструментов. Аналогично отредактируйте все резонаторы.

8. Установите порты на входе и выходе электромагнитной структуры порты и сдвиньте их референсные плоскости на 0.5 мм внутрь электромагнитной структуры. Созданная электромагнитная структура показана на рис. 15.

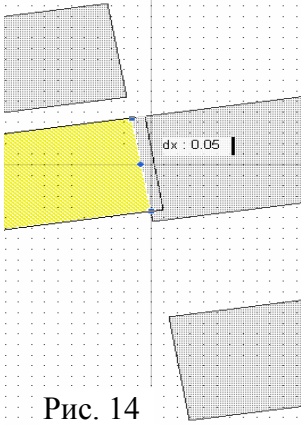


Рис. 14

Дважды щёлкните мышкой по Information в подгруппе электромагнитной структуры Fil в окне просмотра проекта. Откроется информационное окно вычислительного устройства Microwave Office рис. 16. Здесь сообщается, что предположительно анализ займёт 13 дней. Обычно эта цифра сильно завышена. Однако на компьютере с процессором Intel Core 2 Duo и 2 Гб оперативной памяти анализ просто отказался выполняться.

После изменения размеров ячеек по осям X и Y на 0.1, анализ был выполнен и длился несколько больше часа. Рассчитанная характеристика

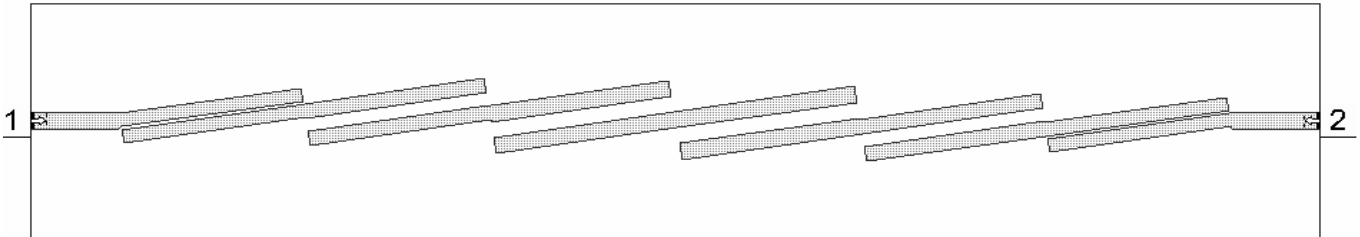


Рис. 15

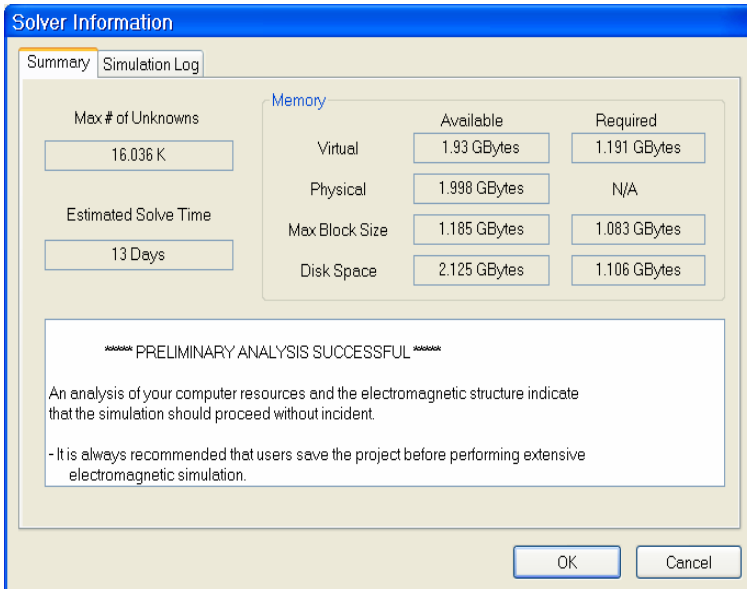


Рис. 16

показана на рис. 17.

Щёлкните правой кнопкой мышки по имени Fil электромагнитной структуры в окне просмотра проекта и выберите Add Annotation. В открывшемся окне отметьте EM\_MESH, нажмите Apply и ОК. При активном окне электромагнитной структуры щёлкните по значку New Schematic 3D View и затем щёлкните по значку Top. Будет отображена сетка (рис. 18). Как видно, этот размер сетки не достаточно точно аппроксимирует наклонные резонаторы. Их электрическая длина увеличивается, и рассчитанная характеристика сдвигается вниз по частоте. А уменьшение размеров сетки существенно увеличивает время анализа.

