



Ещё раз про ТороR

Сергей Сорокин (Москва)

В статье описаны некоторые конкурентные преимущества топологического подхода к трассировке, применяемого в отечественной САПР ТороR, перед большинством иностранных САПР. Приведены сравнительные оценки показателей результатов трассировки и экспресс-анализ уровня перекрёстных электромагнитных помех.

Про преимущества гибкой топологической трассировки написано немало [1], однако недоверие отечественных разработчиков к отечественной САПР рассеивается довольно медленно. Объяснить это только необычным видом топологии прово-

дников не получается, ведь лет сорок назад все печатные платы имели схожий вид, например, одноплатный компьютер КИМ-1, разработанный и выпущенный в 1975 году компанией MOS Technology, Inc. (см. рис. 1а), и радиоприёмник Yamaha CR-1040, произве-

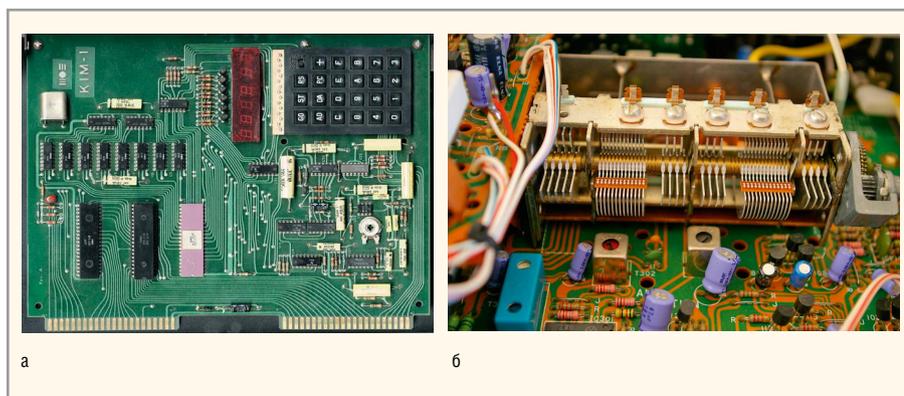


Рис. 1. Внешний вид печатных плат одноплатного компьютера КИМ-1 (а) и радиоприёмника Yamaha CR-1040 (б)

Таблица 1. Результаты трассировки Bench36

Трассировка	Длина, мм	Переходы, шт.	Неразведённые соединения, шт.
Expedition 2007.8	82 880	3137	0
PADs 9.3.1	92 176	3525	0
Specetra 15	95 864	3889	19 плюс 21 конфликт
ТороR 6.1	76 251	1928	0

Таблица 2. Результаты трассировки Board3

Трассировка	Длина, мм	Переходы, шт.
Expedition 2007.8	57 272	1472
PADs 9.3.1	50 935	1627
Specetra 15	55 385	1575
ТороR 6.1	43 768	1098

Таблица 3. Характеристики тестовых примеров Bench36 и Board3

Характеристики	Bench36 (Mentor Graphics)	Board3 (Altium)
Размер платы, мм	286,004 × 131,064	158,42 × 178,74
Компоненты, шт.	985	253
Цепи, шт.	988	548
Контакты, шт.	4541	2588
Слои трассировки, шт.	4	4

данный в 1980 г. (см. рис. 1б), и это никого не смущало.

Сегодня на рынке представлены в основном иностранные САПР. Отечественный же программный продукт, ориентированный на российского разработчика, только набирает популярность.

В таблицах 1 и 2 приведены результаты трассировки двух тестовых примеров (Bench36 и Board3) в четырёх различных программах – Expedition, PADs компании Mentor Graphics, Specetra компании Cadence и ТороR компании Эремекс. Bench36 – тестовый пример от компании Mentor Graphics, Board3 – от компании Altium Designer. В таблице 3 представлены характеристики обоих тестовых примеров.

В обоих примерах варианты разводки САПР ТороR имеют заметное преимущество, как по суммарной длине соединений, так и по числу межслойных переходов.

Ещё одним важным показателем качества топологии печатной платы является уровень перекрёстных электромагнитных помех. Интуитивно понятно, что снижение суммарной длины проводников, а также числа параллельных участков трасс должно приводить к снижению уровня паразитных взаимодействий и, следовательно, давать преимущества трассировке в произвольных направлениях.

Величина перекрёстной связи между парой параллельных проводников пропорциональна их взаимной протяжённости и обратно пропорциональна S^2 и H^2 , где S – зазор между проводниками, а H – расстояние до ближайшего опорного слоя [2, 3].

