

# СИСТЕМА HOT-STAGE КОМПАНИИ ZUKEN

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Сегодня, когда средства поддержки проектирования высокоскоростных печатных плат (ПП), пожалуй, самый "горячий" товар на рынке САПР ПП, многие фирмы продвигают свои решения в этой области. Японская компания Zuken, один из ведущих мировых производителей САПР ПП, предлагает разработчикам продукт Hot-Stage, в котором интегрированы средства анализа целостности сигналов, электромагнитной совместимости, температурного анализа и другие инструменты, позволяющие учесть особенности проектирования высокоскоростных плат уже на ранних стадиях разработки.

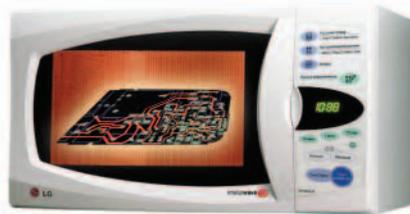
Система Hot-Stage – это набор инструментов, который значительно облегчает разработчикам высокоскоростных печатных плат задачу получения работоспособного проекта с первого раза, без дорогостоящих итераций по выявлению ошибок и повторному проектированию. В основе идеологии системы следующие базовые принципы:

- обеспечение как можно более тесной интеграции всех средств проектирования и анализа в общей программной среде;
- использование единых проектных и технологических ограничений на всех этапах проектирования;
- использование средств прогнозирования результатов на ранних стадиях проектирования, а также заложенных в систему правил и рекомендаций, следуя которым легче получить работоспособные варианты решений.

С помощью инструментов системы Hot-Stage разработчик может проанализировать проект на соответствие всем (электрическим и технологическим) типам ограничений и заранее отбросить неработоспособные варианты. В единой программной среде интегрированы разнообразные средства моделирования и топологического проектирования. Отличительная особенность системы – возможность проведения всестороннего анализа проекта на основе методологии "что-если". Использование сценариев "что-если" позволяет инженерам добиваться оптимальных характеристик платы с учетом требований к целостности сигналов, технологических, температурных и конструктивных ограничений.

Все компоненты системы Hot-Stage условно можно разделить на четыре группы:

- средства задания, хранения и управления проектными и технологическими ограничениями (**Constraint Manager**);
- средства анализа сценариев реализации (**Scenar Editor**);
- средства топологического прототипирования (**Physical Prototyping**);
- средства моделирования (**Simulator**).



Ю.Потапов  
potapoff@eltm.ru

Реальный набор инструментов может достаточно гибко варьироваться в зависимости от потребностей заказчика, но в любом случае управление процессом будет проходить в рамках единого программного окружения системы Hot-Stage, обеспечивающего доступ к общим библиотекам, содержащим информацию об электрических и топологических характеристиках компонентов платы и межсоединений. Надо заметить, что база данных системы поддерживает не только обычные цепи (группа контактов, которые должны быть соединены при трассировке), но и электрические цепи (с включением пассивных компонентов), пути (с активными элементами), дифференциальные пары и шины.

### CONSTRAINT MANAGER

Модуль Constraint Manager можно сравнить с кабиной управления самолета. Здесь задаются данные об исходных требованиях к печатной плате, сюда стекается информация о характеристиках проекта. На основании этих данных можно провести анализ текущей ситуации и принять решение о направлении дальнейших действий.

Для работы с проектными данными в модуле Constraint Manager предлагается чрезвычайно удобный и эффективный интерфейс (рис.1), который объединяет возможности работы с деревом иерархии проекта и электронными таблицами. Работа с деревом иерархии обеспечивает наиболее удобный доступ к объектам (компонентам, цепям, выводам и др.) проекта, а использование

Layer	Min.Zo	Max.Zo	Min.Zo	Max.Zo	Min.Zo
(Ohms)	(Ohms)	(Ohms)	(Ohms)	(Ohms)	(Ohms)
ADDR[7]	60	100	93	93	
ADDR[8]	60	100	63	93	
ADDR[9]			93	93	
ADDR[9]			63	63	
ADDR[9]	60	100	93	93	
ADDR[10]	60	100	93	93	
ADDR[10]			93	93	
ADDR[11]	60	100	63	93	
ADDR[11]			93	93	
ADDR[11]			63	63	

Рис. 1. Контроль параметров цепей в модуле Constraint Manager

электронных таблиц – к данным и характеристикам объектов и групп объектов.

Одновременный доступ к данным в ячейках таблиц возможен как в ручном режиме, так и из программ, работающих в среде системы Hot-Stage, таких как топологические редакторы и редакторы сценариев "что-если", средства моделирования. Результаты моделирования отражаются в таблицах в режиме реального времени и сравниваются с исходными ограничениями. Цветовая подсветка ячеек позволяет легко выявить несоответствие реальных значений параметров исходным ограничениям. Помимо удобной среды отображения данных модуль Constraint Manager предоставляет ряд чрезвычайно полезных дополнительных функций. Например, есть возможность выделения критических цепей (на основе информации о схеме) и автоматической установки для них гибких реалистичных



ограничений. Использование этой функции позволяет избежать излишней жесткости, обеспечивая большую свободу, упрощая размещение и трассировку.