Вернёмся к размерам ячеек сетки по осям X и Y, равным 0.05 мм и воспользуемся вычислительным устройством IE3D.

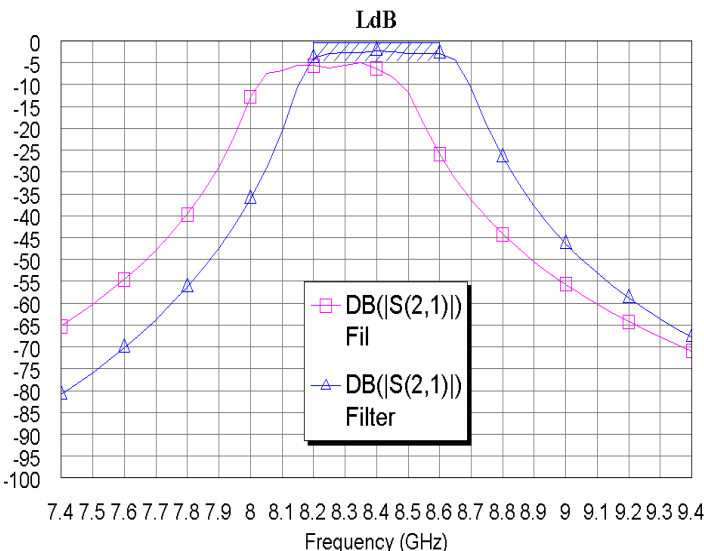


Рис. 17

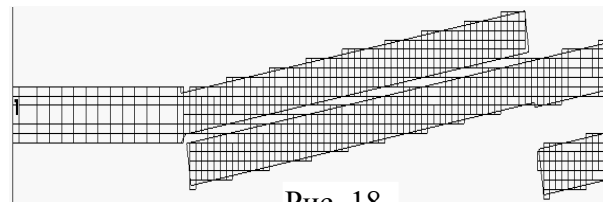


Рис. 18

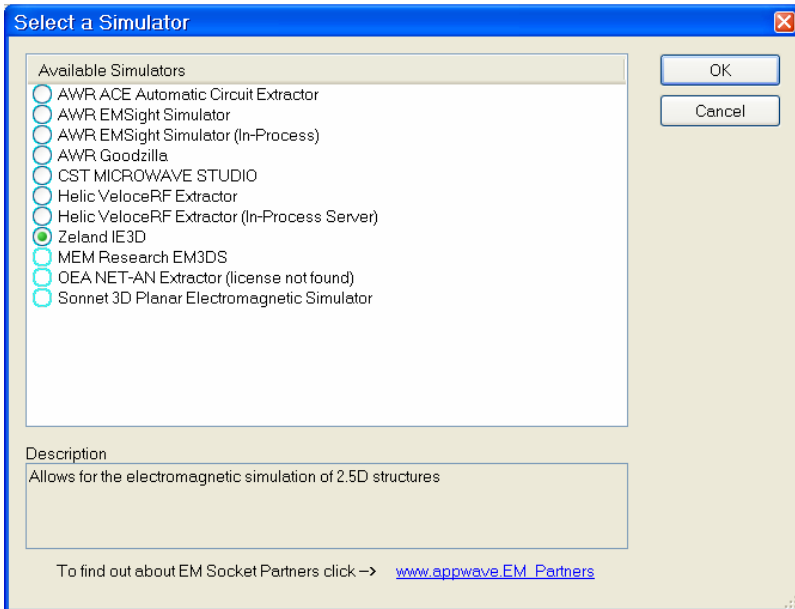


Рис. 19

1. Щёлкните правой кнопкой мышки по имени Fil электромагнитной структуры в окне просмотра проекта, выберите Set Simulator и в окне Select a Simulator (рис. 19) выберите Zeland IE3D.

