

Подготовка отчета и презентации

Оглавление

Оглавление	1
Общие принципы	2
Типовой состав отчета	3
1. Титульный лист.....	3
2. Техническое задание	3
3. Составление структурной схемы (и расчет канала)	3
4. Выбор элементной базы	4
5. Моделирование ВЧ-канала	5
6. Составление библиотеки элементной базы.....	6
7. Составление электрической схемы.....	7
8. Проектирование топологии.....	7
9.* ЕМ-анализ.....	11
Типовой состав презентации.....	12

Общие принципы

- Описание всей выполненной работы должно быть включено в отчет по курсовому проекту. Отчет в печатном виде сдается основному преподавателю, в электронном выкладывается в Портфолио. В печатной версии отчета не обязательно печатать цветным, можно обойтись черно-белым. Также в Портфолио в виде архивов выкладываются проекты в ВЧ САПР и в топологическом САПР.

- Должна быть подготовлена презентация и речь к защите. Объем речи 5 минут, презентация – основные этапы работы.

- Доклад слушают кроме основного преподавателя приглашенные преподаватели (как правило это ваши научные руководители по диплому), и остальная аудитория. После доклада задают вопросы, как что было сделано, ловят на недостатках и ошибках, и оценивают, как вы можете представлять выполненную работу.

В текущей главе представлен типовой состав отчета и презентации, а также рекомендации к подготовке доклада.

Курсивом выделены стандартные фразы, которые часто используются для пояснения хода проектирования. Рекомендуется свой пояснительный текст строить по такому же виду.

Типовой состав отчета

1. Титульный лист

Пример в файле ТитулППП.doc

2. Техническое задание

2.1. Сначала словами пишется цель работы, например:

«Спроектировать двухканальную приемную ячейку», или «Спроектировать передающую ячейку с контролем мощности», или «Спроектировать приемную ячейку усиления и фильтрации, с возможностью переключения каналов», в зависимости то задания.

2.2. Затем в виде таблицы или списка идут численные требования, например:

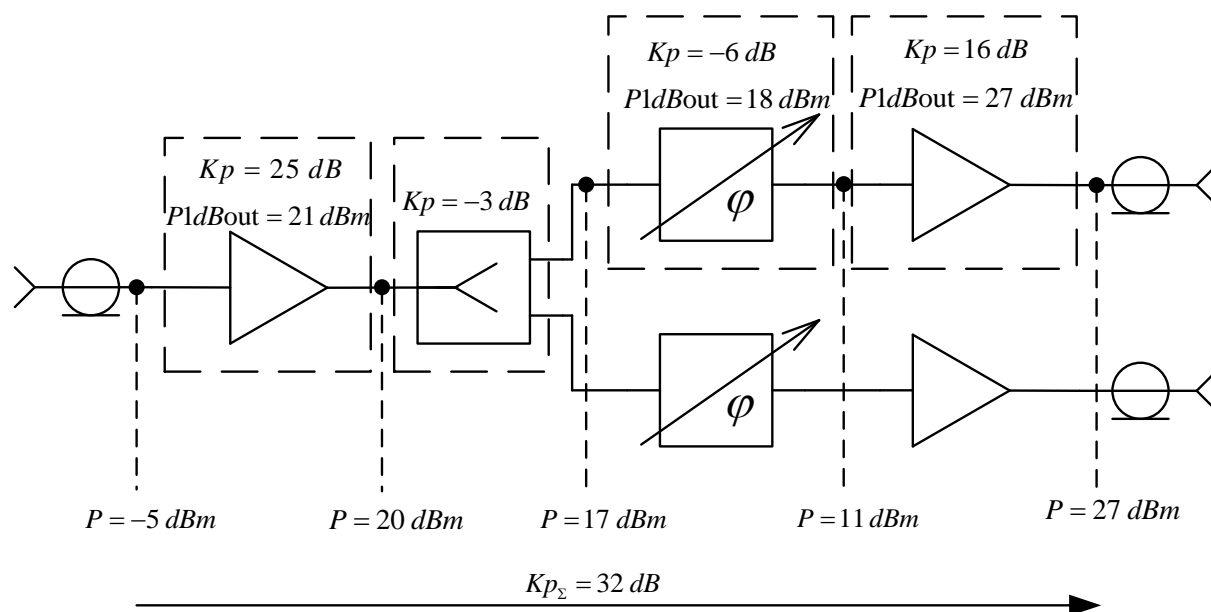
Параметр	Значение
Центральная частота, F_c	2,8 ГГц
Полоса частот по -3дБ, $\Delta F_{-3дБ}$	не менее 5% от центральной частоты
Коэффициент усиления, K_p	не менее 16 дБ
Точка одноступенчатой компрессии, P_{1dB}	не менее 30 дБмВт
КСВН	не более 1,5
Переходное ослабление направленного ответвления	16 дБ
Номинал напряжения питания	+12 В

2.3. Словами дописывается то, что плохо ложится в таблицу, например:

«Должна быть предусмотрена установка детектора мощности во вторичном плече направленного ответвителя» или «Управление фазовращателями должно осуществляться с помощью микроконтроллера, размещенного на плате».

3. Составление структурной схемы (и расчет канала)

3.1. Пишется что-то типа *«На основании технического задания составлена структурная схема проектируемой ячейки»* и рисуется структурная схема разработанного устройства. На структурной схеме можно конкретизировать именованя ВЧ-компонентов и системный расчет (уровни мощностей, как меняется усиление и т.д.).



