

Инженерное обеспечение в области компонентов при разработке электронных изделий

Лев ШАПИРО
info@all4bom.com

При проектировании и производстве изделий электроники возникает широкий круг технических вопросов по поводу используемых электронных компонентов. Техническая поддержка в области компонентов, хорошо известная на Западе как Component Engineering, является неотъемлемой частью процесса разработки и изготовления любого электронного изделия и включает ряд важнейших услуг:

- помощь разработчикам изделий в правильном и обоснованном выборе компонентов, начиная с ранней стадии создания изделия;
- проверка статуса компонентов и их спецификаций (datasheets);
- содействие в поиске эквивалентных компонентов от других изготовителей;
- проверка используемых компонентов на их соответствие требованиям международных стандартов;
- проверка правильности применения компонентов на соответствие требованиям современной технологии;
- создание и техническое поддержание базы данных (каталога) предприятия по всем используемым компонентам с обеспечением их необходимой технической документацией;
- обеспечение оперативной информацией о прекращении производства тех или иных компонентов и решение связанных с этим проблем по поиску замены;
- помощь в снижении стоимости изделия посредством поиска эквивалентных компонентов альтернативных изготовителей;
- профессиональные консультации и помощь различным подразделениям предприятия (проектным и инженерным отделам, отделам закупок, входного контроля и надежности, производству и т. д.) в решении любых проблем, связанных с электронными компонентами;
- участие в разработке технической политики предприятия в области применения новейших компонентов и технологий.

Ни одна более или менее серьезная фирма на Западе не представляет возможной разработку электронных изделий без непосредственного участия в ней инженеров по компонентам, причем в крупных фирмах и кон-

цернах число таких специалистов достигает десятков и даже сотен человек.

Инженер по компонентам (Component Engineer) в западных электронных фирмах является весьма востребованным специалистом и зачастую очень дефицитным, поскольку их не готовит ни один университет или иное учебное заведение. Ими становятся профессиональные инженеры, накопившие многолетний опыт практической работы с электронными компонентами. Объем знаний и информации, которыми должен обладать инженер по компонентам, чрезвычайно велик и далеко выходит за рамки общих теоретических знаний в области электроники. Инженер по компонентам должен быть хорошо знаком с продукцией большинства ведущих мировых изготовителей электронных компонентов всех типов, легко ориентироваться в их каталогах и технических спецификациях, а также владеть дополнительной информацией, помогающей принять оптимальное решение при выборе того или иного компонента с учетом области применения разрабатываемого изделия, действующих стандартов и передовой технологии.

В повседневной работе инженер по компонентам должен быть задействован на всех стадиях разработки и изготовления изделия для оказания помощи не только техническому персоналу, занимающемуся непосредственно проектированием, но и подразделениям по обеспечению качества, логистики, закупки компонентов и т. д. Особое внимание должно быть уделено своевременному и тщательному анализу перечня компонентов — BOM (Bill Of Materials). Обязательным условием эффективного анализа является то, что он должен осуществляться перед разводкой печатных плат, что позволяет провести своевременную корректировку с устранением допущенных ранее ошибок и возможного ущерба, а также осуществить оптимизацию, суть которой подробно изложена ниже.

Проверка и анализ BOM включают следующие работы:

- Проверка всех «партиномеров» изготовителей компонентов в перечне на предмет их правильности и комплектности (полноты).

- Проверка активного статуса всех компонентов и их спецификаций (Data Sheets), что чрезвычайно важно на заключительной стадии дизайна, так как за время проектирования изделия могли произойти существенные изменения в документации изготовителей компонентов, включая изменения в окончательной версии Data Sheet и его действующего статуса. При этом необходимо помнить, что опасность для поставляемого к производству изделия могут представлять как статусы, предшествующие массовому изготовлению компонента (Advance Information и Preliminary), так и статусы, определяющие конечные стадии его жизненного цикла (NRND — Not Recommended for New Designs, и Obsolete — прекращение производства). Выявление статусов NRND и Obsolete требует дополнительных усилий, поскольку о статусе NRND компонента его изготовитель зачастую «сообщает» пассивным способом, исключая Data Sheet из сайта. Что же касается статуса Obsolete, своевременные извещения (PCN — Product Change Notification) о прекращении производства изготовителя направляют лишь известным им заказчикам, использующим данный компонент, а это возможно только, если заказчик приобретал компонент у самого изготовителя или у его полномочных дистрибьюторов.