2. Снова щёлкните правой кнопкой мышки по имени электромагнитной структуры и выберите Options. На вкладке открывшегося окна рис. 20 снимите отметку в Use Maximum Frequency и в поле Meshing Frequency введите 20 (эта частота должна быть не ниже максимальной

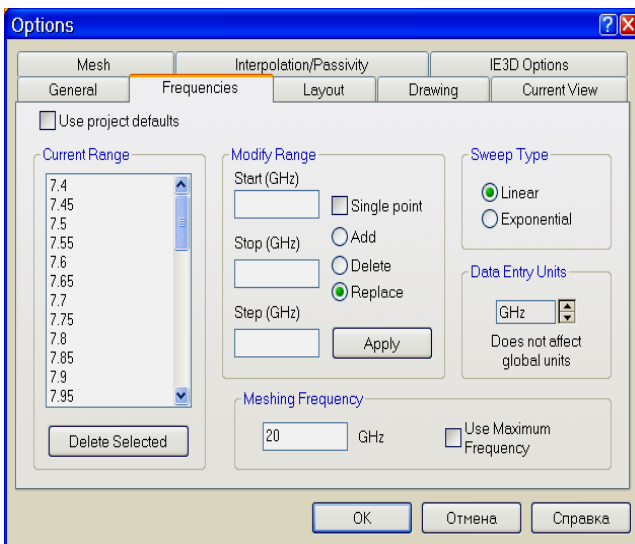


Рис. 20

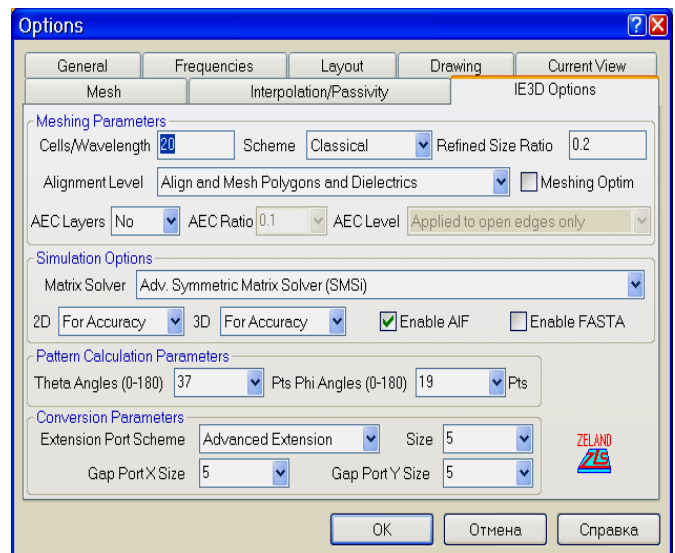


Рис. 21

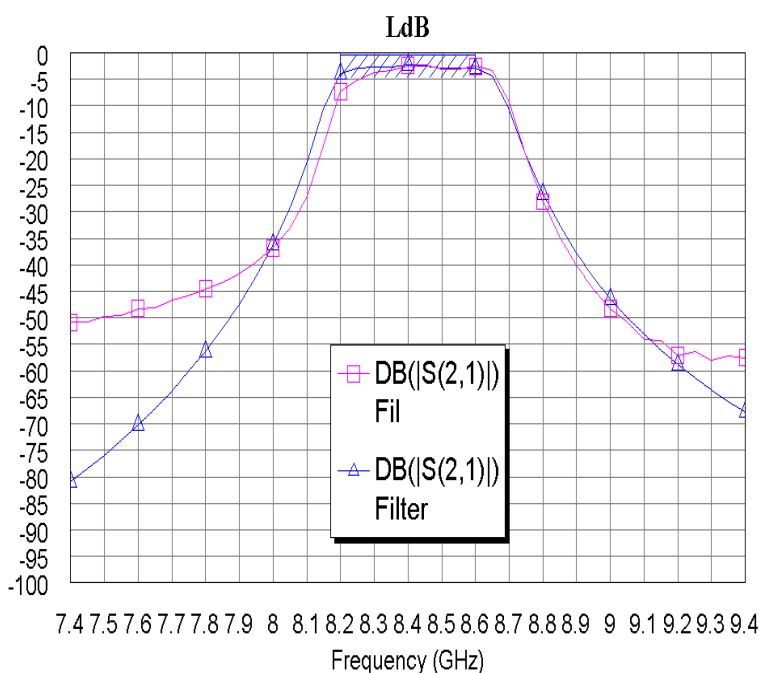


Рис. 22

частоты диапазона анализа). На вкладке IE3D Options (рис. 21) можно ввести опции для IE3D. Здесь они оставлены по умолчанию.

3. Щёлкните по значку Analyse на панели инструментов.

Анализ длится меньше минуты. Рассчитанная в IE3D характеристика показана на рис. 22. Высокая скорость анализа и неточности в характеристике объясняется тем, что в IE3D из Microwave Office передана электромагнитная структура без боковых стенок корпуса и их влияние при анализе не учитывалось. Это можно проверить, если перейти в блок Mgrid программы IE3D.