3.2. Если структурная схема сильно менялась в процессе проектирования, то можно сначала нарисовать примерную структурную схему, а потом финальную.

3.3. Если в моделировании никак не проверялись $P1dB$ или $Kш$, то приводится расчет (по формулам), показывающий выполнение ТЗ.

4. Выбор элементной базы

4.1. Описывается выбор сначала основной (ВЧ), затем дополнительной элементной базы (питание и управление).

4.2. Про резисторы, конденсаторы, индуктивности, разъемы и прочую мелочь писать не надо, только если это не что-нибудь редкое или особенное.

4.3. Если осуществлялся выбор между несколькими компонентами на одно место, то составляется сравнительная таблица и пишется, почему был выбран конкретный компонент.

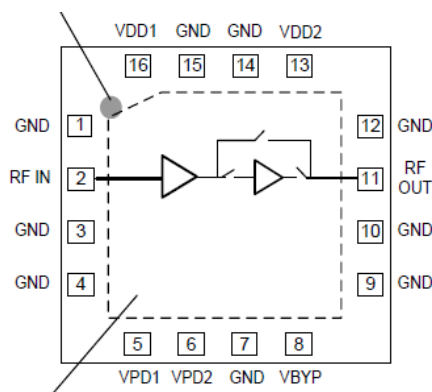
4.4. Последним в списке идет выбранная ВЧ-подложка (с толщиной диэлектрика) с обоснованием, почему она выбрана.

4.5. На каждый выбранный компонент составляется описание приблизительно в таком виде:

Было в даташите:

Product Features

- 1.5 – 3.8 GHz Operational bandwidth
- 2nd stage LNA with integrated bypass mode
- Ability to turn LNA and bypass mode OFF
- Ultra low noise, 0.5 dB at 1.95 GHz
- 36 dB Gain at 1.95 GHz, 17 dB in Low Gain Mode
- +35 dBm Output IP3 in High Gain Mode
- +34 dBm Output IP3 in Low Gain Mode
- Internally matched
- Positive supply only, +3.3 to +5 V
- 3.5x3.5 mm 16-pin SMT package



Внесено в отчет:

Малошумящий усилитель TQL9065

Диапазон рабочих частот 1,5 – 3,8 ГГц

Возможность отключения второго каскада

Коэффициент усиления в режиме полного усиления 36 дБ на частоте 1,95 ГГц

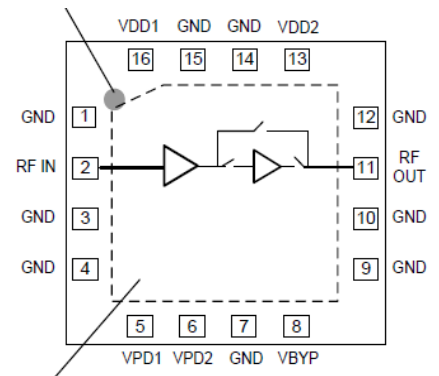
Коэффициент усиления с отключенным вторым каскадом 17 дБ на частоте 1,95 ГГц

Коэффициент шума 0,5 дБ на частоте 1,95 ГГц

Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка 35 дБмВт в режиме полного усиления, 34 дБмВт с отключенным вторым каскадом