Если проводники не параллельны, то зазор между проводниками быстро увеличивается с удалением от места максимального сближения проводников, и значение помехи определяется значениями минимального расстояния между проводниками и тангенса угла между ними [1].

Трассировка под произвольным углом хотя и не гарантирует полного отсутствия параллельных участков, тем не менее, способствует снижению уровня перекрёстных электромагнитных помех по сравнению с трассировкой, ограниченной несколькими пре-

имущественными направлениями, поскольку в среднем суммарная протяжённость параллельных участков проводников на плате будет существенно меньше.

В таблицах 4 и 5 приведены результаты экспресс-анализа (QUICK ANALYSIS) уровня перекрёстных электромагнитных помех, полученные в программе HyperLynx v8.1.1 для представленных в таблицах 1 и 2 вариантов топологии.

Расчёт для варианта топологии примера Bench36, полученного в программе SPECTRA, не проводился, поскольку были разведены не все трассы, а потому сравнение вариантов не вполне корректно.

Видно, что уровень максимальной помехи в вариантах трассировки под произвольным углом (Торор 6.1) существенно ниже (в таблице 4 – в 2,5 раза, в таблице 5 – в 10 раз). Кроме того, отметим существенное уменьшение числа цепей с суммарной наводкой, превышающей заданное пороговое значение (100, 150 и 300 мВ).

QUICK ANALYSIS позиционируется как предварительный (оценочный) анализ, по результатам которого для отдельных цепей с критической оценкой уровня помех проводится детальное моделирование. Детальное моделирование весьма ресурсоёмко, поэтому число цепей, для которых это моделирование целесообразно проводить, является важным параметром. Кроме того, если превышение допустимого уровня установлено, требуется коррекция топологии в целях снижения уровня наводки. Далеко не всегда это можно обеспечить только увеличением зазоров между «цепью-жертвой» и «цепями-агрессорами». В ряде случаев потребуются перекладка проводников и многочисленные итерации редактирования топологии и моделирования.

Как видно из таблиц 4 и 5, топологическая трассировка в произвольных направлениях (Торор) обеспечивает не только «среднюю температуру по больнице»: например, для платы Board3 экспресс-анализ демонстрирует нецелесообразность детального моделирования (нет цепей с уровнем помехи, превышающим 10% от напряжения питания). И, если хочется перестраховаться, то можно провести моделирование только для двух цепей – с уровнем помехи, превышающим 5% от напряжения питания.

Почему же значительная часть конструкторов печатных плат не используют автоматическую трассировку?

Чарльз Пфейл, технический директор компании Mentor Graphics, приводит следующие причины [4]:

1. Сложность (невозможность) контроля топологических решений.
2. Низкое качество результатов (завышенные длина проводников и число межслойных переходов).
3. Слишком высокая сложность ручной доводки полученных автоматически вариантов топологии.
4. Невозможность автоматической трассировки экстремально плотных плат.

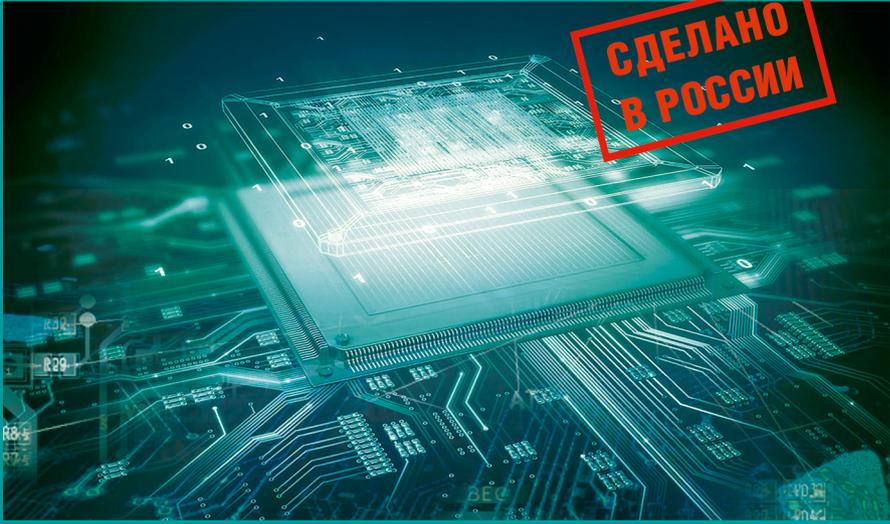
В случае использования гибкой топологической трассировки актуальным остаётся только первый пункт, поскольку:

- по минимизации суммарной длины проводников и числа межслойных переходов конструктору средней квалификации трудно тягаться с САПР Торор;
- автоматический расчёт формы проводников, автоматическая подвижка, автоматическая прокладка отдельного проводника и ряд других процедур делают редактирование проводников весьма быстрым и эффективным;