1. Щёлкните правой кнопкой по имени Fil электромагнитной структуры в окне просмотра

проекта и выберите Open in Native Editor. Топология, переданная в IE3D, выглядит, как показано на рис. 23. Видно, что топология не ограничена стенками корпуса.



Рис. 23

2. Сначала поместим нижний левый угол входного проводника в начало координат.
3. Выберите в меню Input>Set to Closest Vertex. Отметьте левую нижнюю вершину входного проводника топологии и затем выберите Input>Info on Last Entry. В открывшемся окне отметьте Save 1st Set и нажмите кнопку Close and Drop Vertices.

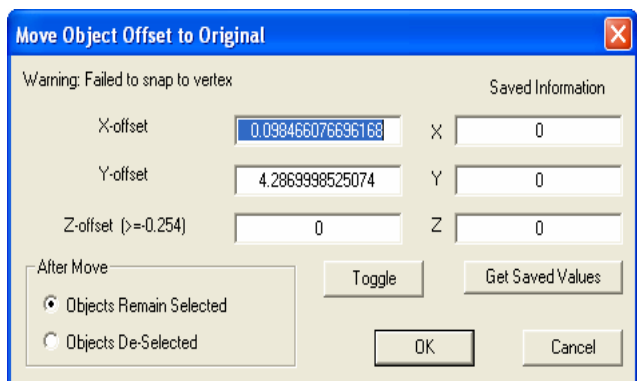


Рис. 24

4. Поместите курсор мышки левее и выше топологии, нажмите левую кнопку мышки и переместите курсор правее и ниже топологии, чтобы выделить всю топологию.

5. Выберите в меню Edit>Move Objects и переместите топологию в начало координат. В открывшемся окне рис. 24 нажмите OK.

6. Выберите в меню Edit>Draw и затем Input>Set to Closest Vertex, чтобы отменить этот режим.

Теперь поместим топологию в корпус.

1. Выберите в меню Param>Basic Parameters. В открывшемся окне дважды щёлкните по No. Side Walls. В открывшемся окне в поля Xmin Wall, Xmax Wall, Ymin Wall и Ymax Wall введите Electric, Xmin=-3.4, Xmax=43.4, Ymin=-2.2, Ymax=2.8 (рис. 25). В поля Spectral Terms введите 20 для оси X и 10 – для оси Y. Нажмите OK.

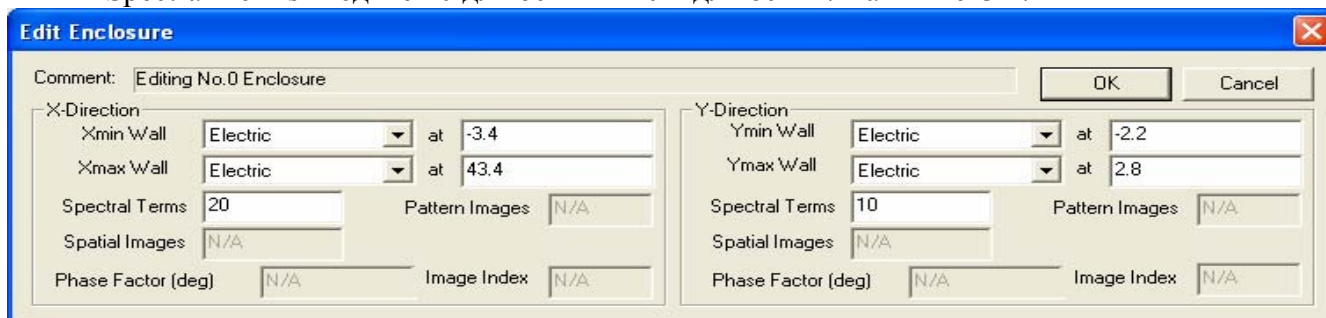


Рис. 25

2. Окно базовых параметров показано на рис. 28, а отредактированная структура – на рис. 26.



