



Система управления правилами в САПР Delta Design

Часть 1

Георгий Шаманов (Москва)

В статье описывается первая отечественная САПР электроники. Delta Design обеспечивает полный цикл проектирования радиоэлектронных устройств. В первой части статьи объясняется, почему для управления правилами проекта необходима система, и показывается, как она реализована в Delta Design.

ВВЕДЕНИЕ

При создании САПР главное – это идея. Вывод клона уже существующей на данный момент на рынке системы не имеет смысла. Таким образом, САПР Delta Design подразумевает не только набор программных средств, но и новые уникальные методологии работы.

Заведение правил – одна из самых трудоёмких задач, выполняемых при разработке проекта печатной платы (ПП). Трудоёмкость возникает по нескольким причинам:

- большое количество типов правил;
- необходимость на некоторых участках платы иметь особые правила.

Рассмотрим подробнее эти причины. Первая связана со сложностью

сохранения целостности электрического сигнала. Например, минимальный зазор от печатного проводника на плате до печатного проводника другой цепи должен быть одним, а до площадки поверхностного монтажа компонента – другим. И, хотя в подавляющем большинстве проектов в разных значениях нет необходимости, правило всё равно приходится вводить, поскольку оно используется регулярно.

Таким образом, существует объективная необходимость в большом количестве разных типов правил. При этом в конкретном проекте может использоваться разное их количество, в зависимости от его сложности.

Необходимость же иметь особые правила возникает объективно по разным причинам. Например, при прохождении печатного проводника между компонентами с высокой плотностью контактов (например, BGA) необходимо уменьшить минимальные зазоры как между проводниками, так и до контактов. В некоторых случаях возникает необходимость установить значение предельных зазоров между двумя конкретными цепями в конкретной области платы, что также усложняет задачу ввода.

Таким образом, функционал должен, с одной стороны, обеспечивать быстрый и удобный ввод данных для простых проектов, с другой – давать возможность установить детальные правила «по месту». Эти противоречивые требования и легли в основу концепции ведения правил в САПР Delta Design: максимальное сокращение и упрощение ввода данных пользователем с одновременным сохранением возможности задавать правила «по месту».

Цепи	Слои и регионы	Набор пра...	Трек к:		СКП к:						
			Треку	СКП	ПО	ПКП	Заливке	Отв.	СКП	ПО	П
Все цепи	Все слои		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0
	SIGNAL_1		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0
	Region0		0.2	0.25	0.25	0.2	0.25	0.4	0.25	0.25	0
	Region1		0.2	0.25	0.25	0.2	0.25	0.4	0.25	0.25	0
	Region2		0.2	0.25	0.25	0.2	0.25	0.4	0.25	0.25	0
IO-NET	Все слои	2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0
NET0026	Все слои		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0
NET0027	Все слои		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0
NET0029	Все слои		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0
NET0030	Все слои		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0
NET0031	Все слои		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0
NET0032	Все слои		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0
NET0033	Все слои		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0
NET0034	Все слои		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.25	0.25	0

Рис. 1. Определение правил зазоров к другим цепям

Реализуется эта концепция за счёт следующих принципов:

- возможность изначально использовать готовые наборы правил;
- предоставление различных способов ведения правил для разной сложности проектов;
- иерархичность ведения правил – правила задаются вначале для платы в целом, а затем уже уточняются для определённых цепей и слоёв;
- возможность определения на плате локальных зон с переопределёнными правилами.

ФУНКЦИОНАЛ РЕДАКТОРА ПРАВИЛ В DELTA DESIGN

Прежде чем перейти к описанию реализации концепции, рассмотрим непосредственно функционал редактора правил.

Все правила в редакторе поделены на домены (см. рис. 1, левое окно). Под доменом понимается группа правил с единым механизмом задания и определения применимости. Выделены следующие домены:

- правила зазоров;
- правила физические цепей;
- правила роутинга.

Домен зазоров содержит правила для установления минимального расстояния между различными участками печатных проводников на плате. Например, минимальное расстояние от площадки поверхностного монтажа компонента до трека (печатного проводника) на плате. Конструктор платы может определить правила для всей платы в целом, для класса цепи, дифференциальной пары или цепи в разрезе по каждому из слоёв (см. рис. 1).

Правила зазоров от конкретной цепи можно определить до всех других цепей или только до класса цепей или отдельной цепи. Таким образом, можно «тонко» управлять зазорами, определив для всех цепей одни правила, а для конкретных классов цепей определяя уже свои значения (см. рис. 2).