Возможность питания от +3,3 В и +5 В

Корпус QFN 3,5 мм x 3,5 мм

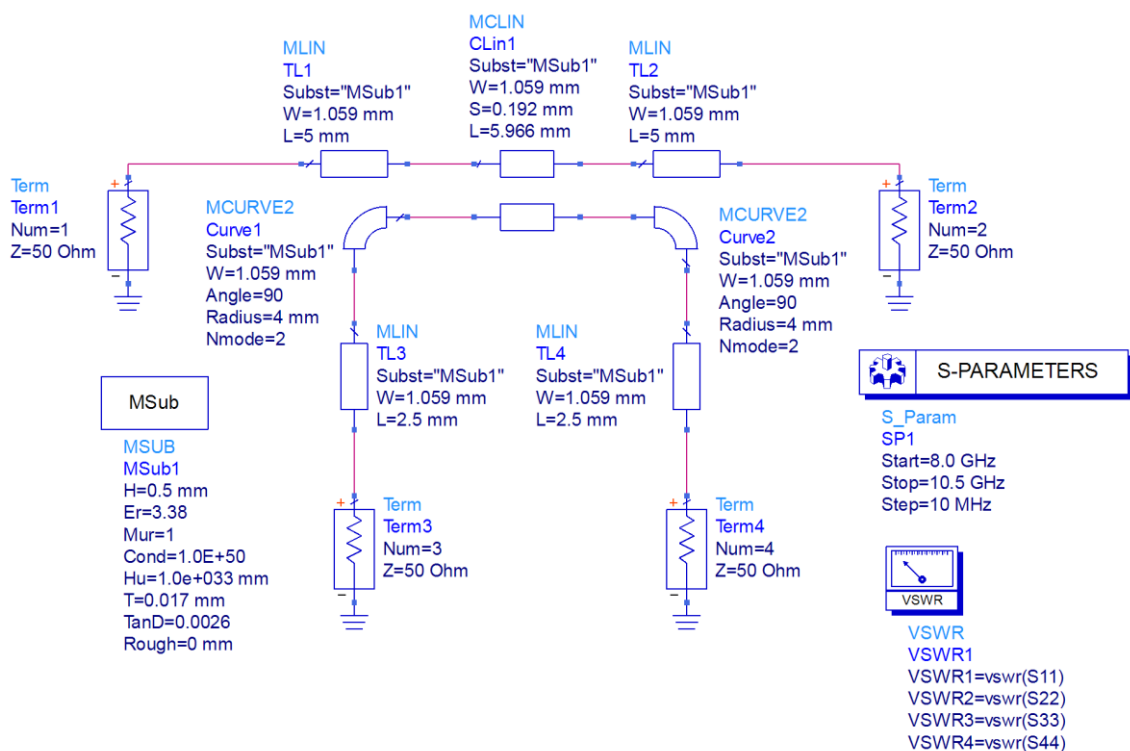


5. Моделирование ВЧ-канала

Описывается полное моделирование. Если проводилось моделирование компонентов по отдельности, то и описываются они отдельно.

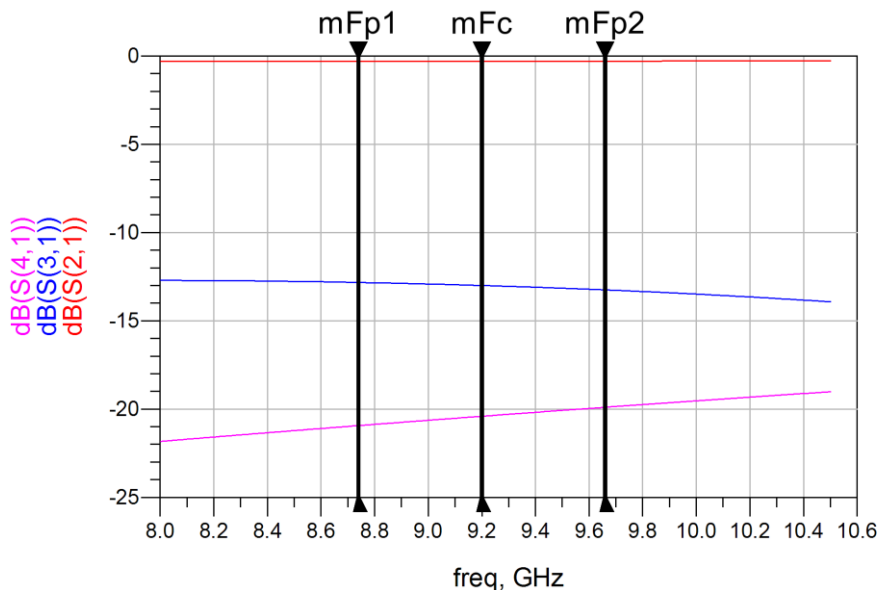
5.1. Для отдельно спроектированных полосковых устройств моделирование описывается отдельно, например:

«Спроектирован направленный ответвитель мощности на связанных линиях



Результаты моделирования направленного ответвителя представлены на рисунке.

mFp1 freq=8.740GHz dB(S(2,1))=-0.292 dB(S(3,1))=-12.829 dB(S(4,1))=-20.938	mFc freq=9.200GHz dB(S(2,1))=-0.289 dB(S(3,1))=-13.000 dB(S(4,1))=-20.409	mFp2 freq=9.660GHz dB(S(2,1))=-0.283 dB(S(3,1))=-13.249 dB(S(4,1))=-19.900
--	---	--



Результаты моделирования показывают, что переходное ослабление на рабочей частоте равно 13 дБ и в диапазоне рабочих частот отклоняется от заданного не более чем на 0,3 дБ, что соответствует техническому заданию»

5.2. Если у компонентов проводилось индивидуальное согласование, то про каждый компонент пишется отдельно, сначала модель и результаты без согласующих цепей, затем после согласования. Все это должно сопровождаться фразами вида

«Результаты моделирования без согласующих цепей показывают отсутствие согласования компонента НМС123 на 50 Ом, выходное КСВН больше 1,5. Спроектируем выходную согласующую цепь на микрополосковых линиях», «Результаты моделирования вместе со спроектированной согласующей цепью показывают приемлемый уровень КСВН как по входу, так и по выходу».

5.3. Приводится совместная модель и полученные результаты. По графикам коэффициента передачи, КСВН и (если проводилось) Кш или P1dB делается вывод, что выполняется техническое задание.

5.4. Если у устройства есть несколько режимов, то приводятся результаты моделирования в этих режимах. Если режимов получается слишком много, то можно воспользоваться моделированием выхода годных (Yield Analysis).

6. Составление библиотеки элементной базы.

Здесь писать по минимуму, не более чем на одну-две страницы с фразами вида «Были составлены условные графические обозначения и посадочные места компонентов, используемых в проекте» и пара самых сложных компонентов.

7. Составление электрической схемы.

7.1. Описывается составление электрической схемы вместе со скриншотами спроектированной схемы. Сопровождается это фразами вида *«С использованием результатов моделирования и с учетом рекомендаций производителей элементной базы составлен эскиз электрической принципиальной схемы»*.

7.2. Здесь также можно описать расчет цепей стабилизаторов (например, расчет отношения резисторов).

7.3. Для читаемости, схему можно разбить на блоки. Если схема была разбита на листы не более чем формата горизонтального А3, то можно размещать одну страницу схемы, уменьшенную до размера А4, на одной странице отчета. Если схема на больших форматах, то разбивать на логически объединённые части.

