

Урок 24. Редактор печатных плат системы CADSTAR: трассировщик P.R.Editor XR.

Формирование на топологии различных областей специальной формы

На прошлом занятии мы научились добавлять в проект тестовые точки и перемычки. Сегодня рассмотрим инструменты рисования объектов специальной формы, которые могут потребоваться для описания контура платы, запрещенной зоны или области трассировки, а также областей заливок на сигнальных слоях и слоях питания и заземления.

Юрий Потапов


potapoff@eurointech.ru

Сергей Прокопенко

psy@ic.kharkov.ua

Программа P.R.Editor XR имеет два набора инструментов для выполнения таких задач. Первый набор дает возможность пользователю создавать контуры объектов и редактировать их. Это может быть выполнено на любом этапе работы над проектом. Второй набор предназначен для прописки полигонов (областей металлизации) и связывания их с конкретной цепью. Эта операция, как правило, выполняется в конце проектирования, когда топология полностью завершена.

Для работы нам потребуется специальный пример Routed.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Находясь в редакторе плат системы CADSTAR, выполним команду меню File/Open, в появившемся окне выберем папку Self Teach и в ней файл Routed.pcb, после чего нажмем кнопку Open. Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом.
2. Выполним команду меню View/View All или нажмем кнопку  на панели инструментов.
3. Выполним команду меню Tools/P.R.Editor XR.
4. В появившемся на экране диалоговом окне RIF Export Option нажмем кнопку OK.
5. В появившемся на экране окне отчета нажмем кнопку Close и закроем его.

На экране откроется окно программы P.R.Editor XR, в котором будет отображаться выбранный нами проект печатной платы.

Рисование объектов

Доступ к инструментам рисования объектов осуществляется через раздел меню команд Utilities/Create/Edit Shape или нажатием кнопки на панели Create/Edit Shape.

Предварительно необходимо настроить тип рисуемого объекта.

1. Выполним команду меню Configure/Utilities/Create/Edit Shape. На экране появится диалоговое окно Create/Edit Shape (рис. 1), в котором в выпадающем списке Type задается тип создаваемого объекта:

- Route Area. Область, в которой может выполняться трассировка проводников. Задается контуром с указанием диапазона допустимых слоев. В общем случае таких областей в проекте может быть задано несколько, но только одна из них будет выбрана в качестве текущей.
 - No Track Area. Запрещенная для трассировки область. Может быть задана контуром или контуром с заполнением с указанием диапазона допустимых слоев и будет отображаться цветом, назначенным для объектов типа No Track Area на соответствующем слое.
 - No Via Area. Область, в которой не допускается размещение переходных отверстий. Может быть задана контуром или контуром с заполнением с указанием диапазона допустимых слоев и будет отображаться цветом, назначенным для объектов типа No Via Area на соответствующем слое.
 - Copper. Область металлизации на текущем слое, которая может быть соединена с конкретной цепью (рис. 2). Задается только на одном конкретном слое.
 - Profile Area. Область, описывающая внешний контур платы, а также различные вырезы в ней. Может быть задана контуром или контуром с заполнением с указанием диапазона допустимых слоев и будет отображаться цветом, назначенным для объектов типа Profile на соответствующем слое.
 - Template. Область металлизации на текущем слое, которая может быть соединена с конкретной цепью. Задается только контуром с указанием диапазона допустимых слоев.
- Перечень типов объектов, которые пользователь может создавать и редактировать, в RIF-файле описываются в разделе .cfg. Если какой-либо тип здесь отсутствует, то в диалоговом окне Create/Edit Shape он будет неактивным.
2. В выпадающем списке выберем тип объектов Template.

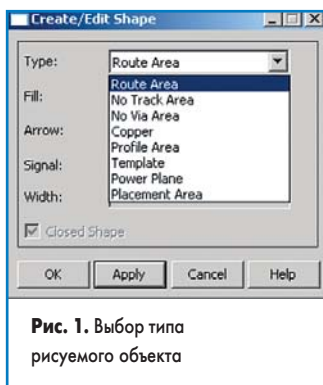


Рис. 1. Выбор типа рисуемого объекта

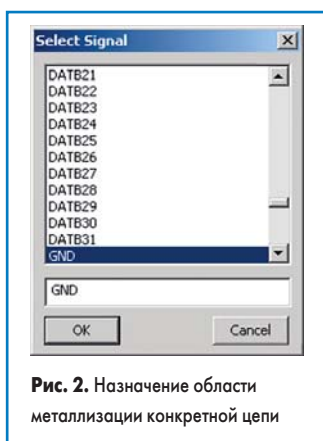


Рис. 2. Назначение области металлизации конкретной цепи

3. Нажмем кнопку Signal, которая будет единственным активным элементом в окне Create/Edit Shape. В появившемся окне Select Signal выберем имя цепи GND и нажмем кнопку ОК.

Примечание. Имя цепи можно просто ввести в текстовом поле, расположенном в нижней части окна. При вводе следует соблюдать регистр, так как система различает прописные и строчные символы.

Теперь в окне Create/Edit Shape для текущего объекта Template будет задана цепь GND.


4. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Create/Edit Shape.

5. Выполним команду View/Toolbars/Create/Edit Shape и включим на отображение панель инструментов Create/Edit Shape. На данной панели инструментов имеются кнопки, дублирующие команды из раздела меню Utilities/Create/Edit Shape и позволяющие:

- Рисовать объекты заданного типа определенной формы: прямоугольник (Rectangle), окружность (Circle), ортогональный полигон (Orthogonal Polygon) и полигон произвольной формы (Free Angle Polygon). Если добавляемый объект располагается целиком внутри другого залитого объекта данного типа, то он автоматически формирует вырез в нем. Исключение составляют объекты типа Template, служащие для формирования областей заливки и обрабатываемые особым образом.
- Модифицировать имеющиеся объекты: параллельно перемещать сегменты контура без его разрыва (Move Segment); разбивать сегменты на две части с последующим параллельным перемещением одной из них (Break Segment); перемещать выбранную вершину в любое место (Move Corner); разбивать сегменты на две части с последующим перемещением вершины (Add Corner); удалять выбранную вершину (Delete Corner); преобразовывать прямой сегмент в дугу (Line to Arc) и наоборот дугу в линию (Arc to Line).
- Модифицировать пары пересекающихся объектов: объединять два объекта одного и того же типа в один (Merge Two Shapes); вычитать второй объект из первого (Intersect Two Shapes); удалять имеющийся в объекте вырез (Delete Cutout).


Кроме того, пользователь может перемещать любые незафиксированные объекты. Если объект является залитым, то все вырезы будут перемещаться вместе с ним. Если объекты находятся внутри другого незалитого объекта, то они обрабатываются индивидуально, пока не будут преобразованы в вырезы принудительно.

При объединении двух объектов результирующий объект будет наследовать атрибуты первого объекта, поэтому следует внимательно относиться к порядку выбора объединяемых объектов.


6. Выполним команду меню View/Frame или нажмем кнопку  на панели инструментов.

7. С помощью мыши зададим окно охвата таким образом, чтобы на экране оптимально отображался правый верхний угол платы с микросхемами U45 и U46 и расположенными вокруг них дискретными компонентами.

8. Выполним команду меню Layer и в появившемся окне Layer Setting зададим текущий слой Layer 7 (Inner 1), нажмем кнопку Apply и закроем окно.

9. Выполним команду меню Utilities/Create/Edit Shape/Rectangle или нажмем кнопку  на панели инструментов.


10. С помощью мыши зададим прямоугольник, охватывающий микросхемы U45, U46 и большинство остальных компонентов, но не касающийся контура платы.

11. Выполним команду меню Utilities/Create/Edit Shape/Circle или нажмем кнопку  на панели инструментов.

12. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на середине левой вертикальной стороны только что заданного контура полигона, чем зададим центр окружности.

13. Сдвинем указатель мыши вверх, зададим радиус окружности и щелчком левой кнопки мыши завершим ее рисование.


Мы получили два объекта, которые следует объединить.

14. Выполним команду меню Utilities/Create/Edit Shape/Merge Shapes или нажмем кнопку  на панели инструментов.

15. Щелчком левой кнопки мыши выберем первый объект — прямоугольный контур полигона.

16. Щелчком левой кнопки мыши зададим второй объект — окружность.


Система выполнит объединение двух объектов.

17. Выполним команду меню Utilities/Create/Edit Shape/Orthogonal или нажмем кнопку  на панели инструментов.

18. Нарисуем внутри только что полученного контура другой замкнутый контур произвольной формы. Каждая вершина полигона вводится щелчком левой кнопки мыши, завершение рисования и замыкание контура выполняется двойным щелчком левой кнопки мыши.

Обратите внимание: несмотря на то, что метод рисования называется ортогональным, он допускает рисование сегментов контура не только под углом 90°, но и под углом 45°.


Так как объект Template всегда отображается незалитым, автоматического формирования выреза не произойдет. Зададим вырез вручную.

19. Выполним команду меню Utilities/Create/Edit Shape/Intersect Shape или нажмем кнопку  на панели инструментов.

20. Щелчком левой кнопки мыши выберем первый объект — внешний контур полигона.

21. Щелчком левой кнопки мыши зададим второй объект — внутренний контур.

Система назначит внутренний полигон в качестве выреза в полигоне, заданном внешним контуром, и объединит оба контура в один объект. Проверить это можно очень просто: если навести указатель мыши на вырез, то выделяться будет и внешний контур.

22. Выполним команду меню Utilities/Item Properties или нажмем кнопку  на панели инструментов и выберем контур объекта.

На экране появится окно Item Properties: Shapes (рис. 3) с основными параметрами объ-

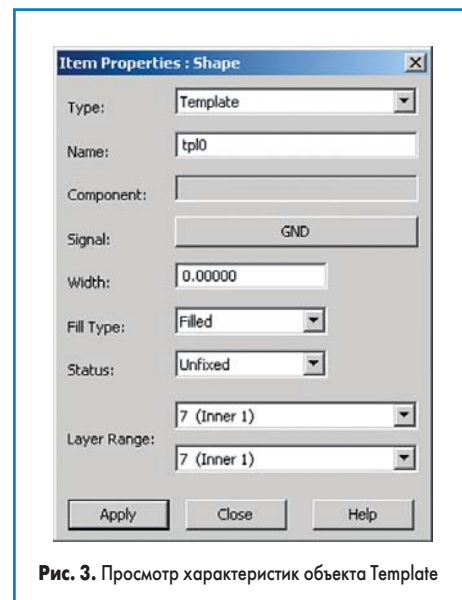



Рис. 3. Просмотр характеристик объекта Template


екта. Здесь можно переименовать объект (поле Name), подключить его к другой цепи (кнопка Signal), заблокировать его (поле Status), а также изменить диапазон назначенных слоев (поля Layer Range). В общем случае здесь также можно изменить способ заливки (поле Fill Type) и ширину линии, которой нарисован контур (поле Width). Однако конкретно для объекта типа Template эти опции не работают, так как полигон Template всегда является залитым, но не отображается, а его контур всегда отображается линией нулевой толщины.

23. Не будем менять никаких настроек, напомним имя созданного объекта tpl0 и нажатием кнопки Close закроем окно.

24. Выполним команду меню Utilities/Create/Edit Shape/Orthogonal или нажмем кнопку  на панели инструментов.

25. Нарисуем еще один контур, который будет включать в себя несколько выводов, соединенных с цепью VDD.

Образованный с помощью этого контура полигон tpl1 позднее мы преобразуем в частичный слой питания (Partial Powerplane).

26. Выполним команду меню Utilities/Item Properties или нажмем кнопку  на панели инструментов и выберем контур объекта.

27. В появившемся окне Item Properties: Shapes нажмем кнопку Signal.

28. В появившемся окне Select Signal введем имя цепи VDD и нажмем кнопку ОК.

29. В окне Item Properties: Shapes нажмем кнопку Apply и затем кнопку Close.

В итоге наша топология примет вид, показанный на рис. 4. Ширина линий контуров здесь увеличена для наглядности.

Заливка областей металлизации

Итак, мы научились рисовать контуры объектов, которые будут использованы для задания различных областей на топологии. В ходе предыдущего упражнения мы определили контуры двух областей металлизации Template, объекты других типов рисуются аналогичным образом. Следует помнить, что все объекты

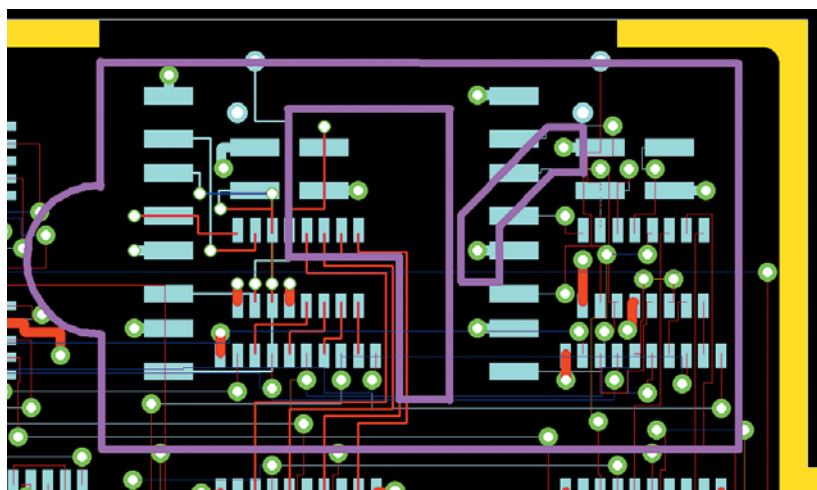


Рис. 4. Контуры полученных объектов Template

должны быть нарисованы на соответствующих слоях.

В ходе следующего упражнения рассмотрим настройку параметров заливки объектов Template.

1. Выполним команду меню Routing/Copper Pour.
2. С помощью мыши выберем первый созданный нами контур с вырезом. Система выполнит заливку полигона и отобразит соответствующий отчет.

3. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета. Обратите внимание, что полигон был залит не полностью, заливкой оказалась лишь верхняя его половина. Это связано с тем, что на слое Inner 1 проходит длинный горизонтальный проводник, принадлежащий другой цепи (не GND) и делящий полигон на две независимые части. Настройки по умолчанию предписывают системе заливать только связанные физически островки меди. Изменим настройки, чтобы полигон заливался полностью.

4. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона и в появившемся контекстном меню выберем команду Template Properties.

На экране появится диалоговое окно Copper Pour, показанное на рис. 5. Здесь задаются все возможные параметры заливки, которые мы рассмотрим несколько позднее. Сейчас нас интересуют опции, расположенные в поле Shapes Retained. Опция Isolated управляет отображением полностью изолированных островков меди. Опция Disjoint управляет отображением островков меди, не связанных с основной

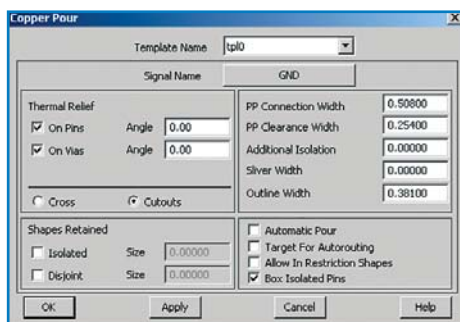


Рис. 5. Настройка заливки объекта Template

частью полигона, но имеющих контакт с ней через переходные отверстия и проводники на других слоях.

5. Включим опции Isolated и Disjoint.

В ставших активными полях Size задается минимально допустимый размер островка меди. По умолчанию здесь используются нулевые значения.

6. Нажмем кнопки Apply и ОК.

7. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона и в появившемся контекстном меню выберем команду Repour.

Система перезальет указанный полигон, оставив свободным от меди только заданный нами вырез (рис. 6). Обратите внимание, что в полигоне присутствуют множество мелких изолированных островков меди.

8. Снова выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона и в появившемся контекстном меню выберем команду Template Properties.

На экране опять появится диалоговое окно Copper Pour, рассмотрим представленные здесь опции и параметры более подробно.

В поле Thermal Relief имеются опции добавления термобарьеров к контактным площадкам (On Pins) и переходным отверстиям (On Via) соответственно. Опции Cross и Cutouts оп-

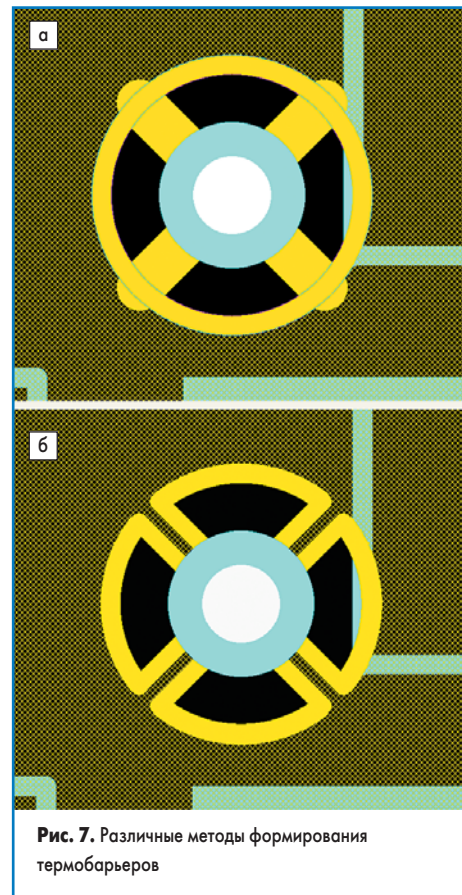


Рис. 7. Различные методы формирования термобарьеров

ределяют метод формирования термобарьеров программой. В случае Cross термобарьер формируется как вырез в полигоне вокруг площадки с заданным зазором (зазор задается параметром PP Clearance Width) с перекрещивающимися проводниками заданной ширины (ширина задается параметром PP Connection Width), повернутыми на определенный угол (рис. 7a). Угол наклона проводников термобарьера отсчитывается относительно оси X против часовой стрелки и задается параметром Angle. В случае Cutouts полигон остается сплошным, а термобарьер формируется дугообразными вырезами (рис. 7б).

В поле Additional Isolation задается значение дополнительного зазора, которое будет добавляться ко всем заданным для цепей зазорам при

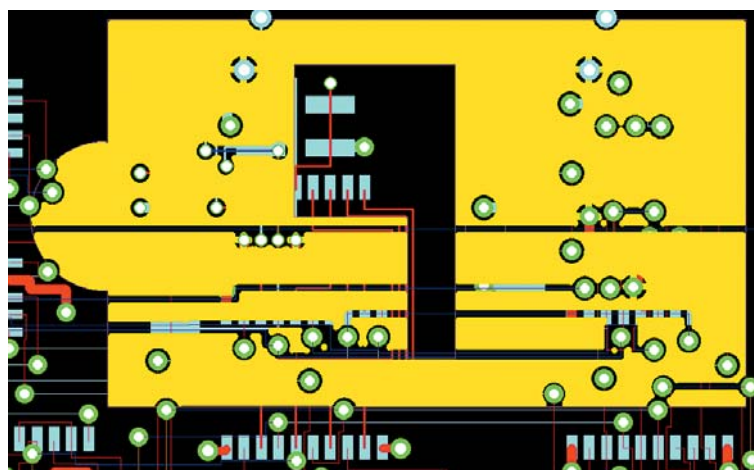


Рис. 6. Заливка полигона без удаления изолированных островков меди

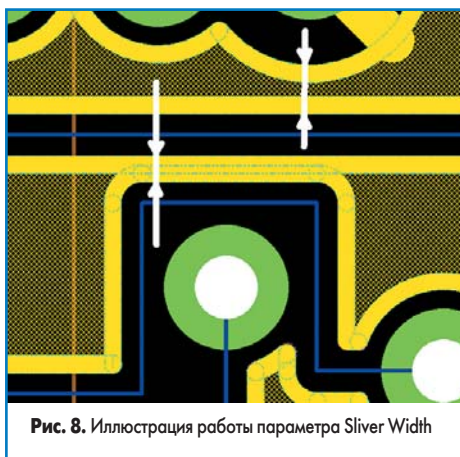


Рис. 8. Иллюстрация работы параметра Sliver Width

заливке полигона. Параметр Sliver Width определяет минимальную ширину перемычек между островками меди. Если пространство между двумя проводниками меньше, чем заданный Sliver Width, то медь «не протечет» между этими двумя проводниками (рис. 8). Параметр Outline Width определяет ширину линии, которой будет оконтурена область металлизации.

Примечание. Не следует путать контур объекта Template и контур полученной на его основе области металлизации.

В поле Shapes Retained расположены уже знакомые нам опции Isolated и Disjoint, управляющие отображением полностью изолированных и обособленных островков меди соответственно. Параметр Size задает размер этих островков как сторону эквивалентного квадрата. То есть если включим опцию Isolated и зададим значение параметра Size, равное 5 мм, то система будет удалять все изолированные островки меди, площадь которых составляет менее 25 кв. мм.

Опция Automatic Pour предписывает программе автоматически в динамическом режиме перезаливать полигоны при любом изменении топологии, например, при интерактивной трассировке проводников, при перемещении переходного отверстия или самого полигона.

Опция Target For Autorouting управляет алгоритмом трассировки при работе с полигоном. Если эта опция выключена, то автотрассировщик работает по стандартной методике, то есть сначала прокладывает проводники, а потом заливает полигон (рис. 9а). При включении опции Target For Autorouting автотрассировщик с самого начала рассматривает по-

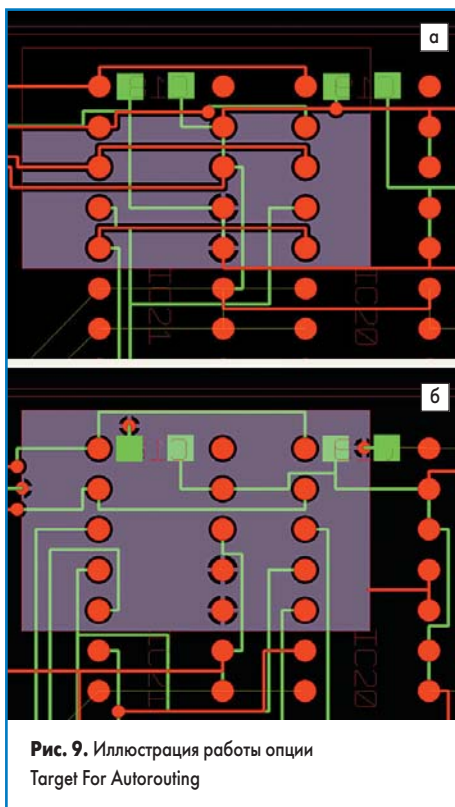


Рис. 9. Иллюстрация работы опции Target For Autorouting

лигон как элемент соответствующей цепи, подключает к нему проводники этой цепи и обходит его по другим слоям проводниками других цепей (рис. 9б).

Опция Allow In Restriction Shapes управляет заливкой полигонов поверх областей типа No Track Area. Опция Box Isolated Pins определяет способ заливки полигона вокруг нескольких близко расположенных контактных площадок и зависит от заданных зазоров и параметра Sliver Width.

9. Сделаем в окне Copper Pour настройки, как показано на рис. 10. А именно: включим формирование термобарьеров по методу Cross с углом наклона проводников 45°; параметры PP Clearance Width и PP Connection Width зададим равными 0,5 мм, а параметр Outline Width сделаем равным 0,2 мм; для изолированных островков меди зададим минимально допустимый размер островка 2 мм.

10. Нажмем кнопки Apply и OK.

11. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона и в появившемся контекстном меню выберем команду Repour.

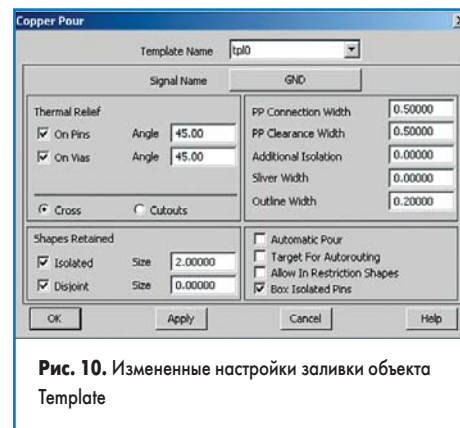


Рис. 10. Измененные настройки заливки объекта Template

Система перезалит полигон согласно сделанным настройкам (рис. 11), а именно: изменит термобарьеры и удалит небольшие изолированные островки меди.

Отметим, что для наглядности отображения полигона здесь выключено отображение проводников и контактных площадок на всех слоях, кроме Inner 1, а сам полигон отображается штрихованным. Все эти настройки делаются в диалоговом окне Appearance, вызываемом командой меню View/Appearance.

Как мы помним, в нашем проекте на слое Inner 1 задана еще одна область заливки, связанная с цепью VDD. Сейчас поверх нее залит полигон tpl0, а электрический контакт осуществляется через сплошной слой питания 5 VDD. Исправим это.

12. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона tpl0 и в появившемся контекстном меню выберем команду Clear Template.

Система уберет заливку и оставит только контуры объектов типа Template. Заливку полигона tpl1, как и раньше, можно выполнить с помощью команды меню Routing/Copper Pour, но мы воспользуемся другим методом.

13. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на контуре полигона tpl1 и в появившемся контекстном меню выберем команду Repour.

Система выполнит заливку полигона и выведет соответствующий отчет. Обратите внимание, что стиль заливки полигона будет отличаться от полигона tpl0, так как каждая область типа Template имеет индивидуальные настройки, в чем легко убедиться, выполнив щелчок правой кнопки мыши на ней и выбрав



Рис. 11. Заливка полигона с новыми настройками

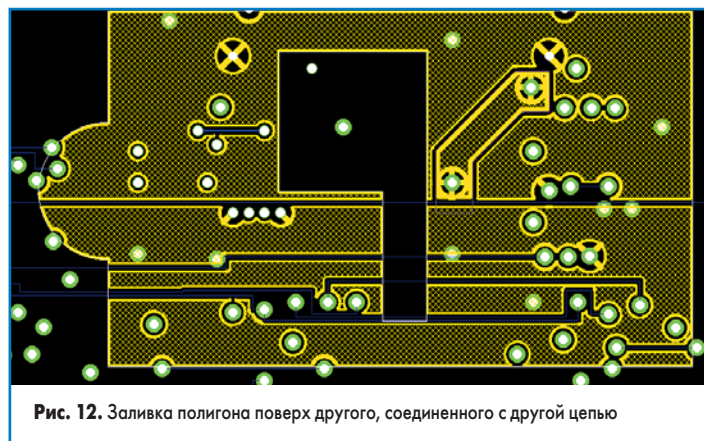


Рис. 12. Заливка полигона поверх другого, соединенного с другой цепью

команду Template Properties. В частности, стиль термобарьеров здесь — Cutouts.

Теперь, когда мы выполнили заливку полигона tp11, можно перезалить большой полигон tp10.


14. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на контуре полигона tp10 и в появившемся контекстном меню выберем команду Repour.

Система выполнит заливку полигона tp10 и отчетет ранее созданный полигон tp11 с использованием зазора, заданного для цепей GND и VDD (рис. 12).

Описанный прием позволяет формировать так называемые разделенные слои питания, когда на одном слое платы может располагаться несколько областей заливки, например, с напряжением питания +5 и +15 В. Аналогичным образом можно организовать заливки аналоговой и цифровой «земли».

Автоматическая заливка полигона

Как мы уже писали ранее, опция Automatic Pour управляет автоматической перезаливкой полигона при редактировании топологии. Посмотрим, как это работает.

1. Выполним щелчок правой кнопкой мыши на залитой части полигона tp10 и в появившемся контекстном меню выберем команду Template Properties.
2. В появившемся окне Copper Pour включим опцию Automatic Pour.
3. Нажмем кнопки Apply и ОК.
4. Выполним команду меню Select/Select или нажмем кнопку  на панели инструментов.
5. Наведем указатель мыши на одно из переходных отверстий в левой закругленной части полигона и нажмем левую кнопку мыши (рис. 13а).
6. Удерживая левую кнопку мыши нажатой, начнем перемещать переходное отверстие вправо.
7. Отпустим левую кнопку мыши.
8. Система зафиксирует новое положение переходного отверстия и перезалит полигон вокруг него (рис. 13б).
8. Снова захватим это переходное отверстие и начнем сдвигать его дальше вправо.

Дальнейшее поведение системы при приближении к препятствиям в виде двух переходных отверстий будет зависеть от настройки автотрассировщика. Если препятствия не зафиксированы, а в трассировщике

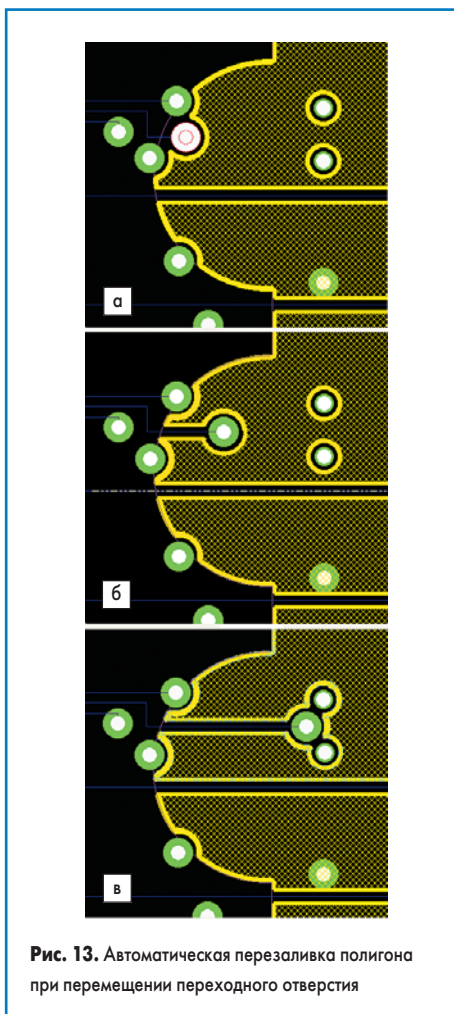


Рис. 13. Автоматическая перезаливка полигона при перемещении переходного отверстия

включена опция расталкивания и запрещены ошибки, то перемещаемое отверстие раздвинет их в стороны. Если препятствия будут зафиксированы, то отверстие упрутся в них с соблюдением заданного зазора и дальнейшее его перемещение будет невозможным (рис. 13в). Если ошибки будут разрешены, то оно просто пройдет сквозь них. Перезаливка полигона также выполняется автоматически при его перемещении. Следует помнить, что для перемещения полигона необходимо захватывать не сами части заливки, а контур объекта Template. Обычно это трудно сделать, так как контур объекта Template отображается линией нулевой ширины и скрывается под границей заливки. В этом случае выбор нужного объекта необходимо выполнять посредством

перебора объектов, находящихся под указателем мыши, с помощью последовательных нажатий клавиши TAB. Информация о выбранном объекте отображается в строке состояния.

Также важно помнить, что при перемещении полигона перемещаются и имеющиеся в нем вырезы. Если вырез при перемещении полигона должен сохранять свое положение относительно других объектов топологии, например, компонентов, то его необходимо организовать не в виде выреза, а в виде запрещенной для трассировки области No Track Area и в настройках полигона выключить опцию Allow In Restriction Shapes.

Пользователь имеет возможность вручную удалять отдельные части заливки полигона. Если в полигоне имеется несколько изолированных островков заливки, то один щелчок левой кнопки мыши выделяет только указанный островок. Если нажать клавишу Delete, то выбранный островок будет удален. Двойной щелчок левой кнопки мыши на любой изолированной части полигона выбирает все островки заливки. Нажатие клавиши Delete в этом случае работает аналогично команде Clear Template.

Кроме того, пользователь имеет возможность редактировать границы конкретного островка заливки с помощью инструментов из раздела меню Utilities/Create/Edit Shape или соответствующей панели инструментов. Следует помнить, что все сделанные изменения будут утеряны после выполнения операции перезаливки в ручном или автоматическом режиме.

В завершение данного упражнения нам остается только выйти из трассировщика P.R.Editor XR без сохранения текущих результатов.

9. Выполним команду меню File/Exit.
10. В появившемся окне Save нажмем кнопку Discard.

Итак, мы рассмотрели большинство основных приемов работы в стандартной версии автотрассировщика P.R.Editor XR, поставляемого с системой проектирования печатных плат CADSTAR. Следующий цикл занятий будет посвящен использованию более мощной версии этой программы, предназначенной для трассировки высокоскоростных печатных плат при подчинении жестким требованиям к обеспечению целостности сигналов. ■