

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПЛАТ В САПР TORO R

С ростом быстродействия и тактовых частот современных электронных устройств для передачи высокочастотных сигналов все чаще используются дифференциальные пары проводников. Соответственно, возникает задача поддержка трассировки дифференциальных пар в средах систем автоматизированного проектирования (САПР) печатных плат. Более того, высокие рабочие частоты делают актуальной и еще недавно экзотической для цифровой электроники проблему согласования временных задержек сигналов, распространяющихся по разным цепям. Все эти задачи решаются в оригинальной отечественной САПР ТороR, об основных особенностях которой уже рассказывалось на страницах журнала [1]. Новая статья знакомит с особенностями трассировки дифференциальных пар и с методами временного согласования цепей – как одиночных, так и дифференциальных.

Для проектирования высокоскоростных печатных плат современные САПР содержат средства контроля задержек и импедансов сигналов, а также интерактивные и автоматические средства, позволяющие обеспечить равенство задержек на сигналах шины. Такие средства теперь включены и в новую версию САПР ТороR [1, 2].

А.Лысенко, О.Полубасов, к.т.н.

Управление волновым сопротивлением как одиночного, так и дифференциального сигнала производится с помощью задания правил "Волновое сопротивление". Эти правила используются для описания дифференциальных пар сигналов, а также для создания апертур в Gerber-файлах. Для дифференциальной пары задаются импеданс, ширина проводников и зазор между ними на каждом из допустимых сигнальных слоев.

Поскольку в отечественной литературе нет устоявшейся терминологии в сфере трассировки дифференциальных пар, введем несколько наглядных обозначений, используемых в САПР ТороR. Дифференциальную пару сигналов представим в виде застежки-молнии с двумя замками. Между замками – участок "застегнутых" проводников, за замками – "расстегнутых". Застегнутые проводники – это параллельно идущие проводники в дифференциальной паре. Расстегнутые проводники – это участки на концах дифференциальной пары, где проводники расходятся к контактным площадкам. Замок находится в точке расхождения проводников. Аналогия с застежкой-молнией удобна тем, что, смещая замок, можно изменять положение точки расхождения проводников (расстегивания "молнии"). Замок – это условный символ, он отображается в топологии всегда ориентированным перпендикулярно направлению ближайшего к нему сегмента застегнутых проводников. Покажем, как в среде САПР ТороR работать с дифференциальными парами проводников.

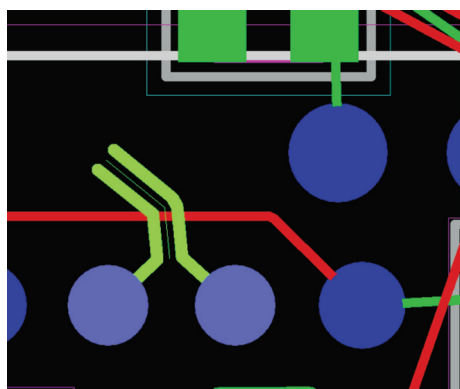


Рис.1. Прокладка пары застегнутых проводников

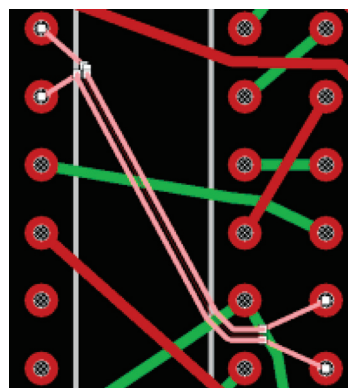


Рис.2. Проложенная пара застегнутых проводников

В режиме **"Ручной ввод пары застегнутых проводников"** подсвечиваются контакты, принадлежащие дифференциальным парам сигналов. Клик левой кнопкой мыши на одном из подсвеченных контактов приводит к появлению пары проводников, начинающихся на контактах и сходящихся на заданное расстояние. Следующий клик левой кнопкой мыши ставит под курсором замок (застежку). Далее пара застегнутых проводников прокладывается одновременно (рис.1). При подходе к другой паре контактов клик на одном из них ставит замок на конце последнего сегмента застегнутых проводников и соединяет его с соответствующими контактами (рис.2). При смене слоя автоматически добавляется замок в текущем слое, пара межслойных переходов, замок в новом слое, а также соединения переходов с замками (рис.3).