САПР электроники







DELTA DESIGN — система сквозного проектирования электронных устройств на базе печатных плат

- Менеджер библиотек LIBerty
- Схемотехнический редактор FlexyS
- Схемотехническое моделирование SimOne
- HDL-симулятор Simtera
- Ведение правил DRM
- Редактор печатных плат RightPCB
- Топологический трассировщик Торор

WWW.DD.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ EREMEX



Тел.: (495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



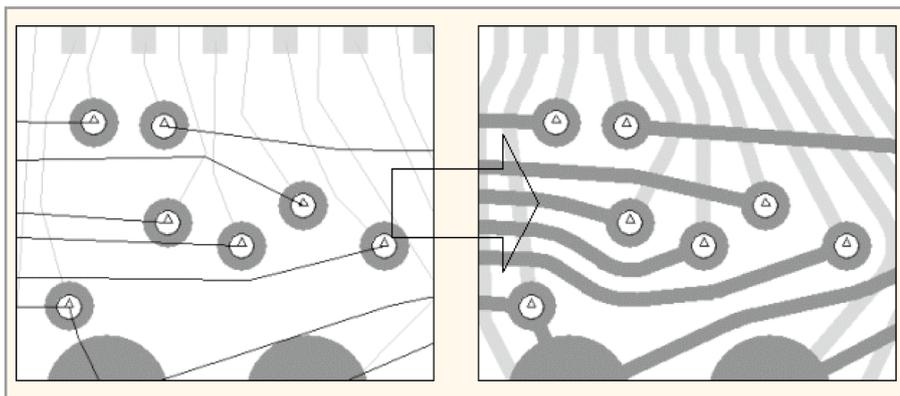


Рис. 2. Сглаживание эскизной трассировки в пакете Gem

Таблица 4. Результаты экспресс-анализа уровня перекрёстных электромагнитных помех для Bench36

Трассировка	Сумма двух максимальных агрессоров, мв	Число цепей с помехой более 100 мв	Число цепей с помехой более 150 мв (5%)	Число цепей с помехой более 300 мв (10%)
Expedition 2007.8	1442	400	255	172
PADs 9.3.1	1502	371	318	151
ТороR 6.1	566	29	22	14

Таблица 5. Результаты экспресс-анализа уровня перекрёстных электромагнитных помех для Board3 4L

Программа	Сумма двух максимальных агрессоров, мв	Число цепей с помехой более 100 мв	Число цепей с помехой более 150 мв (5%)	Число цепей с помехой более 300 мв (10%)
Expedition 2007.8	1912	177	126	80
PADs 9.3.1	1977	241	180	121
Specetra 15	1718	400	262	193
ТороR 6.1	174	8	2	0

● именно на экстремально плотных платах свойства гибкости и топологичности трассировки оказывают решающее влияние.

Что касается сложности или даже невозможности контроля топологических решений, то совсем не обязательно сразу запускать автоматическую трассировку всех цепей. Можно трассировать частями под контролем пользователя, разумно ограничивая буйные и не всегда понятные пользователю фантазии автотрассировщика.

В системе ТороR версии 6.1 доступна выборочная трассировка проводников, то есть такой режим автоматиче-

ской трассировки, при котором поиск оптимума осуществляется только для части проводников. Для того чтобы ранее созданная разводка не была удалена, но и не мешала процессу оптимизации, рекомендуется использовать возможность гибкой фиксации проводников.

Суть гибкой фиксации в том, что она обеспечивает сохранение топологии цепи, не гарантируя при этом сохранение «геометрических» свойств разводки, например проводник между двумя контактами может быть переложён чуть выше, ниже, правее или левее.

Общий порядок работы при этом выглядит примерно так:

- 1) выбрать цепи для трассировки;
- 2) запустить трассировку;
- 3) после остановки трассировки отредактировать полученный результат вручную;
- 4) если получен приемлемый результат трассировки выбранных цепей, то установить для этих цепей флаг гибкой фиксации;
- 5) если необходимо, вернуться к шагу 1.

