

САПР TORO R 5.3

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

С.Попов, Ю.Попов luzin@eremex.com

Отечественная САПР ТороR продолжает развиваться в соответствии с растущими требованиями разработчиков современных радиоэлектронных устройств. Новая версия САПР ТороR 5.3 имеет ряд нововведений и усовершенствований.

СИГНАЛЫ

Для представления линий передачи электрических сигналов в САПР ТороR 5.3 введено понятие "сигнал" – последовательность проводников и пассивных двухполюсников (рис.1). Это нововведение позволяет корректнее по сравнению с версией 5.2 задавать исходные данные для синхронизации задержек в линиях передачи [1, 2].

Сигнал может содержать проводники нескольких цепей, а один проводник, в свою очередь, может быть включен в несколько сигналов (рис.2).

Поиск путей от источника до приемников производится автоматически. САПР предлагает варианты соединений пар контактов одной цепи, составляющих путь сигнала от источника к приемникам. Пользователь может редактировать сигнал, выбирая другие варианты соединений.

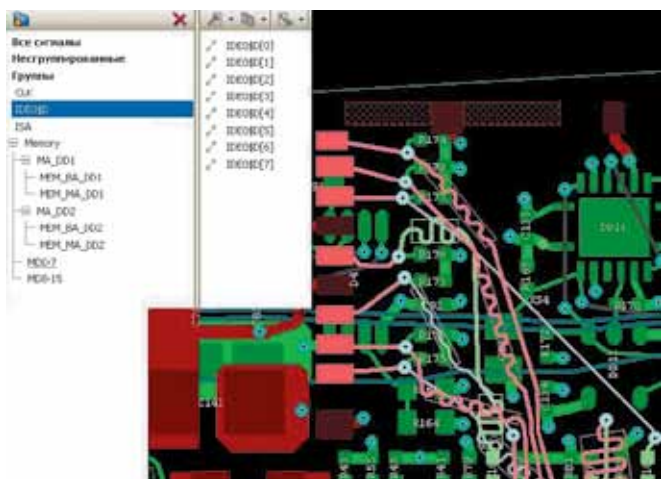


Рис.1. Интерфейс создания сигналов и фрагмент платы с сигналами

При формировании сигналов могут быть обнаружены и автоматически сформированы дифференциальные сигналы и группы сигналов – шины.

ПОЛИГОНАЛЬНЫЕ ПРОВОДНИКИ

Новая версия САПР ТороR позволяет преобразовывать проводники на оттрассированной плате в полигоны и расширять их до максимальных размеров (рис.3). Полигональная разводка нередко применяется при проектировании силовых устройств.

КЛИНЧИ

Применяемые в современных САПР методы оптимизации топологии печатного монтажа могут "застревать" в локальных минимумах. Это происходит в тех случаях, когда качество разводки еще далеко от совершенства, но в то же время никакой шаг локальной оптимизации (перекладка одиночного проводника) не может привести к ее улучшению. Одним из последствий этого может стать появление так называемых "клинчей" (рис.4). Клинч не только увеличивает длину проводников, но еще и создает помеху для дальнейшей разводки. Например, при наличии клинча (рис.4а) между контактами нельзя провести вертикальную трассу, в то время как при корректной разводке (рис.4б) это возможно.

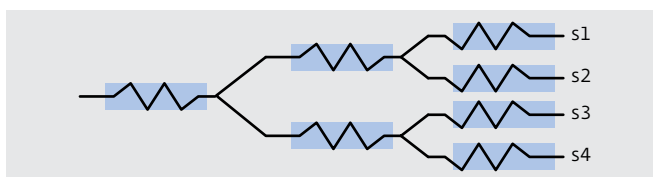


Рис.2. Четыре сигнала в одной цепи

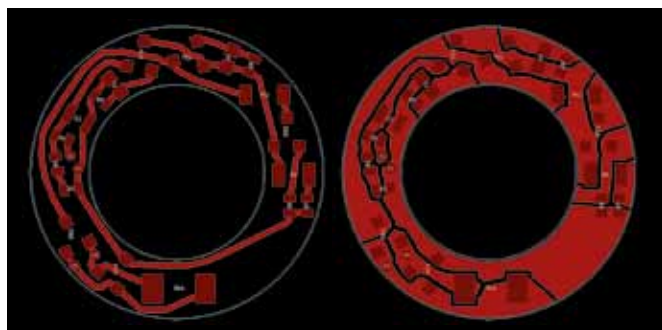


Рис.3. Обычная (слева) и полигональная (справа) разводки печатной платы

Практически все современные системы автоматической трассировки печатного монтажа при работе создают клинчи в большом количестве, и хотя визуально подобные ситуации определяются легко (рис.5), устранение их в ручном режиме – весьма трудоемкая задача.

В новой версии САПР ТороR реализовано автоматическое обнаружение и устранение клинчей.

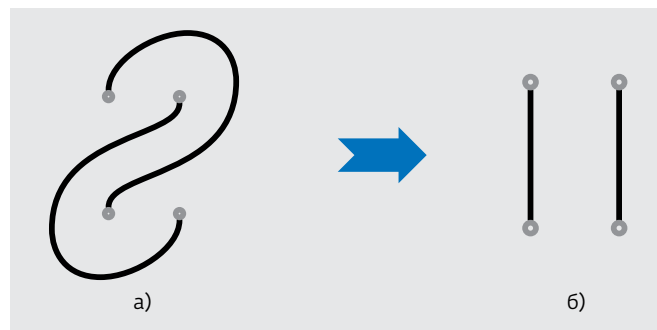


Рис.4. Клинч (а) и желаемая топология (б)

Для их обнаружения используются следующие признаки (рис.6):

а) ребро триангуляции (помечено красным), соединяющее пару объектов (например, контактов), пересекает проводник, инцидентный одному из них;

б) ребро триангуляции соединяет пару эквипотенциальных объектов, однако ребро пересекает проводники других цепей, а соединяющий их проводник не идет вдоль ребра;

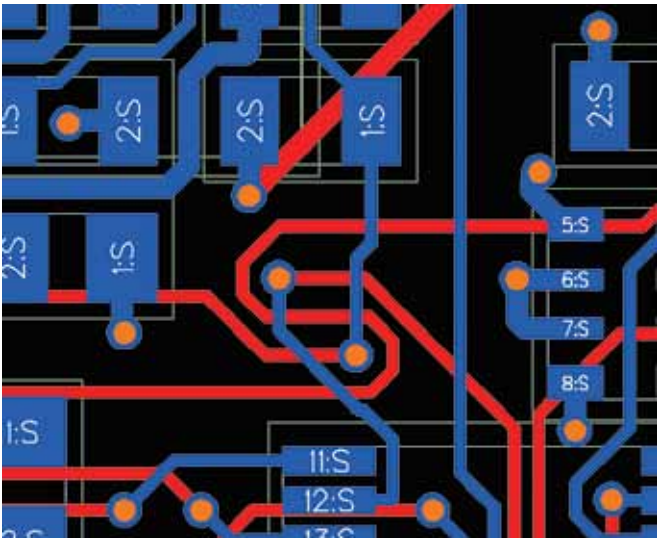


Рис. 5. Клинч проводников – результат работы популярного автотрассировщика

в) проводник пересекает ребро триангуляции более одного раза;

г) взаимное огибание: проводник первой цепи огибает контакт второй, а проводник второй цепи огибает контакт первой.

Распутывание клинчей требует анализа топологической ситуации и выяснения, какой из возможных способов перекладки проводников будет наиболее экономичным (рис. 7).

ЛОКАЛЬНАЯ МИНИМИЗАЦИЯ ЧИСЛА МЕЖСЛОЙНЫХ ПЕРЕХОДОВ

Эффективный алгоритм минимизации числа переходов для двух слоев приведен в работе [3]. Однако он не учитывает возможности изменения

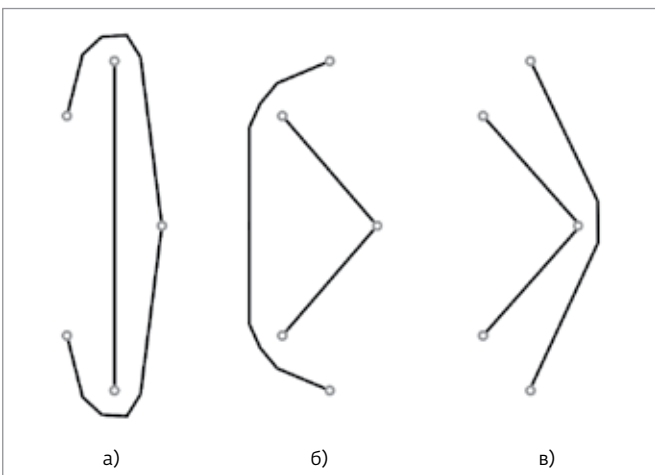


Рис. 7. Двухсторонний клинч (а) и варианты его устранения (б, в)