Рис. 26

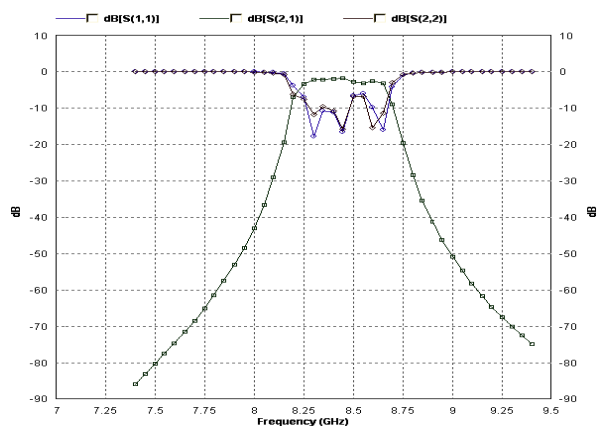


Рис. 27

3. Обратите внимание, в Microwave Office мы не определили материал верхней крышки (слой No. 3 на рис. 28). Поэтому он в IE3D определён по умолчанию.

4. Закройте окно базовых параметров.
5. Выберите в меню Process>Simulate.
6. В открывшемся окне (рис. 29) в области Frequency Parameters отметьте верхнюю строку No Freq(GHz), чтобы отметить все частоты и нажмите кнопку OK.

Рассчитанная в IE3D характеристика показана на рис. 27. Вычисление длилось около 25 минут.

Теперь топологию можно редактировать и анализировать в IE3D. После сохранения проекта в IE3D и закрытия этой программы все изменения будут переданы в Microwave Office.

Или можно сохранить и закрыть IE3D, редактировать топологию в Microwave Office, а анализ выполнять в IE3D, как описано выше.