Также возможно отдельно определить правила для зазоров в рамках самой цепи: от одних её участков до других. Набор правил для определения таких зазоров совпадает с набором правил, используемых при определении зазоров к другим цепям.

Особняком в данном домене стоят правила, определяемые только для платы в целом или для слоёв платы. К таким правилам относятся: минимальное расстояние от меди до края платы, мини-

мальное расстояние от одного отверстия в плате до другого.

Следующий домен содержит «физические» правила для проводников ПП. Правила определяют ширину проводников, зауженный режим, параметры дифференциальных пар и другие предельные характеристики печатных проводников на плате (см. рис. 3).

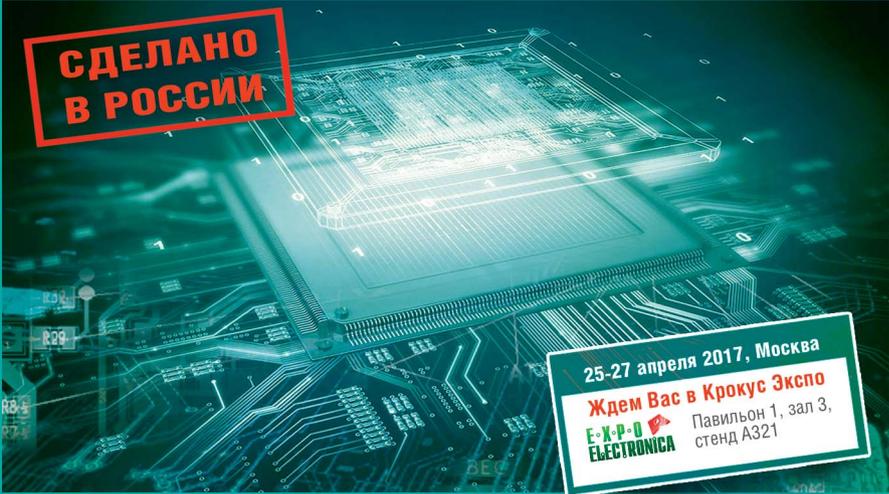
«Физические» правила, аналогично правилам домена зазоров, определяются для платы целиком, а затем могут быть уточнены для класса цепей, диф-

ференциальной пары или конкретной цепи в разрезе слоёв ПП.

Домен трассировки позволяет определить доступность расположения элементов печатного проводника на том или ином слое платы. Например, можно запретить трассировку цепи или расположение области заливки на определённом слое. Запрет или разрешение могут быть установлены не только для конкретной цепи, но и для дифференциальной пары или класса цепей.



САПР электроники



СДЕЛАНО
В РОССИИ

25-27 апреля 2017, Москва
 Ждем Вас в Крокус Экспо
 E-X-P-O ELECTRONICA Павильон 1, зал 3,
 стенд А321

DeltaDesign — 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 TopoR
- Коллективная работа "Workgroup"
- Для предприятий "Enterprise server"

WWW.DD.RU



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ EREMEX

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



Реклама



Цели	Набор правил									
	Все цепи	IO-NET	NET0026	NET0027	NET0029	NET0030	NET0031	NET0032	NET0033	NET0034
[-] Все цепи										
[-] IO-NET					Мин. 3					
[-] NET0026			/12w							
[-] NET0027										
[-] NET0029		Мин. 3								
[-] NET0030										

Цели	Слои и регионы	IO-NET									
		Трек к:	СКП к:					Заливка			
		Трек к:	СКП	ПО	ПКП	Заливка	Отв.	СКП	ПО	ПКП	Заливка
[-] Все слои		1	0,8	0,8	0,9	1	0,4	0,8	0,8	1	1
[-] SIGNAL_1		1	0,8	0,8	0,8	1	0,4	0,8	0,8	1	1
[-] Region0		1	0,8	0,8	0,8	1	0,4	0,8	0,8	1	1
[-] Region1		1	0,8	0,8	0,8	1	0,4	0,8	0,8	1	1
[-] Region2		1	0,8	0,8	0,8	1	0,4	0,8	0,8	1	1
[-] SIGNAL_BO		1	0,8	0,8	0,9	1	0,4	0,8	0,8	1	1