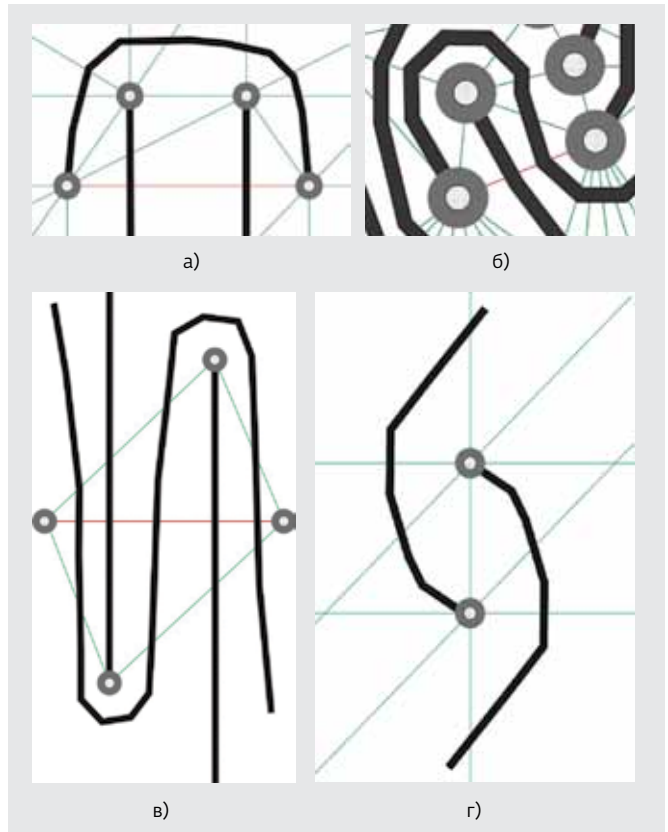


Рис. 6. Виды клинчей

топологии проводников и, соответственно, дополнительного сокращения числа переходов. В работе [4] показано, что такая возможность существует, однако в ней рассматривается только частный случай соединения нескольких переходов с одним контактом или точкой ветвления проводников.

В новой версии САПР ТороR реализован подход, основанный на анализе топологии окрестностей пары смежных переходов. Анализируются условия, при которых оттяжка за переход проводников, пересекающих проводник, который соединяет пару переходов, и дублирование этого проводника на других слоях позволяют удалить один из смежных переходов (рис. 8).

На рис. 9 показан пример реальной топологии многослойной печатной платы после автотрассировки. Крестиками отмечены избыточные

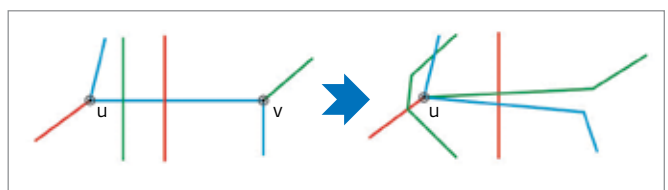


Рис. 8. Устранение лишнего смежного перехода



Рис.9. Избыточные переходы на многослойной печатной плате

межслойные переходы. Первый переход убирается оттяжкой серого проводника за смежный переход и сменой слоя сегмента (желтого на серый), а второй – дублированием светло-серого сегмента, соединяющего переходы, в зеленом слое.

На тестовых примерах многослойных плат использование описанного метода позволило уменьшить количество межслойных переходов на 5–10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лысенко А.А., Полубасов О.Б.** Проектирование высокоскоростных плат в САПР TороR. – Электроника: НТБ, 2010, №2, с.102–103.
2. **Лысенко А.А., Лячек Ю.Т., Полубасов О.Б.** Автоматическое формирование линий задержки в топологии печатного монтажа. – Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2011, №9, с.61–65.
3. **Полубасов О.Б.** Глобальная минимизация количества межслойных переходов. – Технология и конструирование в электронной аппаратуре, 2001, №2, с.3–9.
4. **Лузин С.Ю., Петросян Г.С., Полубасов О.Б.** К вопросу о минимизации числа межслойных переходов при трассировке печатных плат. – Технология и конструирование в электронной аппаратуре, 2009, №3, с.13–15.