7.4. Если цвет схемы белый на черном, то инвертировать, так, чтобы было черное на белом.

7.5.* Для идущих на оценку «Отлично» в этой части отчета описывается применение микропроцессора. Необходимо описать обвязку, преобразователи уровней и буферы, тактирование и питание, разъем и стандарт для программирования микропроцессора и внешний интерфейс.

8. Проектирование топологии.

8.1. Описывается проектирование топологии печатной платы. Сопровождается это фразами вида *«На основании электрической схемы с использованием полученных ранее моделей полосковых устройств, с учетом рекомендаций производителей элементной базы и правил проектирования ВЧ-плат спроектирована топология устройства»*.

8.2. Если были какие-либо сложности или особенности, то про них надо написать.

8.3. Надо привести геометрические размеры полученной платы.

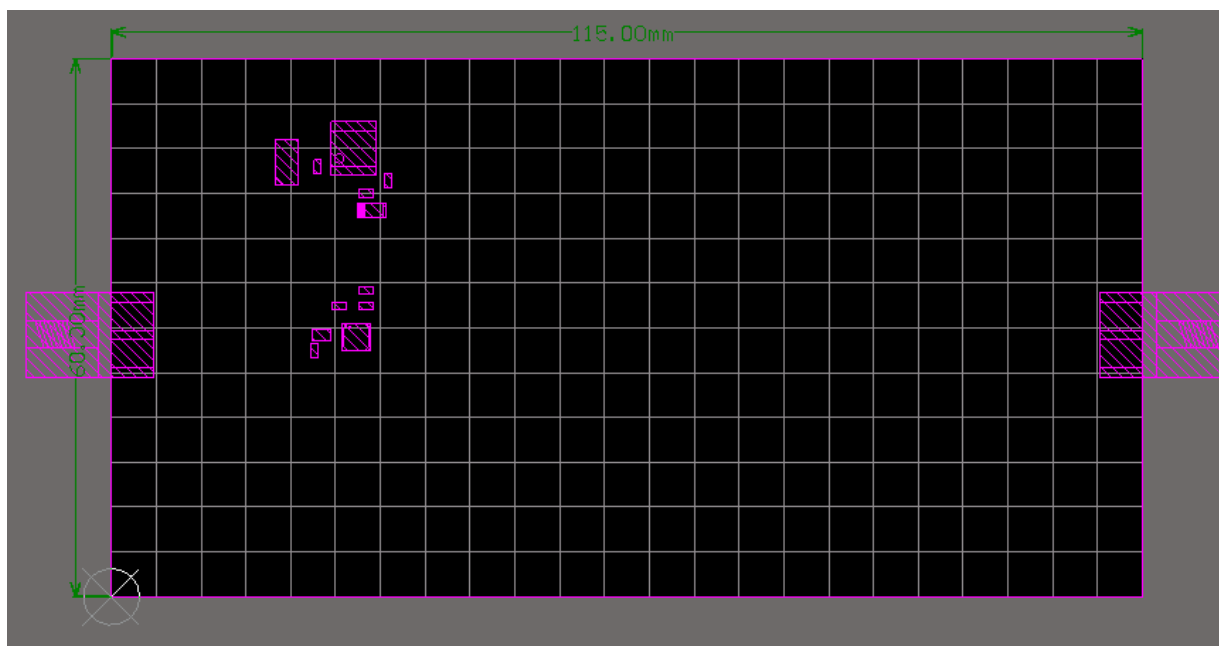
8.4. Если выходит 4-х или более -слойная плата, то про это надо написать в этом разделе, написать зачем, и расшифровать выбранный стек (типы и толщины диэлектриков, и типы отверстий).

8.5. Также в этот раздел вносится перечень элементов. В Altium Designer формировать его можно на основании отчета Reports\Bill of Materials или с использованием макросов.

8.6. В качестве рисунков в отчет должны быть вставлены:

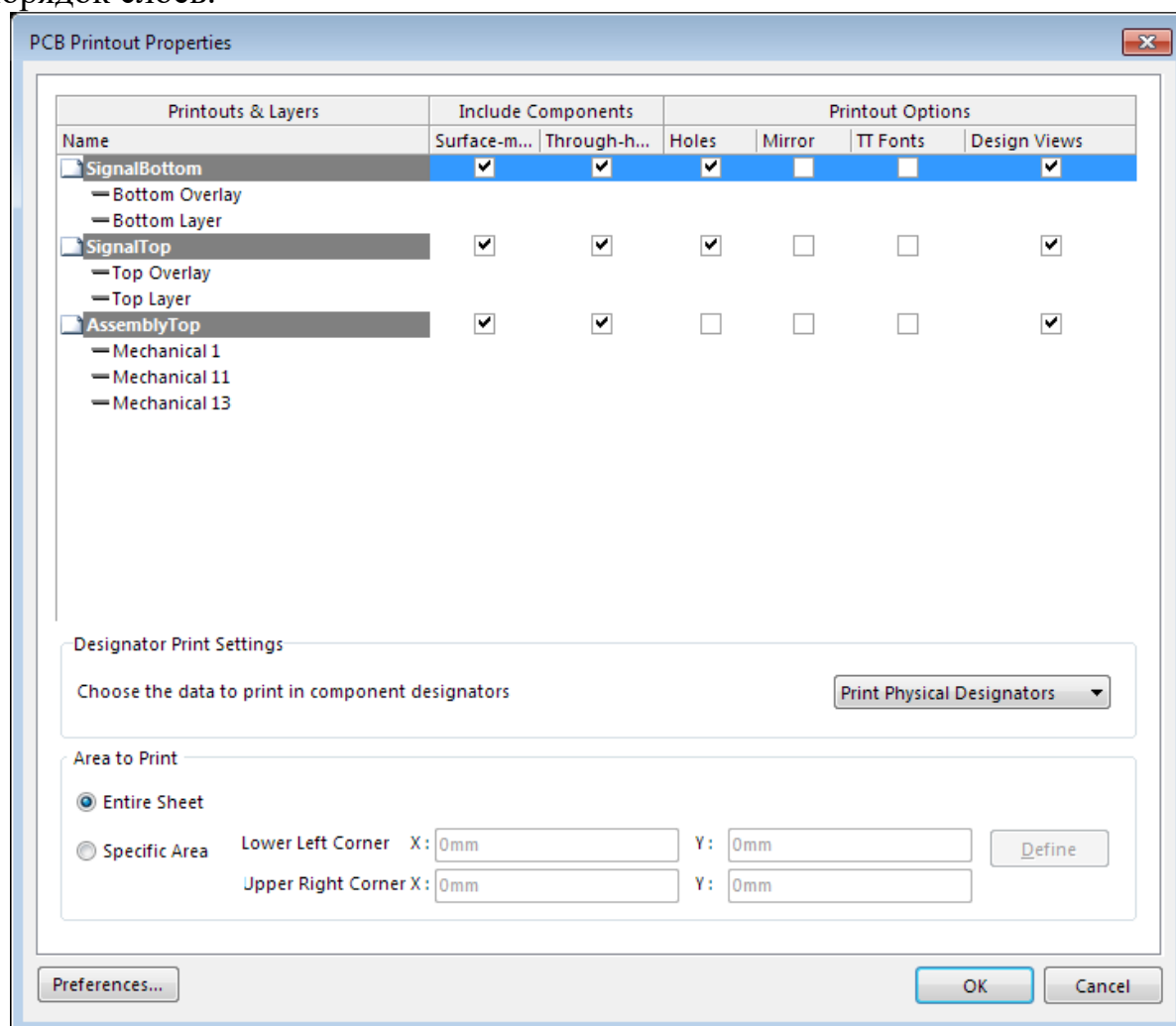
8.6.1. Сборочный чертеж. Сборочные чертежи печатаются отдельно для верхнего и нижнего слоя, причем нижний слой должен быть отзеркален (т.е. как будто на плату смотрят снизу, а не насквозь сверху, как при разводке). В Altium Designer в нашей рабочей схеме слоев нужны Mechanical 13 для верхнего слоя, Mechanical 14 для нижнего слоя. Если в базе компонентов вносились позиционные обозначения через .designator, то включить и этот слой. Если контур платы создавался в слое Mechanical 1, то включить и его. Также необходимо нанести габариты платы в слое Mechanical 11.

Пример для нашей платы с верхним слоем.

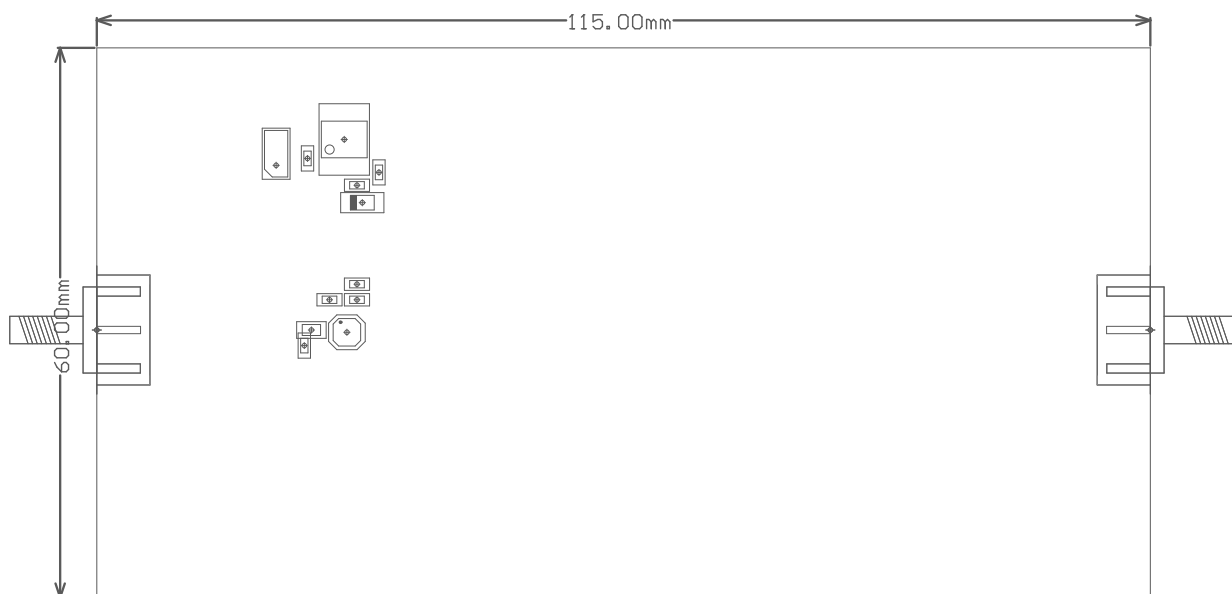


Или через настройки File\Page Setup по кнопке Advanced можно создать несколько схем печати.