Своевременное выявление этих статусов поможет избежать и дополнительных рисков приобретения контрафактных компонентов, так как наличие в перечне компонента, чье производство прекращено, приводит к необходимости искать его на свободном рынке.

- Поиск аналогов для максимально возможного числа различных компонентов в перечне. Такими аналогами должны являться полностью эквивалентные заменители (Substitute Parts) других изготовителей, не требующие никаких изменений в изделии и его печатных платах.
- Оптимизация перечня компонентов (BOM Optimization) является завершающей стадией его проверки и требует помощи специалистов с высокой инженерной квалификацией, включающей:
 - знания и опыт разработки электронных изделий;

- обладание всесторонней информацией (технической и коммерческой) о различных типах электронных компонентов;
- детальное знание процессов производства и новейших технологий.

Для многих предприятий оптимизация BOM изделия становится в некотором смысле «роскошью» из-за отсутствия специалистов, способных выполнить данную проверку и представить квалифицированные и эффективные рекомендации, приводящие, как правило, к существенному снижению стоимости изделия, повышению эффективности процесса производства и к сокращению сроков поставки нужных компонентов.

Приведем несколько типовых примеров из реальных перечней компонентов, переданных фирме All4bom для проверки и рекомендаций по оптимизации:

1. Транзистор MOSFET STL8NH3LL — N-канальный, $V_{ds} = 30$ В, 8 А. Производство компонента фирмы STMicroelectronics в «экзотическом» 8-выводном корпусе Chip Scale Package было прекращено в марте 2010 года, с рекомендацией замены на STL9N3LLH5 в том же корпусе. Но и выпуск данного компонента завершен в 2012 году, видимо, из-за малого спроса. Непонятно, с какой целью разработчик выбрал этот корпус, не имеющий аналогов у других изготовителей, так как при выборе стандартного корпуса SO-8 можно было бы использовать STS10N3LH5 того же STMicroelectronics и сравнительно легко найти дополнительно несколько заменителей от других ведущих фирм — FDS8878 Fairchild Semiconductor; IRF8707PbF International Rectifier; Si4134DY-T1-E3 Vishay Siliconix и NTMS4816NR2G ON Semiconductor. Излишне напоминать, что при таком разумном подходе к выбору компонента разработчик одновременно решил бы проблему возможных задержек в поставке и помог бы отделу закупок добиться существенного снижения стоимости данного транзистора.
2. Регулятор напряжения TPS799XX фирмы Texas Instruments. Компонент выпускается в трех типах корпусов: стандартном корпусе SOT23-5, а также в сравнительно редких WCSP (Wafer Chip Scale Package) и SON-6 (Small Outline No-Lead). В данном случае разработчик выбрал SON-6, пренебрегая рекомендацией рассматривать возможности альтернативных изготовителей при выборе корпуса компонента, что позволит при возникновении экстренной ситуации в будущем найти приемлемую замену без изменений в печатной плате.
3. Конденсаторы:
 - танталовый — 10 мкФ, 10 В, 10%, корпус А (1206) — 4 шт.;
 - танталовый — 10 мкФ, 16 В, 10%, корпус А (1206) — 2 шт.;
 - керамический — 10 мкФ, 10 В, 10%, X5R 0805 — 1 шт.

Три указанных типа конденсаторов имеются в одном и том же перечне компонентов изделия. На естественный вопрос к разработчику, зачем он использует два типа танталовых конденсаторов (на 10 и 16 В), а не один 16-В конденсатор, был дан ответ, что необходимо добиться экономии, так как по логике 16-В конденсатор должен стоить дороже. На самом же деле цена любого стандартного компонента тем ниже, чем он более популярен, производится и продается в больших объемах. В случае с танталовым 16-В конденсатором его цена близка к цене 10-В конденсатора, а зачастую и ниже. Это объясняется тем, что он, имея тот же размер, является более востребованным, и поставщики именно его включают в свои складские запасы, предлагая одновременно заказчикам, использующим как 16-В, так и 10-В конденсаторы.

