

Контроль волнового сопротивления: как сэкономить время и средства

МИХАИЛ КОВАЙКИН, технический директор АВИБ Групп, m.kovaykin@aviv-group.ru

На сегодняшний день повсеместное распространение получили печатные платы, имеющие в своей конструкции соединения с контролируемым волновым сопротивлением.

Сферы применения этих плат весьма разнообразны: космическое приборостроение, авиастроение, телевидение, системы обработки видеoinформации, автомобилестроение, системы сотовой связи, передовое медицинское оборудование, системы обработки данных и многое другое.

НАЧЕМ С ОПИСАНИЯ СЛЕДУЮЩЕЙ МАЛОПРИЯТНОЙ СИТУАЦИИ.

Компания заказала изготовление высокотехнологичной печатной платы у поставщика (далее – производителя). Спустя три-четыре недели изготовленную плату смонтировали, но результат оказался неожиданным: она не работала! Месяц потерян, деньги потрачены, проект замер, как баркас на якорю, конечное изделие продать невозможно.

Кто виноват, почему модуль не работает и как в дальнейшем избежать подобных ситуаций?

КТО ВИНОВАТ?

В приведенном примере виноваты все: и разработчик, и менеджер по закупкам, и производитель.

Разработчик виноват в том, что в конструкторской документации не указал наличие высокочастотных согласованных соединений в проекте. Да, свою работу он выполнил, рассчитав волновое сопротивление с помощью доступных ему средств. Да, он спроектировал плату и изготовил конструкторскую документацию, включая спецификацию с используемыми материалами. Но, к сожалению, после всего

сделанного он поставил жирную точку на проекте и возвел неприступную стену, отгородив себя от дальнейшего процесса производства. Как будут изготавливать плату? Кто будет ее делать? Эти вопросы, увы, его мало интересовали. О внесении каких-либо изменений в проект или структуру платы по рекомендации производителя уже и речи быть не могло – **ведь разработчик ВСЕ РАСЧИТАЛ** и теперь занят другим проектом. Повторимся: основная вина разработчика в том, он не упомянул в КД о наличии согласованных линий связи.

Менеджер по закупкам в свою очередь виноват в том, что выбрал неблагонадежного (непроверенного) производителя, который выставил самую низкую цену в ущерб качеству, используемым материалам и элементарной технической поддержке.

Вина производителя заключается в том, что получив проект, он попросту не удосужился вникнуть в его суть. Не обратил внимания, что проект содержит множество высокочастотных модулей памяти, процессоры последнего поколения, большое количество дифференциальных пар в топологии.

Соединений, которые для работоспособности изделия должны иметь определенное волновое сопротивление. А тут, вдобавок ко всему, на складе отсутствует нужный материал, заложенный в КД разработчиком. Плату изготовили из другого материала, с небольшим изменением межслойных расстояний. Значение диэлектрической проницаемости тоже изменилось.

ПОЧЕМУ МОДУЛЬ НЕ РАБОТАЕТ?

Остановимся только на некоторых факторах, которые могли привести к неработоспособности платы:

- Материалы марки FR4 разных фирм – производителей фольгированных ламинатов имеют существенный разброс по значениям своих характеристик. Но это еще не все. Даже у одного и того же изготовителя стеклотекстолита разные партии могут иметь различные друг от друга значения диэлектрической проницаемости. Хороший производитель материала выполняет все необходимые замеры, указывает их в сертификате и на производственной упаковке материала. Опираясь именно на эти значения, завод, выпускающий печатные платы, делает собственный окончательный расчет волнового сопротивления с последующей корректировкой топологии или структуры платы (по согласованию с заказчиком). В примере, приведенном в статье, эту услугу, к сожалению, не заказали.

- Опытный разработчик знает о том, что волновое сопротивление зависит от многих факторов. Один из немаловажных – расстояние до опорного слоя. Как вы думаете, будут ли верны расчеты волнового сопротивления разработчика, если он закладывает в конструкцию