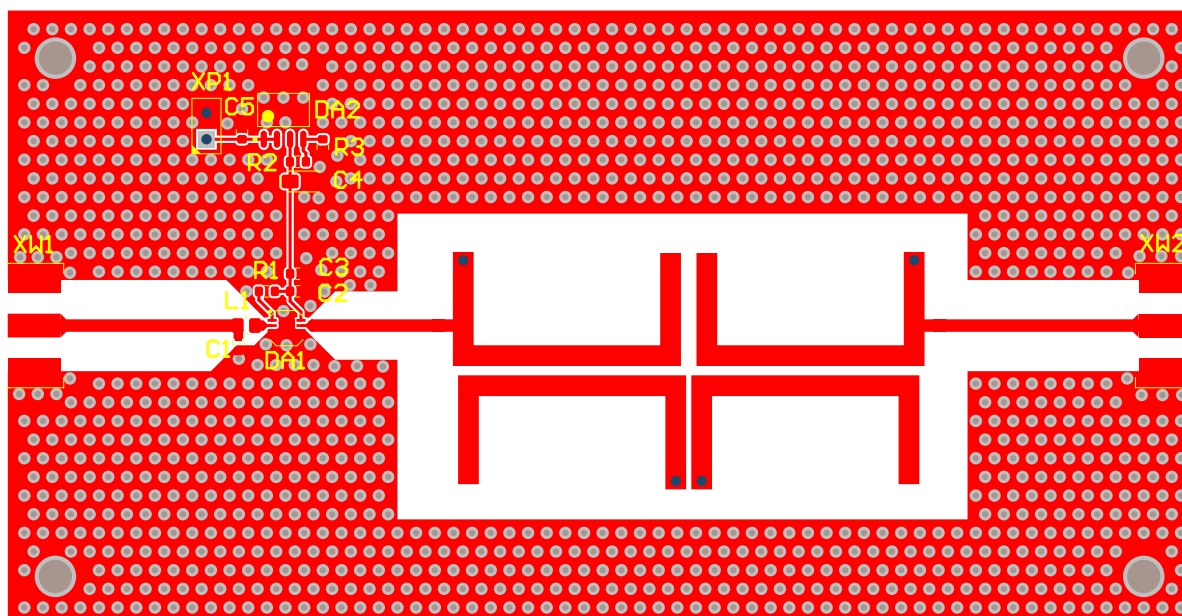
По ПКМ\Insert Pinout создается схема печати. По ПКМ\Insert Layer в схему печати добавляются слои. По ПКМ\Move Up и Move Down определяется порядок слоев.

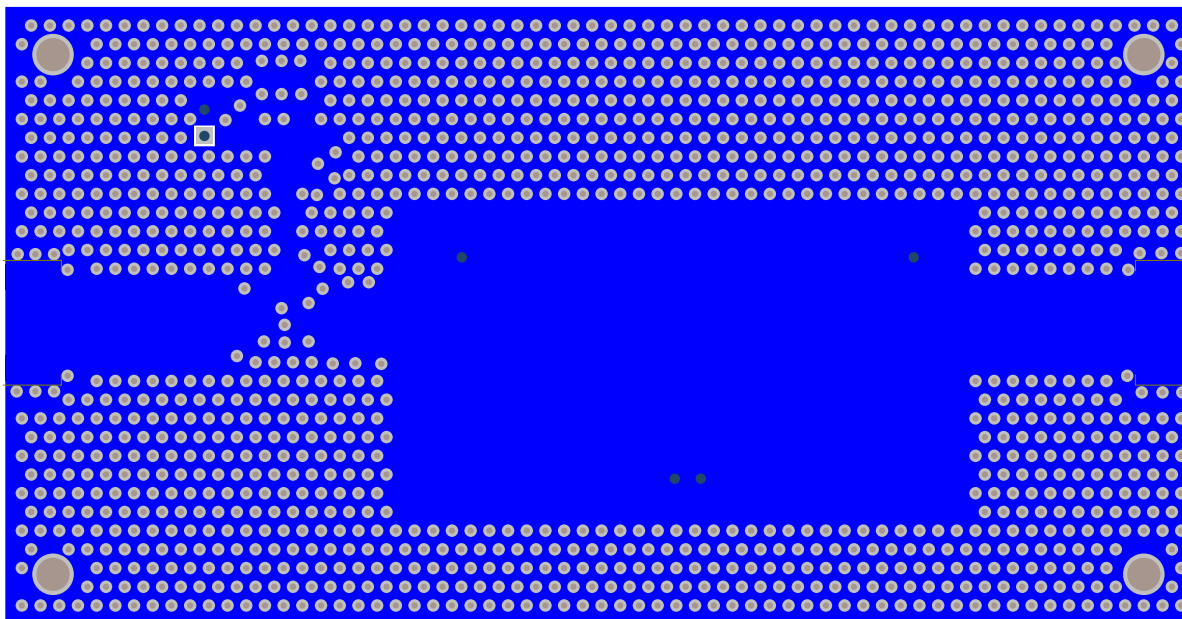


Превью печати происходит по команде File\Print Preview. Из открывшегося окна можно по CTRL+C скопировать рисунки в отчет.