Рис. 2. Определение правил зазоров между классом IO-NET и цепью Net0029

Цели	Слои и регионы	Набор пра...		Трек		Реальн. ...		Зауженный режим	
		Мин	Номинал	Ширина трека	Реальн. ...	Ширина	Длина общ.	М	
[-] Все слои		1	0,2	0,8		0,3	0,3	0,3	0,3
[-] SIGNAL_TO			0,2	0,8		0,3	0,3	0,3	0,3
[-] SIGNAL_BO			0,2	0,8		0,3	0,3	0,3	0,3
[-] IO-NET		2	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0026		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0027		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0029		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0030		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0031		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0032		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0033		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0034		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0035		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0036		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0037		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3
[-] NET0039		Все слои	1	1	1	0,3	0,3	0,3	0,3

Рис. 3. Ведение «физических» правил

Рис. 4. Пример региона с определёнными правилами

Также в Delta Design возможно определение особых правил в локальной области. Для этого необходимо создать в редакторе платы регион (см. рис. 4). Регион является геометрической областью, расположенной на конкретном слое платы, или же он может быть «сквозным». Последнее означает, что регион с одинаковыми правилами существует одновременно в одинаковых границах на всех слоях платы.

Затем для региона необходимо задать, правила каких именно доменов в нём можно переопределять. Также конструктор может ограничить влияние региона конкретными классами цепей, указав их список (поля в синей рамке на рисунке 4). В этом случае правила, определённые в регионе, будут применяться только к печатным проводникам указанных классов цепей.

После этого можно задавать уже сами правила в общей для домена идеологии. При этом регион переопределяет правила для своего слоя. В примере на рисунке 4 в регионе указано изменение правил зазоров от трека к другому треку и планарной контактной площадке для всех цепей проекта.

Таким образом, комбинируя использование регионов и задание правил для слоёв и конкретных цепей, конструктор может решить любую задачу удобным для себя способом.

Перейдём к рассмотрению принципов работы САПР Delta Design, которые позволяют сократить временные затраты на ведение правил проекта. Это:

- предоставление различных способов ведения правил для проектов разной сложности;
- иерархичность ведения правил (правила задаются вначале для платы в целом, а затем уже уточняются для определённых цепей и слоёв);
- возможность использовать готовые наборы правил.

Различные представления данных для проектов разного уровня сложности

Рассмотрим, каким образом реализуется первый из указанных принципов на примере правил зазоров. Для других доменов принцип реализуется аналогично. Сам редактор правил проекта состоит из множества листов. В случае простого проекта конструктор

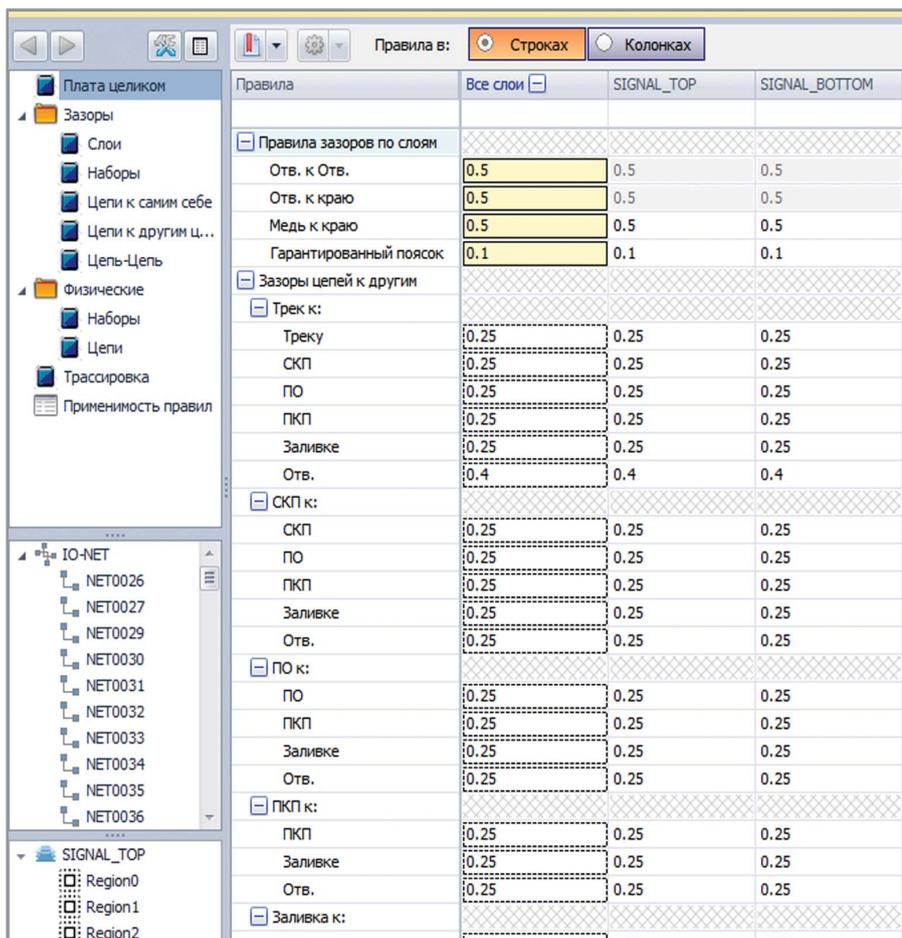


Рис. 5. Лист для задания параметров платы в целом

тор устанавливает правила с помощью первого из них (см. рис. 5).

Как мы видим, все правила зазоров на этом листе определяются для платы в целом или для конкретных её слоёв. Для простых проектов «более глубокое» управление зазорами может быть и не нужно.

В случае, если необходимо задать правила для конкретных цепей, к услугам пользователя листы «Цепь к самим себе» и «Цепь к другим цепям» (см. рис. 1). На этих листах данные уже можно определить для класса цепи или даже для конкретной цепи на конкретном слое.

Если и этого недостаточно, то конструктор переходит к листу «Цепь-цепь» (см. рис. 2) и может определить зазоры для конкретных пар цепей.

Важно, что данные, заданные на листе «Плата целиком» (см. рис. 5), сразу же отражаются на других листах и могут быть в них откорректированы. По сути, конструктор имеет единую модель данных зазоров и несколько визуальных представлений, созданных по принципу «от простого к сложному», для ввода и контроля данных.

ИЕРАРХИЧНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ПРАВИЛ

При задании правил важно сократить количество действий конструктора. Для этого в Delta Design используется принцип «перегрузки» правил на разных уровнях иерархии. Или, если говорить проще, изменения правил для конкретных объектов.

В проекте существует иерархия цепей и иерархия слоёв. Иерархия цепей включает классы цепей, дифференциальную пару и цепь. Иерархия слоёв состоит из слоёв и их классов. В обычной многослойной плате присутствует класс слоёв «Внутренние слои».

Для проекта всегда определены значения правил для всех слоёв и всех цепей платы. Конструктор может изменять их, а также может добавлять особые правила для участников иерархии ниже (и, соответственно, их «потомков» тоже). Таким образом, если конструктор определяет зазор для конкретного класса на всех слоях, то это же правило будет действовать для всех цепей этого класса.

Например (см. рис. 6):

- в проекте задан класс цепей Power, в состав которого входят цепи +5V, +2V и GND;

Цепи	Слои и регионы	Набор пра...	Трек к:
			Треку
	[-] Все слои		0,3
[-] Все цепи	[-] SIGNAL_TO		0,3
	[-] SIGNAL_BO		0,3
[-] Power	[-] Все слои		0,8
	[-] SIGNAL_TO		0,8
[-] +2V	[-] SIGNAL_BO		0,8
	[-] Все слои		0,8
[-] +5V	[-] SIGNAL_TO		0,8
	[-] SIGNAL_BO		0,8
[-] GND	[-] Все слои		0,6
	[-] SIGNAL_TO		0,6
[-] NET0003	[-] SIGNAL_BO		0,6
	[-] Все слои		0,3
[-] NET0005	[-] SIGNAL_TO		0,3
	[-] SIGNAL_BO		0,3
	[+] Все слои		0,3

Рис. 6. Пример переопределения правил зазоров

- на уровне платы задано следующее правило – зазор цепей (трек к треку) 0,3 мм;
- для класса цепей Power значение этого правила переопределено как 0,8 мм, а для цепей +5V и GND – как 0,6 мм (на уровне отдельных цепей).

В результате все цепи платы, за исключением цепей из класса Power, должны быть реализованы треками с соблюдением зазора 0,3 мм. Цепь +2V должна быть реализована треками с соблюдением зазора 0,8 мм, цепи +5V и GND подлежат реализации треками с зазором 0,6 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первой части статьи мы рассмотрели, что умеет редактор правил системы Delta Design, основные принципы ведения правил и то, каким образом они реализованы на практике. Во второй части статьи мы рассмотрим:

- каким образом можно использовать уже готовые наборы правил и, что очень важно, как использовать данные из уже разработанных ранее проектов;
- интеграцию с другими редакторами в системе;
- дополнительные возможности редактора правил, облегчающие ввод данных и повышающие удобство работы.