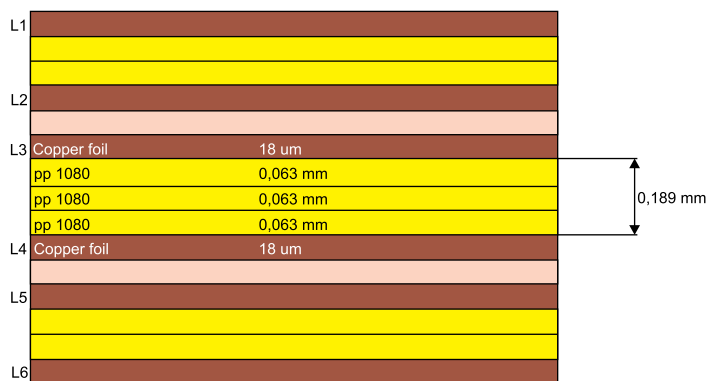


Рис. 1. Пример конструкции платы

платы три препрега 1080 толщиной 0,063 мм между слоями L3-L4 и считает, что расстояние до опорного слоя в готовой плате составит 0,189 мм? (см. рис. 1)

Конечно же, нет, ведь когда конструкцию нагреют и станут прессовать, препрег начнет затекать в те места, где до этого в слоях L3 и L4 стравили медную фольгу. Расстояние окажется меньше, чем 0,189 мм, и зависеть оно будет от толщины медной фольги и коэффициента заполнения медным рисунком L3&L4. Современные программы подготовки к производству, имеющиеся у ответственных компаний-изготовителей, без проблем высчитывают этот коэффициент. Производитель, опираясь на данные топологии, скорректирует структуру платы (по согласованию с заказчиком). Но сделает он это только в том случае, если заказана услуга «контроль волнового сопротивления».

– Различные виды защитных паяльных масок также имеют собственные значения диэлектрической проницаемости, влияющие на волновое сопротивление. И то, что производство будет использовать тип маски, заложенный в конструкторской документации именно разработчиком, – маловероятно. Завод не станет закупать новый тип маски под конкретного заказчика и «обкатывать» техпроцесс ее нанесения. Это долго, дорого и влечет за собой большие трудозатраты. В нашем печальном примере мы можем только догадываться, какую диэлектрическую проницаемость маски разработчик применял в своих теоретических расчетах.

КАК ИЗБЕЖАТЬ ПОДОБНЫХ СИТУАЦИЙ?

Совет разработчикам: всем без исключения и вне зависимости от опыта работы настоятельно рекомендуем указывать в конструкторской документации (или сопроводительной записке) информацию о наличии соединений с заданным волновым сопротивлением. Прежде чем приступить к проектированию платы, лучше обратиться к производителю за технической консультацией по структуре платы.

Менеджерам рекомендуем работать только с хорошими, проверенными производителями и не экономить на качестве. Поскольку эта экономия довольно часто приводит к весьма плачевным результатам.

Ну а производителям мы не имеем права давать какие-либо советы – пусть каждый работает по совести.

Несколько слов о компании АВИБ ГРУПП. Заказав услугу «контроль волнового сопротивления» в компании, клиент

может быть на 100% уверен в том, что получит печатные платы, полностью соответствующие заданным значениям волнового сопротивления.

Прежде чем начать изготавливать печатные платы, специалисты АВИБ

ГРУПП обязательно согласовывают финальную структуру с заказчиком. Пример такой структуры показан на рисунке 2.