В заключение сошлёмся на результаты исследований японского специалиста Хироши Мюрата, который достаточно давно и успешно занимается трассировкой многокристалльных модулей [5, 6]. В своей работе он использует топологический подход без автоматических процедур, за исключением расчёта формы проводников (см. рис. 2). Он утверждает, что эффективность ручного редактирования только за счёт автоматического расчёта формы проводников повышается до восьми раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лузин С.Ю., Попов С.И., Попов Ю.И. Гибкая топологическая трассировка в произвольных направлениях. Особенности и преимущества. Электроника: НТБ. 2013. Вып. 1. С. 96–104.
2. Джонсон Г., Грэхем М. Высокоскоростная передача цифровых данных: высший курс чёрной магии. М.: ИД Вильямс. 2005. 1024 с.
3. Stephen H. Hall, Garrett W. Hall, James A. McCall High-Speed Digital System Design: A Handbook of Interconnect Theory and Design Practices. A Wiley-Interscience Publication. 2000.
4. Pfeil Ch. Revolutionary new routing method. Presentation at the «PCB West 2013» Conf. Santa-Clara, CA, USA. 2013.
5. H. Murata «A New Routing Design Methodology for Multi-Chip IC Packages» 47th IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems. 2004. С. 485–488.
6. http://www.gemdt.com/en/products/products01gpk_4.html



Новости мира News of the World Новости мира

Рынок производителей полупроводниковых компонентов в 2015 году

В 2015 году рынок производителей полупроводниковых компонентов был чрезвычайно насыщен на продажи и преобразования компаний.

Состоявшиеся слияния показывают, что большинство компаний хотят оставить своё влияние в различных направлениях или даже увеличить своё присутствие в специализированных областях применения. В таблице собраны наиболее значимые события.

www.linkedin.com

Покупатели	Приобретённые
NXP	Freescale
ON Semiconductor	Fairchild
INTEL	Lantiq, Altera
Microsemi	Vitesse
Microchip	Micrel
Avago	Broadcom
Infineon	International Rectifier
Qualcomm	CSR
Dialog Semiconductor	Atmel
Analog Devices	Hittite Microwave
Western Digital	SanDisk

Новости мира News of the World Новости мира

Технологии IMS обеспечат абонентов сотовой связи новыми возможностями

Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации сообщает о том, что у операторов сотовой связи появилась возможность строить сети связи с применением передачи пакетов информации на основе подсистемы передачи мультимедийных сообщений (IP Multimedia Subsystem – IMS). Операторы смогут использовать сети доступа LTE между узлом сети подвижной связи и пользовательским оборудованием для оказания услуг голосовой связи. Это позволит в перспективе внедрить услугу VoLTE (Voice over LTE) в масштабах РФ. Соответствующий приказ №411 «О внесении изменений в требования к построению телефонной сети связи общего пользования, утверждённые приказом Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 8 августа 2005 г. №97», подготовленный Минкомсвязью России, вступил в силу 12 декабря 2015 года.

Приказ разрешает построение комбинированных узлов связи, что в совокупности с другими инициативами позволит в 2016 году операторам связи предоставить услуги современной технологии IMS. Технология IMS позволяет использовать расширенный набор современных и перспективных телекоммуникационных услуг в сетях фиксированной и мобильной связи. Вместе с тем она полностью обеспечивает взаимодействие с внешними сетями традиционной телефонии как для фиксированной, так и для мобильной связи и позволяет сократить затраты операторов на строительство телекоммуникационной инфраструктуры.

В полной мере реализовать построение сетей связи с применением систем коммутации IMS и LTE станет возможным после принятия нормативных правовых актов с требованиями к оборудованию систем коммутации. Соответствующие документы подготовлены Минкомсвязью России, прошли общественные обсуждения, согласованы со всеми заинтересованными ведомствами и в ближайшее время будут направле-

ны на государственную регистрацию в Министерство юстиции РФ.

Первый шаг по упрощению требований к построению сетей связи общего пользования был в 2014 году. Приказ Минкомсвязи России №294 от 6 декабря 2014 года разрешил строительство телефонной сети связи общего пользования с использованием территориально-распределённых средств связи и комбинированных узлов связи. Это позволило значительно сократить издержки операторов связи на строительство сетей связи.

<http://minsvyaz.ru/>

IBM и Xilinx объявляют о стратегическом сотрудничестве

Корпорация IBM и Xilinx, Inc. объявили о многолетнем стратегическом сотрудничестве в области разработки решений, предназначенных для повышения мощности и энергоэффективности центров обработки данных с помощью FPGA Xilinx и поддержкой ускорения производительности систем на основе IBM POWER.

www.macrogroupp.ru

АО

LCD-панели AU Optronics

Высокое качество по лучшим ценам

Области применения:

- Промышленное оборудование
- Банкоматы и терминалы оплаты
- Торговые терминалы (POS)
- Мультимедиа-системы
- Промышленные компьютеры (IPC)
- Системы безопасности
- Игровые автоматы
- Медицинское оборудование
- Системы автоматизации производственных процессов
- Информационные панели (PID)



PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама