

Новые возможности САПР ТороR 5.3

Отечественная САПР “ТороR” продолжает развиваться в соответствии с растущими требованиями разработчиков современных радиоэлектронных устройств. В статье рассказывается о наиболее существенных нововведениях.

Сигналы

В САПР ТороR версии 5.3 для представления линий передачи электрических сигналов введено понятие «сигнал». Сигнал реализуется последовательностью проводников и (пассивных) двухполюсников (рис.1). Введение сигналов позволяет корректнее (по сравнению с версией 5.2 [1,2]) задавать исходные данные для синхронизации задержек в линиях передачи.

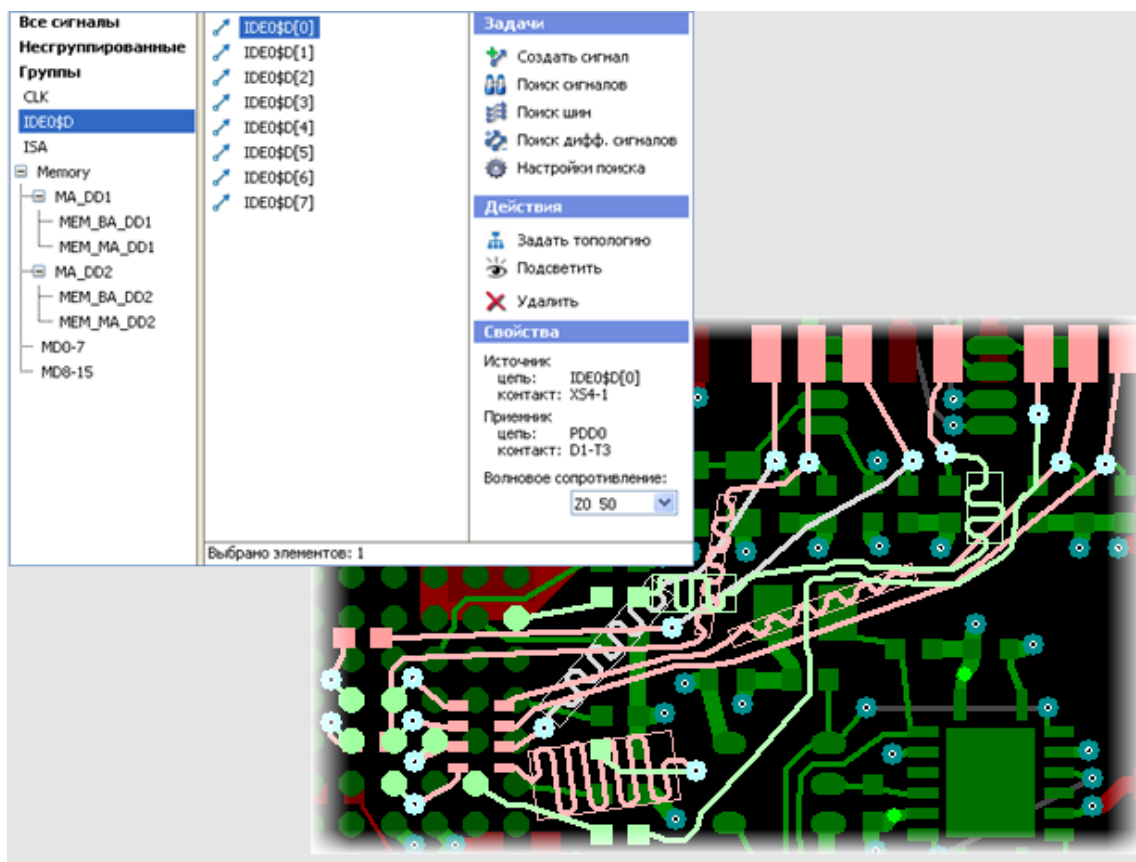


Рис. 1. Интерфейс создания сигналов и фрагмент платы с сигналами

Сигнал может содержать проводники нескольких цепей, а проводник может участвовать в нескольких сигналах. На рис. 2 показан пример четырёх сигналов в одной цепи.

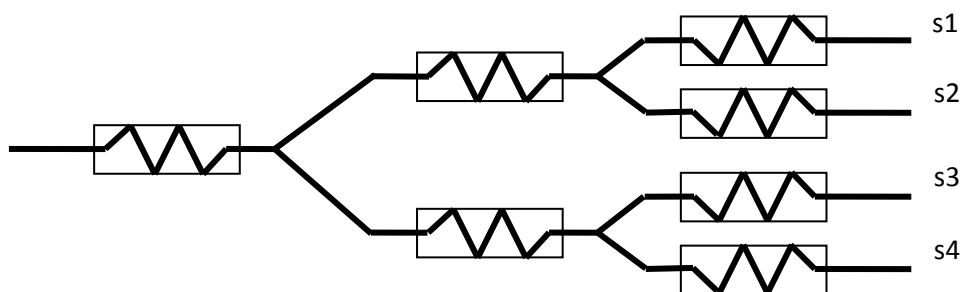


Рис.2. Четыре сигнала в одной цепи

Поиск путей от источника до приемников производится автоматически. Предлагаются выбранные варианты соединений пар контактов одной цепи, составляющих пути сигналов от источника к приемникам. Пользователь может отредактировать путь, выбирая другие варианты соединения пар контактов.

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

Полигональные проводники

Добавлена возможность полигональной разводки. На оттрассированной плате происходит преобразование всех проводников в полигоны и расширение их до максимально возможных размеров (рис.3). Полигональная разводка нередко применяется при проектировании силовых устройств.

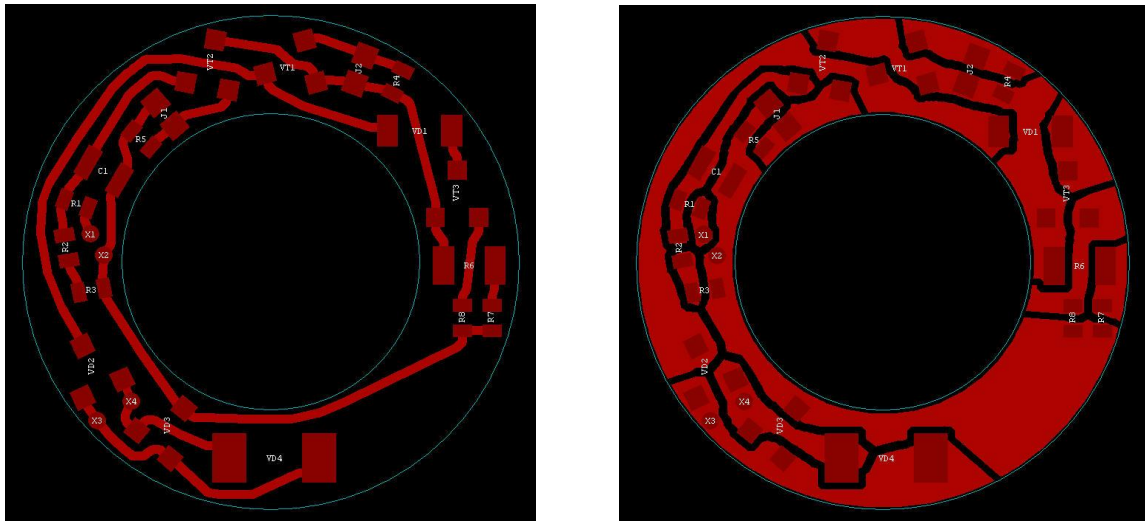


Рис. 3. Обычная (слева) и полигональная (справа) разводка печатной платы

Клинчи

Применяемые в САПР ТороR методы оптимизации топологии печатного монтажа обладают свойством «застревания» в локальных минимумах, когда качество разводки ещё далеко от совершенства, но в то же время никакой шаг локальной оптимизации (перекладка одиночного проводника) не может привести к его улучшению. Например, на рис. 4 слева показан типичный «клинч» двух проводников. Перекладка никакого из двух проводников не может перевести топологию в ситуацию, показанную на том же рисунке справа.

Клинч не только увеличивает длину проводников, но ещё и создаёт помеху для проведения других проводников. Например, между контактами (рис.4, справа) можно провести трассу в вертикальном направлении, в то время как при наличии клинча (рис. 4, слева) это невозможно.

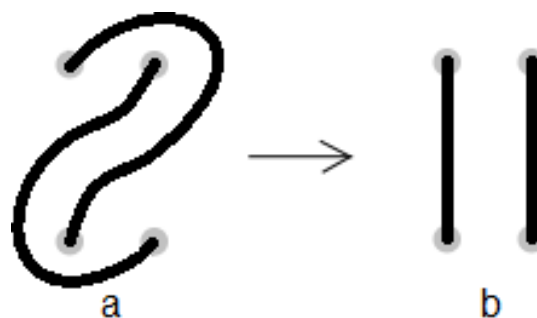


Рис. 4. Клинч (слева) и желаемая топология (справа)

Практически все современные системы автоматической трассировки печатного монтажа создают клинчи в большом количестве, и, хотя визуально подобные ситуации определяются легко (рис.5), устранение их в ручном режиме является весьма трудоемкой задачей.

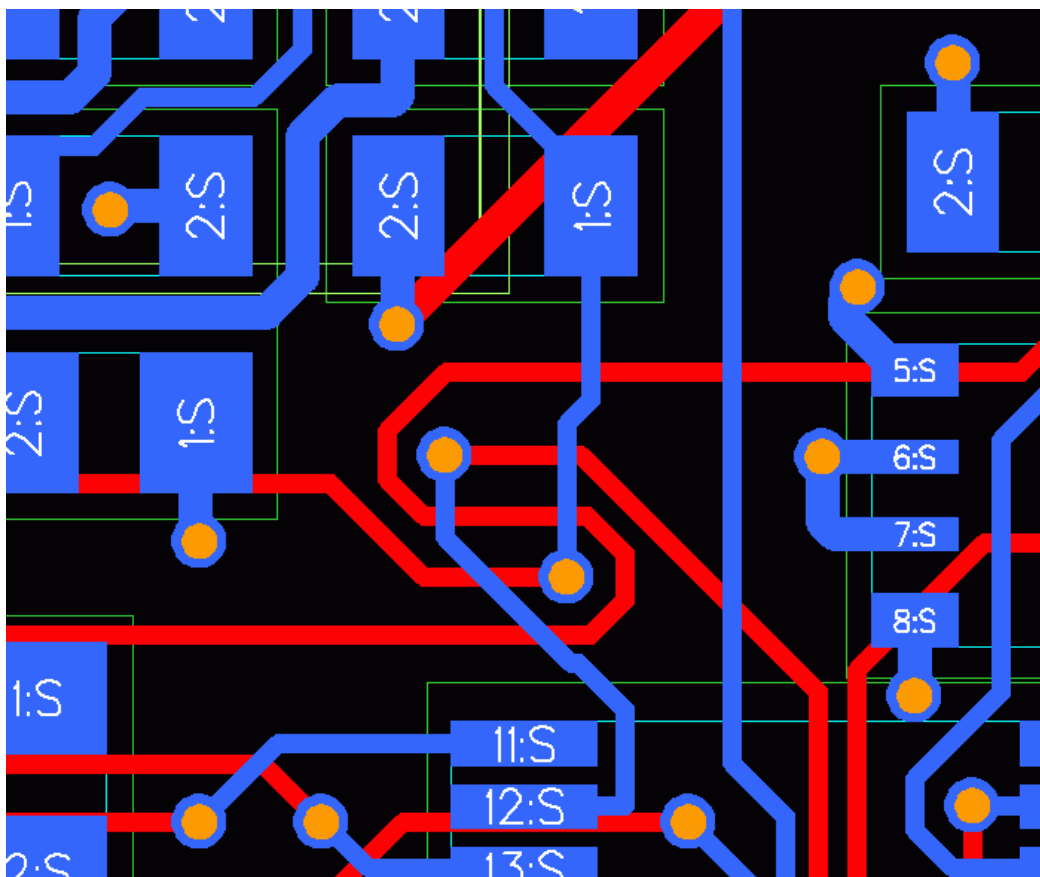


Рис. 5. Клинч проводников после разводки популярным автотрассировщиком

Для того чтобы устранить клинч, нужно сначала его обнаружить.

Признаки возможного наличия клинча:

1. Ребро триангуляции (помечено красным), соединяющее пару объектов (например, контактов), пересекает проводник, инцидентный одному из них (рис. 6).

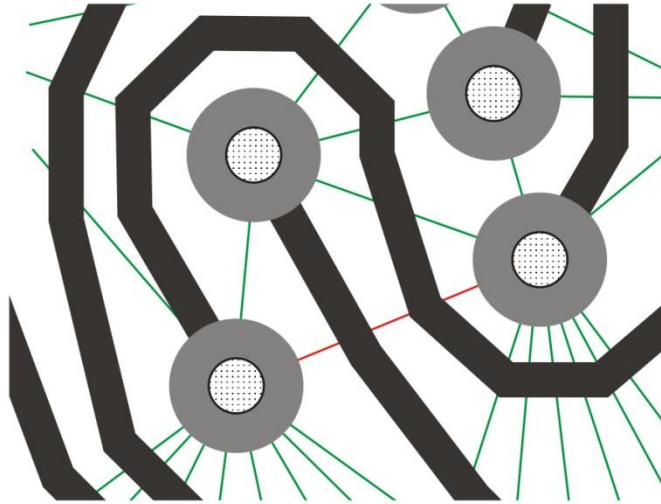


Рис. 6. Клинч типа 1

2. Ребро триангуляции соединяет пару эквипотенциальных объектов, однако соединяющий их проводник идет не вдоль ребра, а ребро пересекают проводники других цепей (рис.7).

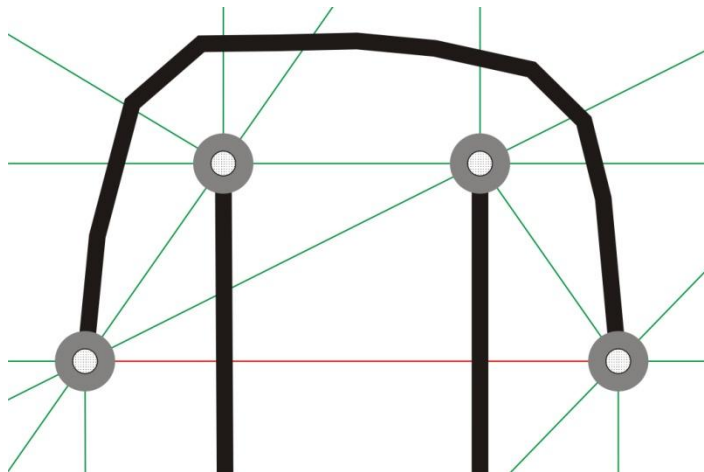


Рис. 7. Клинч типа 2

3. Проводник пересекает ребро триангуляции более одного раза (рис.8).

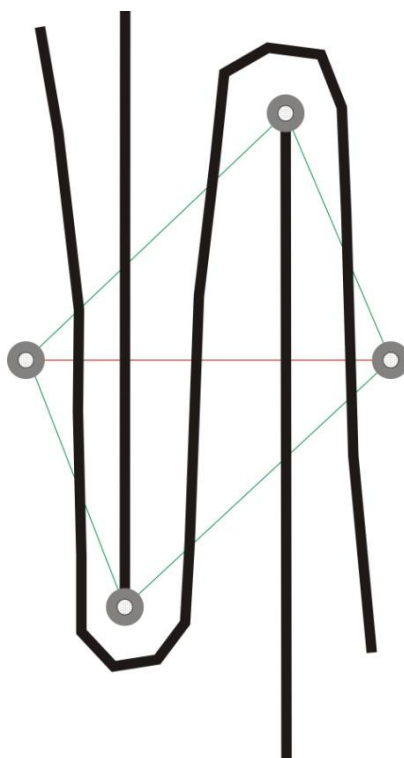


Рис. 8. Клиньч типа 3

4. Взаимное огибание: проводник цепи А огибает контакт цепи В, а проводник цепи В огибает контакт цепи А (рис.9).

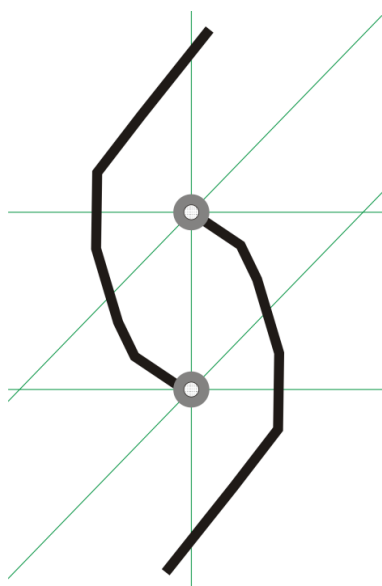


Рис. 9. Клиньч типа 4

Распутывание клинчей требует анализа топологической ситуации и выяснения, какой из возможных способов перекладки проводников будет наиболее экономичным (рис.10).

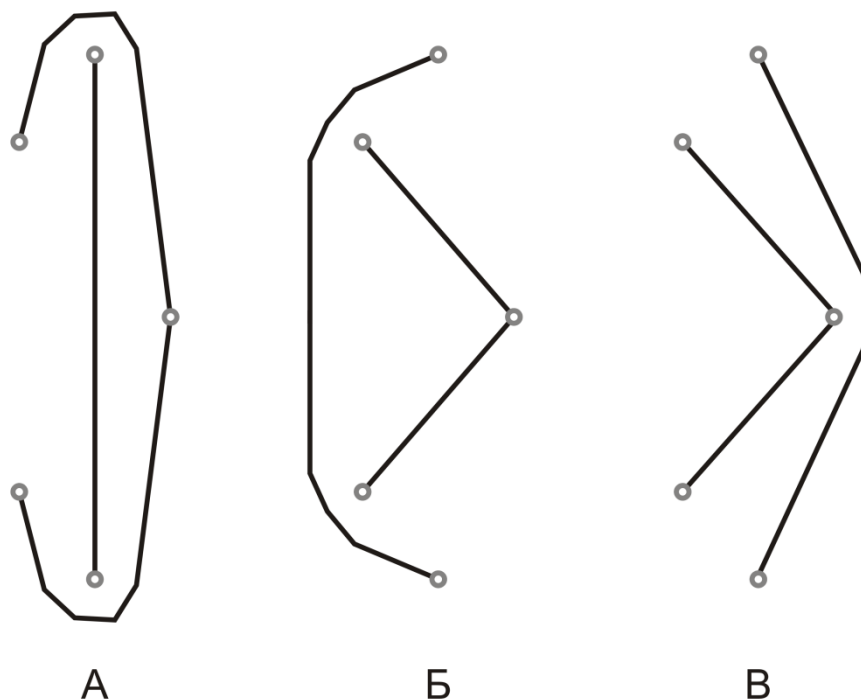


Рис.10. Двухсторонний клинч (А) и варианты его устранения (Б, В)
В САПР ТороR реализовано автоматическое обнаружение и устранение клинчей.

Локальная минимизация числа межслойных переходов

В САПР ТороR эффективно решается задача минимизации числа межслойных переходов. Эффективный алгоритм для случая двух слоев приведен в работе [3]. Однако этот алгоритм не учитывает возможности изменения топологии проводников и, соответственно, дополнительного сокращения числа переходов. В работе [4] показано, что такая возможность существует, но рассматривается только вариант, когда несколько переходов соединены с одним контактом или точкой ветвления проводников.

В новой версии 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.11).

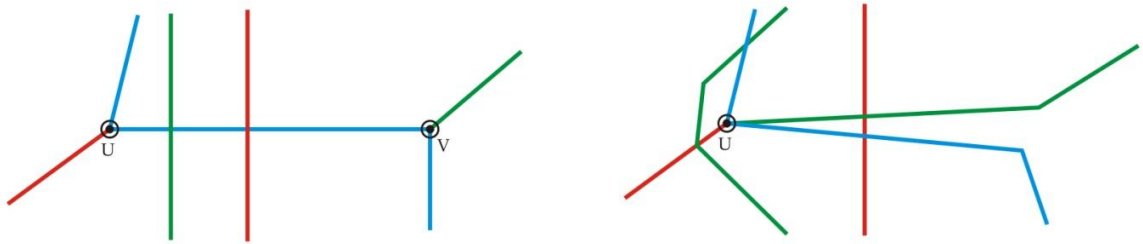


Рис. 11. Устранение лишнего смежного перехода

На рис. 12 показан пример реальной топологии многослойной печатной платы после автотрассировки. Крестиками помечены избыточные межслойные переходы. Правый переход убирается дублированием в зеленом слое сегмента, соединяющего в светло-сером слое переходы, левый – оттяжкой серого проводника за смежный переход и сменой слоя сегмента (желтый на серый).

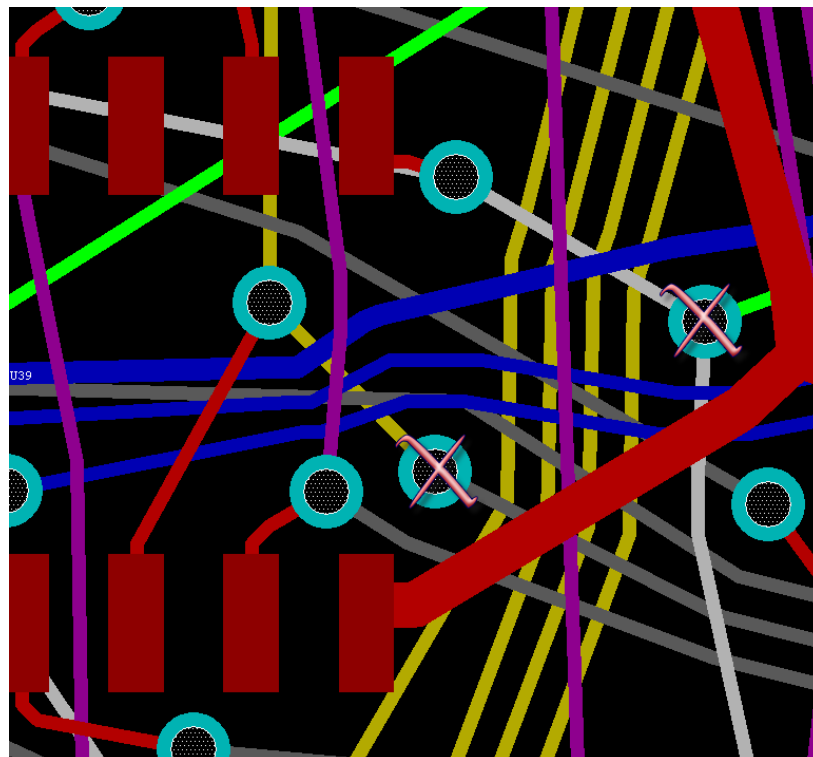


Рис.12. Избыточные переходы на многослойной печатной плате

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

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

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. / Полубасов О.Б. // 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.