Вместе со структурой платы заказчику будет обязательно предоставлен

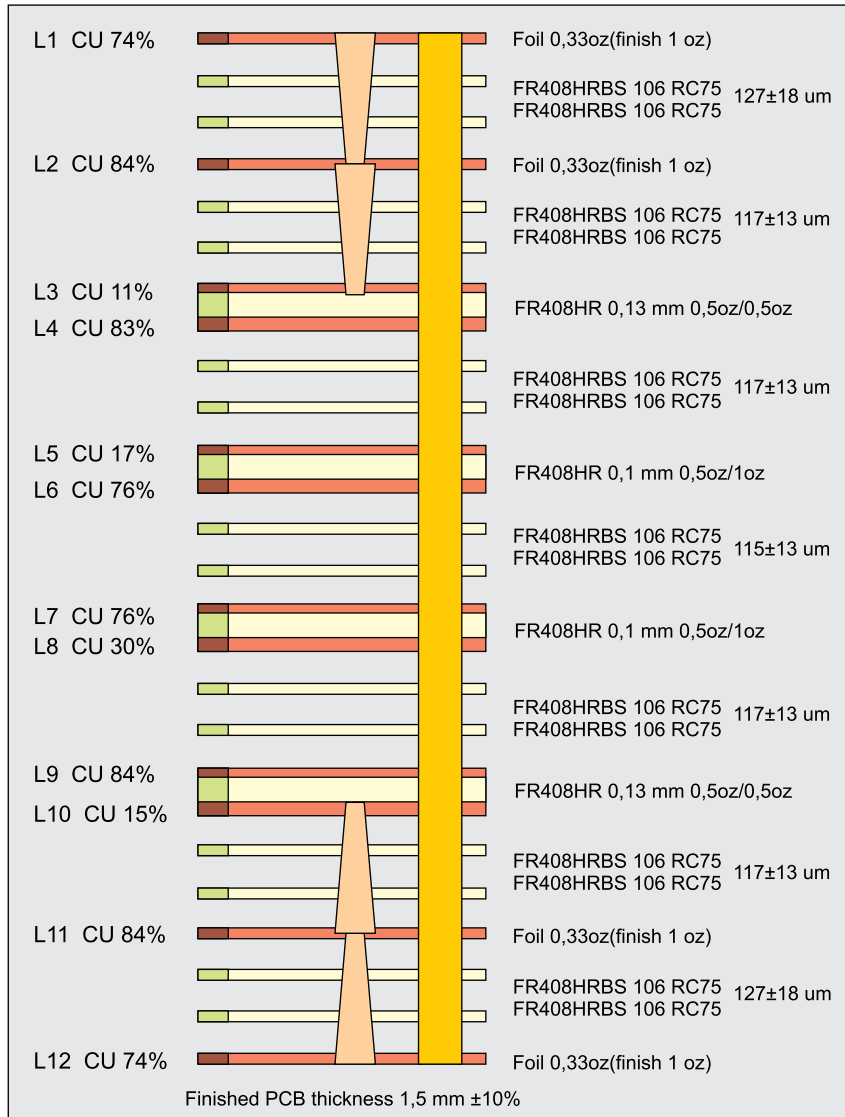


Рис. 2. Пример структуры печатной платы

Differential impedance calculation						
Layer №	Impedance model	Reference Layer	Original Line width/Line space (mm)	Adjusted Line width/Line space (mm)	Adjusted Impedance (ohm)	Original Impedance (ohm)
L10	Edge-coupled Symmetrical Stripline	L11/L9	0,135/0,140	0,144/0,146	85,01	85,0±10%
L10	Edge-coupled Symmetrical Stripline	L11/L9	0,100/0,140	0,103/0,147	100,00	100,0±10%
L3	Edge-coupled Symmetrical Stripline	L2/L4	0,100/0,140	0,102/0,148	99,99	100,0±10%
L3	Edge-coupled Symmetrical Stripline	L2/L4	0,135/0,140	0,144/0,146	85,01	85,0±10%
L5	Edge-coupled Symmetrical Stripline	L4/L6	0,100/0,140	0,095/0,155	100,00	100,0±10%
L8	Edge-coupled Symmetrical Stripline	L9/L7	0,100/0,140	0,096/0,154	100,01	100,0±10%

Рис. 3. Пример расчета волнового сопротивления

О КОМПАНИИ

Компания АВИВ-ГРУПП работает на рынке почти десять лет. Все заводы — производители печатных плат, с которыми сотрудничает компания, были тщательно выбраны после многократных посещений и проверок. АВИВ-ГРУПП несет полную ответственность за качество поставляемой продукции, в частности, регулярно проводятся мероприятия по улучшению качества изделий, выпускаемых заводами-партнерами. Технический персонал компании всегда с радостью ответит на возникшие вопросы, внимательно отнесется к проблемам, имеющимся у заказчика, и окажет помощь по расчету волнового сопротивления на стадии разработки изделия, позволив сэкономить деньги и время.

pcb@aviv-group.ru
<http://www.aviv-group.ru/>
+7 (495) 666-44-78
+7 (985) 967-88-11

финальный расчет волнового сопротивления. Пример такого расчета представлен в рисунке 3. Красным цветом выделены толщины проводни-

ков и расстояния между ними в дифпаре, рассчитанные разработчиком. Синим цветом выделены те изменения, которые завод-изготовитель

внесет перед процессом производства, чтобы обеспечить необходимый импеданс. Видно, что эти значения отличаются друг от друга, следовательно, расчет волнового сопротивления был выполнен разработчиком не совсем корректно, но, к счастью, ситуация поправима, поскольку была заказана услуга «контроль волнового сопротивления».

Вместе с изготовленной печатной платой заказчик получает отчет о прохождении контроля волнового сопротивления, отражающий все измеренные на специальном оборудовании значения импеданса на готовых платах. 