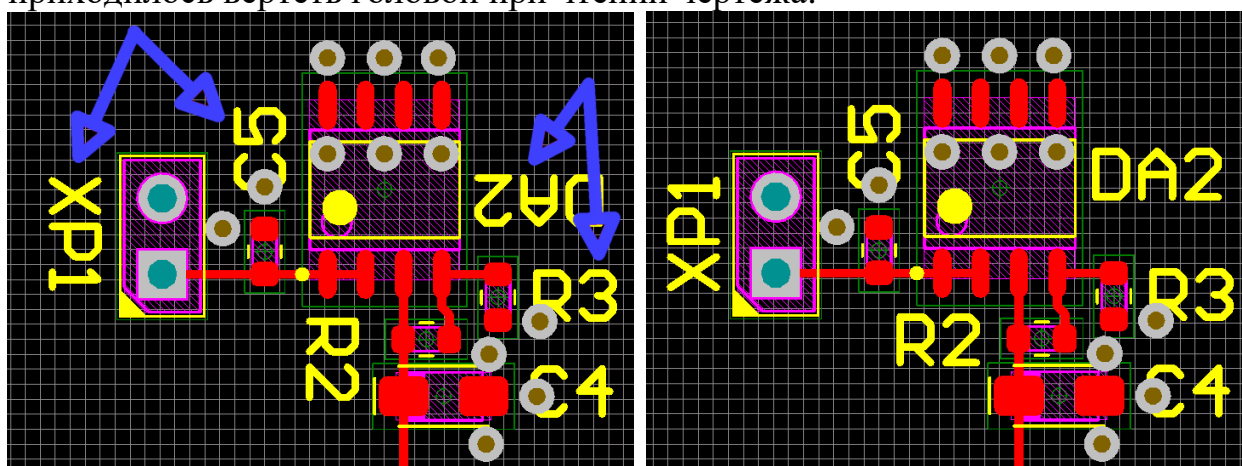
8.6.2. Слои металлизации – верхний и нижний с шелкографией своего слоя, внутренние без нее.



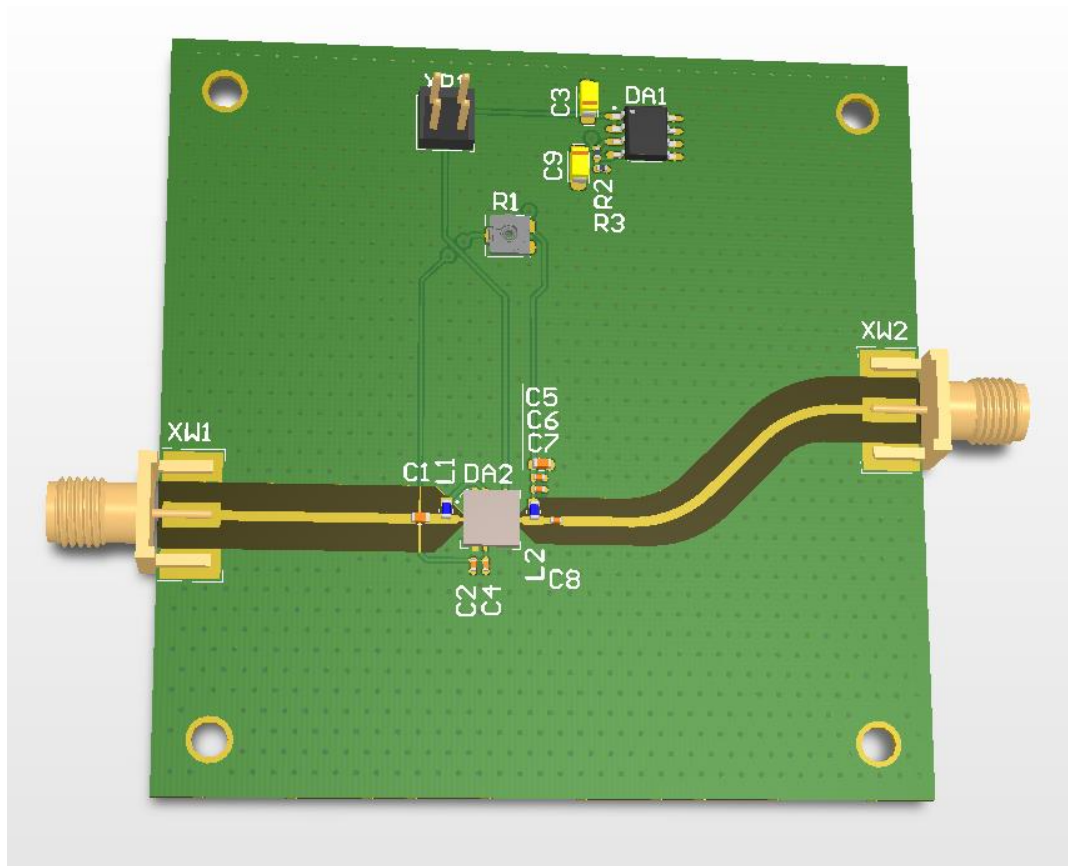


8.7. Также может получиться, что позиционные обозначения накладываются друг на друга и получается нечитаемая каша. Позиционные обозначения можно поперевдвигать, так чтобы получилась понятная схема. Если нет места для расположения какого-то позиционного обозначения, то можно нарисовать дополнительно выноску линией в слое Overlay. Помните, что нельзя располагать шелкографию над теми местами, где надо паять (т.е. над падами компонентов, можно контролировать с помощью слоев Top Paste и Bottom Paste) и над ВЧ-дорожками. Также технологии некоторых заводов не позволяют шелкографии накладываться на границу выреза в слое паяльной маски. Вообще, лучшее место для расположения шелкографии это поверх паяльной маски.

Ориентация у позиционных обозначений должна одинаковая, чтобы не приходилось вертеть головой при чтении чертежа.

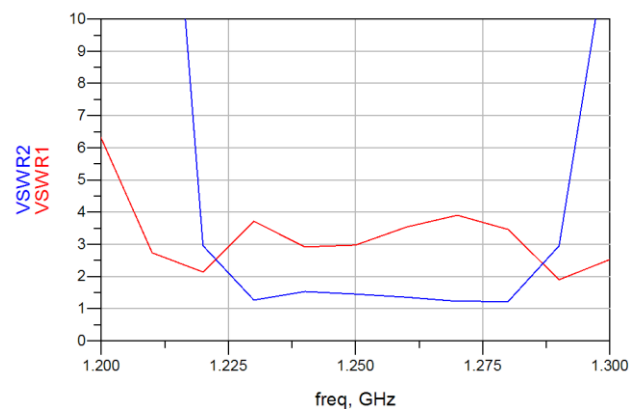
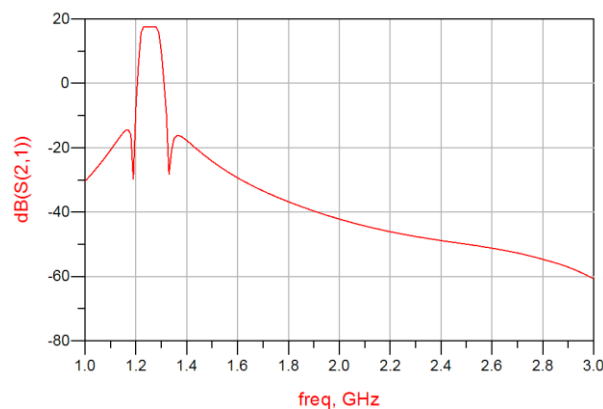


8.8. Для красоты можно воспользоваться возможностями Altium Designer и добавить в отчет трехмерный вид платы. Для этого перейти в режим 3D (по клавише 3) и выбрать удачный вид (вращение по Shift+ПКМ).



9.* ЕМ-анализ.

Для идущих на оценку «Отлично», описывается, как провели ЕМ-анализ, и показываются его результаты, сравниваются с результатами моделирования в пункте 5. Как это сделать описано в методичке «Работа с ВЧ-объектами в Altium Designer» в разделе «Обратный перенос в ADS для моделирования».



С большой вероятностью результаты ЕМ-анализа убегают от заданных. В отчет нужно внести объяснение этого как «*Результаты совмещенного ЕМ-моделирования разведенной топологии и ВЧ-моделей компонентов показывают рассогласованность разведенной схемы по входу, потребуется дополнительная настройка и регулировка*».

Типовой состав презентации

Презентация и доклад формируются на основании отчета, в них должны быть отображены основные этапы выполненной работы. **Типовой состав презентации следующий:**

- Название работы, кто выполнил, руководитель (1 слайд).
- Техническое задание (1 слайд).
- Структурная схема (1 слайд).
- Выбор ВЧ-элементной базы (1-2, максимум 3 слайда).
- Выбор дополнительной элементной базы (не более 2 слайдов, не забыть про ВЧ-подложку).
- Моделирование (здесь сколько слайдов получится, должно быть подробно).
- Эскиз принципиальной электрической схемы (сначала ВЧ-тракт, потом все остальное, 1-3 слайда).
- Топология (обязательно верхнего слоя и всех других сигнальных слоев, залитые только землей внутренние слои можно не выносить).
- Сборочный чертеж (сюда также можно добавить 3D-вид).
- Спецификация (1 слайд).
- ЕМ-анализ топологии (1 слайд).
- Спасибо за внимание (1 слайд).

Важные моменты:

- Должны быть номера слайдов.
- При докладе по слайду с ТЗ озвучиваются только основные требования.
- Время планировать в среднем 0,5-1 минуты на слайд, суммарно 5 минут на весь доклад. Учтите, что обычно чтение текста вслух с бумаги идет в два раза быстрее, чем устный рассказ по памяти.
- Не должно быть во время доклада ситуаций «вот он слайд...» и стоим-молчим. Речь должна непрерывно идти, объясняющая, что представлено, откуда оно получилось и к чему ведет и т.д.
- Доклад должен быть устный, без чтения по бумажке.
- Расчет по Кш или P1dB (если не выполнялось их моделирование) вынести на слайд про структурный расчет.
- На всех графиках результатов моделирования должны быть понятны полученные значения, т.е. надо ставить маркеры. Обычно нужно три маркера – на центральной частоте и два по границе рабочего диапазона. Для фильтров нужны маркеры и для полосы запираания.
- Картинки для слайдов подбирать такие, чтобы было читаемо. Избегать много черного фона, с проектора плохо видно.
- Для успешной защиты курсового проекта надо серьезно готовиться заранее, писать доклад к презентации и тренировать его перед зеркалом.

Разработчик:

Ст. преподаватель Института МПСУ Приходько Д.В.