Контроль синхронизации задержек в группе цепей осуществляется с помощью нескольких типов правил. Они позволяют задавать выравнивание величины задержки в пределах группы цепей с заданной погрешностью, задавать как абсолютную величину задержки, так и относительно "эталонной" цепи или группы цепей.

На панели **"Выравнивание в группе"** выбираются группы цепей, для которых задается допуск разброса задержек (длин) для данной группы. На панели **"Выравнивание на эталон"** выбирается группа цепей и задается эталон, на который происходит выравнивание, константа (величина увеличения или уменьшения задержки относительно эталона) и допуск. В качестве эталона могут быть выбраны: константа (значение в единицах длины или время задержки), цепь, группа цепей, дифференциальная пара цепей или группа дифференциальных пар цепей.

Для управления величиной задержки сигналов в САПР ТороR введен объект "серпантин" [3]. Его можно использовать для контроля задержки как простых сигналов, так и дифференциальных. Для управления величиной задержки дифференциальных сигналов серпантин можно создавать как на застегнутых, так и на расстегнутых проводниках (рис.4).

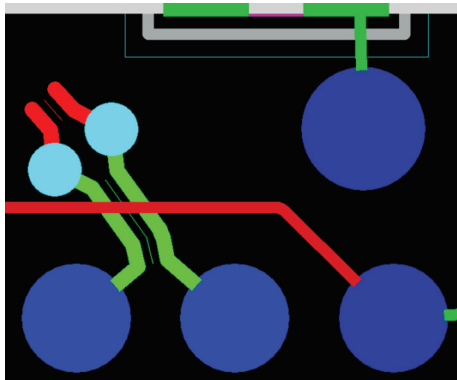


Рис.3. Смена слоя при прокладке пары застегнутых проводников

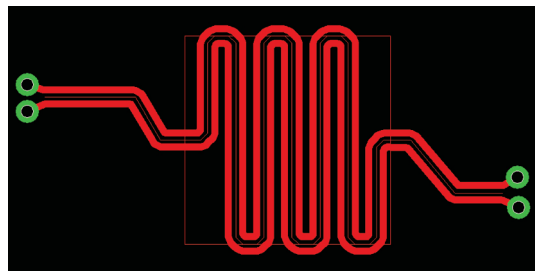


Рис.4. Выравнивание задержек в группах цепей с помощью серпантина

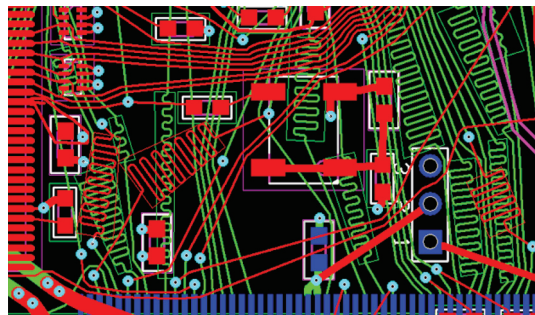


Рис.5. Серпантин на паре застегнутых проводников

Серпантин описывается с помощью трапеции, параметры, положение и свойства которой задает конструктор. Длина проводника, вписанного в трапецию, рассчитывается автоматически на основе заданных правил. Важно, что серпантин может перемещаться как в ручном, так и в автоматическом режиме, при этом автоматически корректируется конфигурация вписанного проводника для обеспечения требуемой задержки.