В результате объединения двух типов общее требуемое количество увеличивается и соответственно снижается их стоимость, но на этом экономия для заказчика не заканчивается. К сожалению, при подготовке перечня многие разработчики забывают, что следует помнить об оптимизации стоимости работ по изготовлению изделия, а не только о цене самих компонентов. В нашем случае при использовании одного конденсатора вместо двух потребуется лишь один фидер (feeder) для автоматической установки компонентов на плате и процесса их пайки, а также сократится общее время сборки, что дополнительно приведет к снижению стоимости контрактного производства изделия.

В данном примере можно продолжить оптимизацию BOM. Керамические конденсаторы с диэлектриком X5R — привлекательная альтернатива танталовым конденсаторам, поскольку обладают многими преимуществами: отсутствие полярности, более широкий частотный диапазон, более низкие импеданс, ток утечки и паразитные параметры сопротивления и индуктивности.

Существенным преимуществом является и меньший размер керамического конденсатора, а также отсутствие необходимости выбирать более высокое номинальное напряжение конденсатора относительно требуемого рабочего напряжения схемы. С учетом этого керамический конденсатор 10 В вполне успешно заменит танталовый 16-В конденсатор, а в оптимизированном перечне компонентов может быть применен только керамический конденсатор с одним фидером для сборки и общим количеством требуемых конденсаторов емкостью 10 мкФ (7 шт.).

В итоге предпринятая оптимизация не только приводит к снижению стоимости изделия, но и способствует облегчению процесса закупок (один тип компонента вместо трех), упрощению входного контроля и комплектации (кит) перечня, повышению эффективности производства, а также позволит добиться существенной миниатюризации печатной платы при использовании керами-

ческих конденсаторов с меньшими физическими размерами.

Можно привести еще несколько примеров оптимизации перечня, основанных на широко распространенных заблуждениях и ошибках при использовании пассивных компонентов.

Так, нередко случаи включения в BOM резисторов с одинаковым значением сопротивления, но различных размеров и с разной точностью (5 и 1%). Целесообразность такого многообразия требует тщательной проверки, и сокращение типов компонентов в перечне во многих случаях является оправданным, так как в конечном итоге приводит к упрощению логистики, повышению эффективности производства и снижению стоимости изделия.

Нелишне упомянуть и типичные ошибки разработчиков, возникающие при выборе размеров чипов керамических конденсаторов MLCC (Multilayer Chip Capacitors). Если для резисторов необходимость в большем размере чипа иногда (но далеко не всегда) оправдана требованиями более высокой мощности, то применение конденсатора в размере 1210 или 1206 при существовании значительно меньших размеров (0603 или 0402) с теми же параметрами является грубой ошибкой с нежелательными последствиями.

Следует помнить, что стоимость конденсатора MLCC зависит от размера, и чем он меньше, тем меньше керамического материала используется в конденсаторе и, соответственно, ниже его цена. Кроме того, меньший размер является более востребованным в связи с тенденцией к миниатюризации изделий, а следовательно, и выпускается промышленностью в значительно больших количествах, что также снижает его цену. Например, конденсатор 100 пФ, 50 В, 5% с диэлектриком C0G/NP0 в размере 0402 на 30–40% дешевле по сравнению с аналогичным конденсатором в размере 1206 или 1210.

Приведенные примеры наглядно показывают, что оптимальный выбор любого электронного компонента определяется не только его функциональными возможностями, но и дополнительными факторами: спецификой конкретного компонента, стандартными параметрами и корпусом, наличием данного компонента у нескольких ведущих изготовителей, его стоимостью и доступностью с приемлемыми сроками поставки.

Накопленный опыт компании All4bom (www.all4bom.com) в проверке и оптимизации перечней компонентов для изделий различной сложности свидетельствует о том, что своевременная проверка перечня и его квалифицированная оптимизация, наряду с указанными выше дополнительными преимуществами по упрощению закупок, логистики, входного контроля и процесса производства, приводят к существенному снижению стоимости изделий в пределах 15–25%. ■