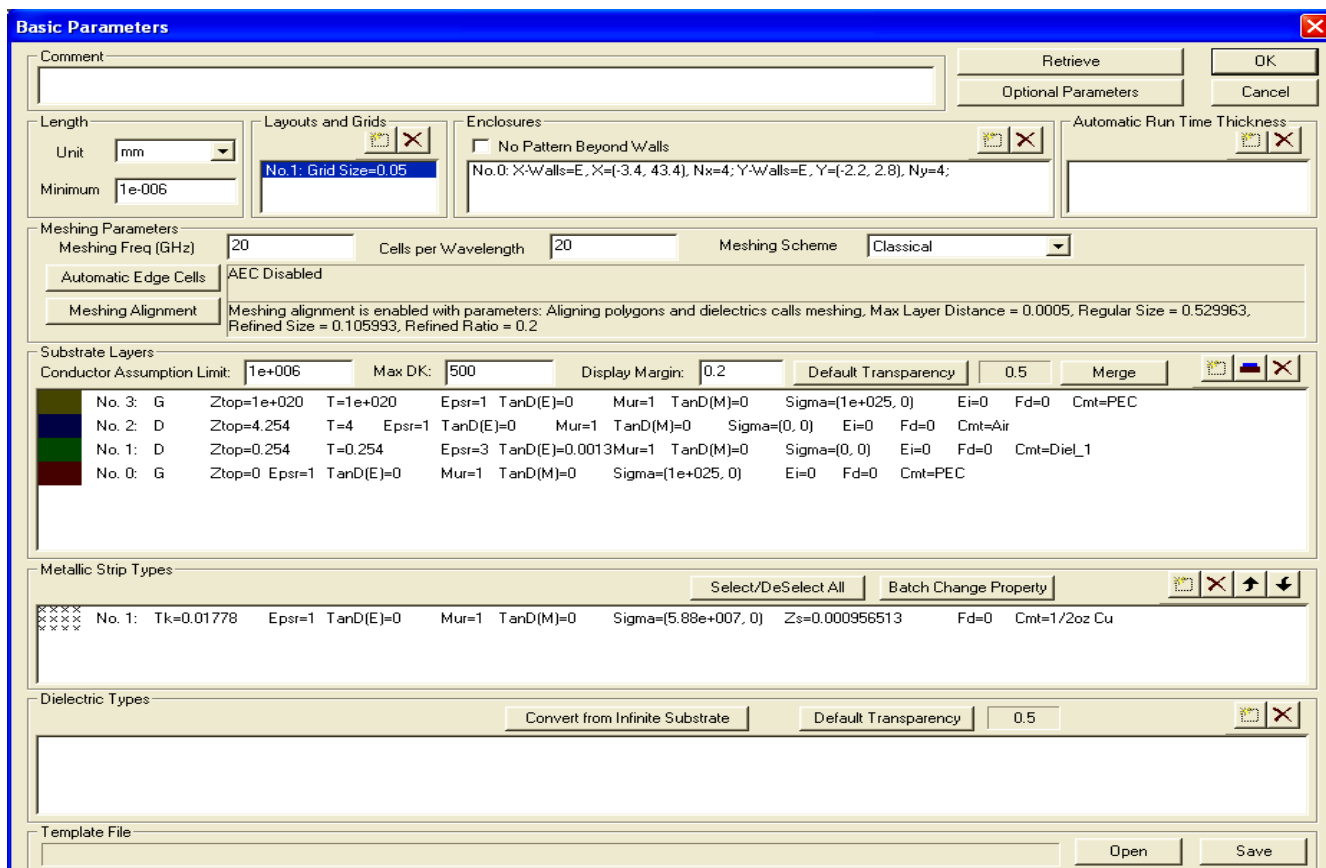


Рис. 28

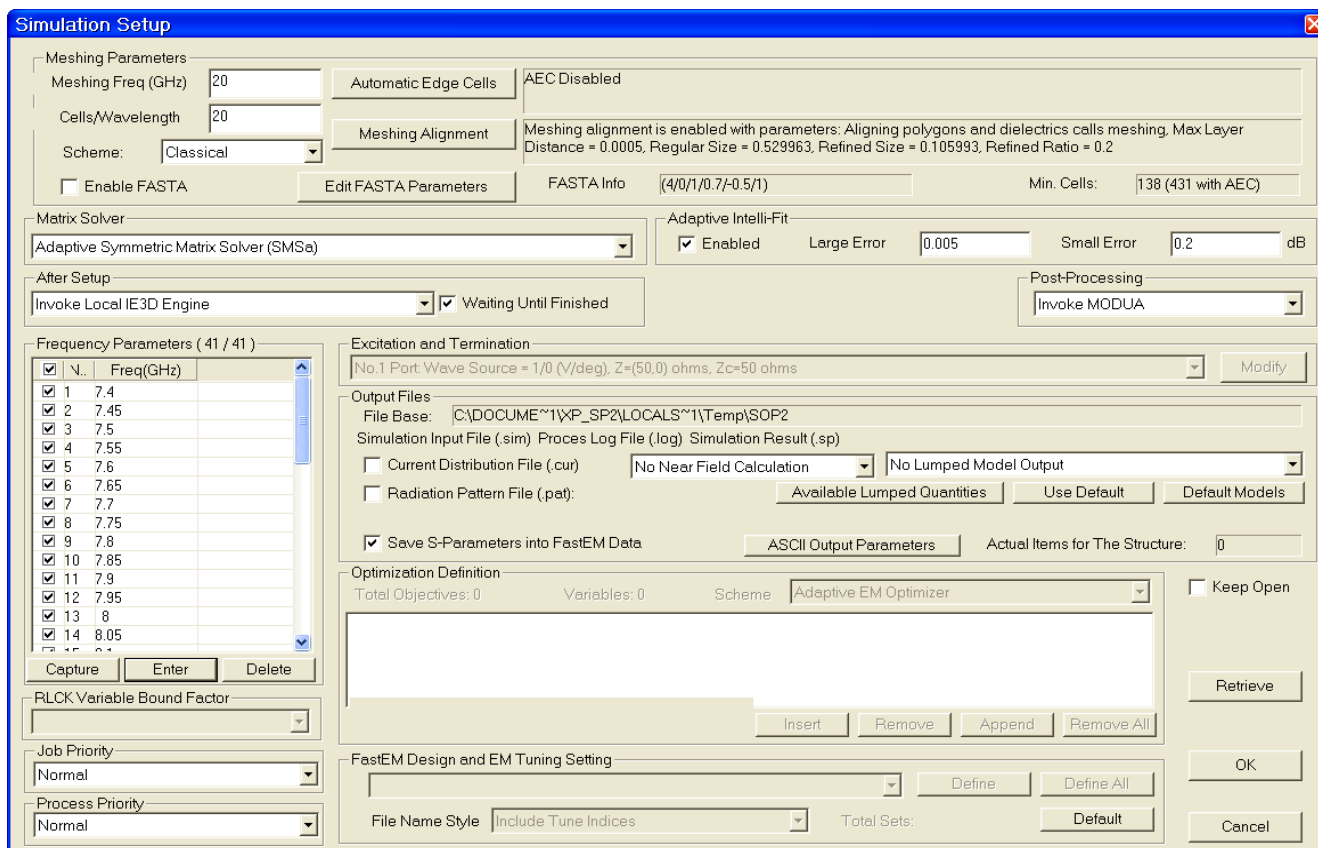


Рис. 29