Если набор трапеций на каждой из цепей, требующих выравнивания, обеспечивает достаточно пространства, заданная длина автоматически выдерживается с точностью не хуже 50 нм (рис.5). Если набор трапеций не позволяет выровнять задержки с заданной точностью, то в окне сообщений появляется предупреждение о невыполнении правила. Сообщение содержит имена цепей с наибольшим несоответствием (первой указывается более короткая цепь, второй – более длинная) и величина несоответствия в пикосекундах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лузин С., Полубасов О. Система ТороR. Преимущества топологической трассировки. – Электроника: НТБ, 2005, №5, с.46–47.
2. Лузин С., Петросян Г, Полубасов О. ТороR – современная САПР печатных плат и узлов. – Печатный монтаж, 2009, №1, с.10–13.
3. Лысенко А.А., Полубасов О.Б. Обеспечение заданной длины проводников в САПР ТороR. – Технология и конструирование в электронной аппаратуре, 2009, №4, с.3–21.

МИРОВОЙ РЫНОК МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ ПОСЛЕ КРИЗИСА: НОВЫЕ РЕАЛИИ И СТАРЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Нынешний кризис затронул полупроводниковую промышленность меньше, чем другие отрасли обрабатывающей промышленности. Одновременно с выходом отрасли из спада наблюдается процесс дальнейшей консолидации ее производственной базы. На рынке микроэлектроники все большее значение приобретают крупные игроки. Правда, это пока не исключает возможности появления на рынке новых компаний и существенного изменения расстановки сил.

ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ

Гуд бай закон Мура?

Сегодня основные тенденции развития мировой полупроводниковой промышленности — это продолжающееся повышение значения бизнес-модели "разрабатывающая—производящая компания" (fabless-foundry), рост издержек производства при освоении новых технологий со все меньшими топологическими нормами, отказ изготовителей от разработки собственных базовых технологических процессов и формирование "экосистем", предоставляющих своим участникам существенные конкурентные преимущества. И, по-видимому, в итоге эти тенденции к 2015 году приведут к прекращению действия закона Мура, лежавшего в основе развития полупроводниковой промышленности на протяжении последних 40 лет. К тому времени затраты на технологическое оборудование возрастут настолько, что массовое производство приборов с проектными нормами менее 18 нм будет экономически неэффективным. По мере масштабирования и достижения 20–18-нм топологии рост затрат на оборудование "запрет" закон Мура в лабораториях и приведет к кардинальным изменениям в экономике полупроводниковой промышленности.

Хотя первоначально закон Мура в основном соблюдался при производстве микросхем, НИОКР также следовали ему. Прекращение действия закона предсказывали много раз, но, как правило, при этом имелись в виду фундаментальные технические ограничения или физические пределы характеристик полупроводниковых материалов. В последнее время все больше внимания уделяется экономическому аспекту конца "эпохи Мура" — лишь немногие крупные изготовители мик-

росхем могут позволить себе чрезвычайно высокие затраты на НИОКР и проектирование приборов следующих поколений. Еще меньше изготовителей экономически способны открывать заводы по производству новых приборов. Таким образом, очевидно, действие закона Мура прекратится раньше, чем будут достигнуты физические пределы характеристик современных полупроводниковых материалов.

До сих пор объем прибыли от продаж приборов каждого нового технологического поколения традиционно быстро уменьшался с появлением следующего поколения, спрос на который быстро рос. Однако по мере роста затрат на новое производственное оборудование период окупаемости изделий нового поколения и достижения пика прибыли становится все более длительным (рис.1). Действительно, по оценкам компании iSuppli, сейчас объем прибыли от продаж 90-нм микросхем после достижения пика в 2007 году быстро уменьшается. При этом срок получения достаточно больших доходов от продаж следующего, 65-нм, поколения микросхем увеличится. Таким образом, теперь основным двигателем развития полупроводниковой промышленности становится экономика, а не собственно технологический прогресс. Соответственно, изготовителям выгодно как можно дольше затягивать выпуск изделий текущего поколения. В результате теперь в центре внимания компаний не скорейший переход к следующему технологическому поколению, а возможность получения средств для поддержания существующего поколения. И, по мнению специалистов iSuppli особое место среди способов сохранения существующих технологических поколений занимает формирование трехмерных структур, позволяющих размещать большее число транзисторов в одном приборе [1].

Немного о стимулировании

В 2009 году в финансирование мер по стимулированию мировой экономики было вложено 1,92 трлн. долл., при этом 38% этой суммы пришлось на долю азиатских стран. Это дало кратковременный положительный эффект, но в итоге привело к увеличению долговой нагрузки стран, проводивших эту политику [2]. В области высокотехнологичных отраслей про-

М.Макушин
mmackyshin@mail.ru



мышленности показательны примеры США и КНР. Начавшееся в США еще при Буше-младшем "вкачивание" денег в "проблемные" компании в основном затронуло финансовый сектор, автомобильную промышленность и ряд других отраслей. Полупроводниковая промышленность страны нуждалась не в денежных вливаниях, а в увеличении федеральных отчислений на НИОКР и в постоянно действующих налоговых скидках на НИОКР (20% валовых отчислений компании на НИОКР в последующие четыре года). После многолетней борьбы последнее требование весной 2009 года было удовлетворено. В Европе, кстати, помощь полупроводниковым и электронным фирмам в основном оказывалась в виде льготных займов, то же можно сказать и о Южной Корее.

Достаточно эффективной была государственная помощь по преодолению мирового кризиса в КНР — для противодействия спаду в экономике вследствие сокращения экспорта правительство приняло меры по стимулированию внутреннего спроса [3]. С конца 2007 года в трех провинциях страны проводилась программа, предусматривающая 13%-ное субсидирование электронной техники, закупаемой сельским населением. С февраля 2009 года эта правительственная программа субсидирования закупаемых сельскими жителями телевизоров, холодильников, морозильных камер, стираль-

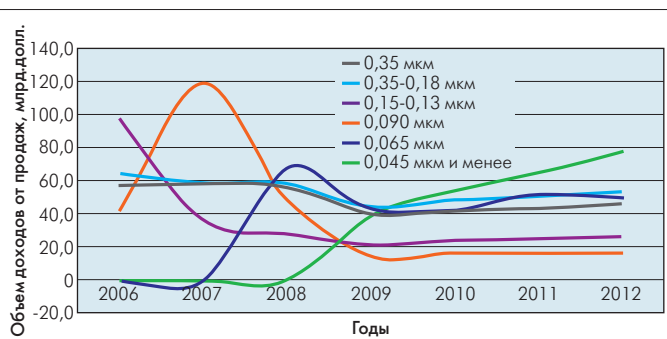


Рис. 1. Прогноз мировых доходов от продаж полупроводниковых приборов с различными топологическими нормами (источник: iSupply)

ных машин, мобильных телефонов, обогревателей, индукционных и СВЧ-печей была распространена на всю страну. Субсидии по программе предоставлялись только на модели изделий поставщиков, которые в ходе публичных переговоров о заключении подрядов на поставку (публичных торгов), были сертифицированы. После нескольких туров публичных торгов многие поставщики электронной техники и комплектующих к ней могли найти себя в списках этих сертифицированных поставщиков. По оценкам исследовательской компании Gartner, за счет стимулирования спроса объем продаж бытовой электроники в Китае в 2009 году должен был увеличить-

Торо **Инструмент для создания шедевра**

Топологический трассировщик печатных плат ТороR – это:

- Высокая скорость и великолепное качество трассировки;
- Превосходный набор инструментов, который многократно сокращает сроки разработки электронных устройств;
- Гладкие, без изломов, проводники;
- Уникальные алгоритмы и нетрадиционные подходы к решению сложных задач



ДИСТРИБЬЮТОР EREMEX В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

PROSOFT®

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640
E-mail: info@prosoft.ru • www: sapr.prosoft.ru