## SCENARIO EDITOR

Программа Scenario Editor – своеобразная виртуальная записная книжка, где можно набросать различные варианты реализации печатной платы, провести предварительный анализ этих вариантов с точки зрения их влияния на электрические параметры проектируемого устройства. На предтопологической и даже на предсхемотехнической стадии можно проанализировать влияние электрических характеристик выбранных компонентов, исследовать различные варианты реализации стека слоев (последовательность и характеристики диэлектрических слоев и слоев металла) печатной платы, поэкспериментировать с последовательностью соединения выводов высокоскоростных цепей. При физическом проектировании можно проводить эксперименты с выбором стратегии трассировки, по подбору резисторов для согласования нагрузок, поиску оптимального соотношения между требованиями топологической реализации и электрическими ограничениями.

Все операции выполняются в удобной графической среде, где отображаются эквивалентные схемы электрических цепей. Структуру и параметры схемы можно редактировать, выбирая последовательность соединения выводов (топологию) цепи, добавляя нагрузочные резисторы в различных точках электрической схемы (рис.2). Учитываются электрические свойства слоев металла и диэлектрика. Сразу можно промоделировать схему, проанализировать различные варианты в режиме "что-если", который предусматривает возможность создания сценариев, описывающих конфигурацию проводников с учетом импедансов и длин сегментов, наличия переходных отверстий и т.д. Основное преимущество сценариев "что-если" в том, что проведение экспериментов возможно без внесения изменений в основной проект. Разделение виртуальных данных "что-если" и фактической проектной информации – основополагающий элемент философии продукта Hot-Stage, позволяющий реализовать эффективный инструмент программной отладки проектов высокоскоростных печатных плат.

Из дополнительных функций программы Scenario Editor стоит отметить редактор конфигурации передающей линии (Configuration Editor) и возможность моделирования на системном уровне группы плат, описанных по технологии EBD (Electrical Board Descriptions). Можно, например, провести моделирование материнской платы совместно с несколькими дочерними модулями памяти. Редактор

позволяет легко варьировать структуру и электрические свойства слоев печатной платы и сразу получать предварительные значения импедансов трасс, оценки перекрестных помех в межсоединениях и на основе этих данных подбирать оптимальные варианты стека слоев.

## PHYSICAL PROTOTYPING

Программы размещения и трассировки системы Hot-Stage тесно интегрированы со средствами моделирования, что позволяет обычный для этапа топологического проектирования контроль технологических ограничений дополнить контролем электрических ограничений. С помощью модуля температурного анализа Hot-Stage Thermal уже на ранних этапах проектирования можно определить точки возможного перегрева платы. В процессе топологического проектирования разработчику доступен ряд функций, помогающих сразу создать работоспособный проект высокоскоростной печатной платы:

- в режиме реального времени отображаются оценки значений перекрестных помех, характеристических импедансов, импульсных выбросов. Прямо из программ размещения и трассировки можно выполнять точное моделирование, результаты которого будут сразу представлены разработчику топологии;
- в средства размещения, помимо контроля технологических ограничений "на лету", встроен механизм учета задержек;
- в автоматическую трассировку встроены средства моделирования. С помощью этих средств анализ характеристик межсоединений проводится непосредственно в процессе их реализации, и адаптивные алгоритмы трассировки учитывают полученные данные таким образом, чтобы результат сразу же соответствовал не только технологическим, но и электрическим ограничениям;
- трассировка проводников с учетом задержек позволяет устанавливать ограничения на параметры сигнала, проходящего через несколько активных компонентов, что бывает особенно полезно при прокладке шин.

Кроме того, для подсистемы Physical Prototyping разработаны специальные стратегии размещения и трассировки, которые обеспечивают хорошие перспективы как с точки зрения целостности сигналов, так и с точки зрения обеспечения трассируемости.

## SIMULATOR

Подсистема моделирования Simulator включает встроенные непосредственно в основное приложение средства моделирования, а также модули расширения **Hot-Stage EMI** и **Hot-Stage PI (Power Integrity)**. Средства моделирования используются подсистемами Constraint Manager, Scenario Editor и Physical Prototyping, результаты моделирования отображаются непосредственно в таблицах Constraint Manager. Встроенные средства могут работать с различными наборами входных данных (как с номинальными значениями сопротивлений и характеристик компонентов, так и с учетом того, что цепи частично или полностью оттрассированы/размещены). Возможен учет взаимного влияния межсоединений. Такая адаптивность и гибкость позволяют использовать встроенные средства моделирования на любой стадии процесса проектирования. Важно, что разработчику предоставляется единый, легкий в освоении интуитивный пользовательский интерфейс, принципы работы с которым не зависят от того, в какой ситуации выполняется моделирование. Система берет на себя заботы о загрузке актуальной информации из базы данных. Надо заметить, что моделирование можно проводить как в частотной, так и во временной областях, с учетом и без учета потерь в линиях связи. Данные по величине положи-

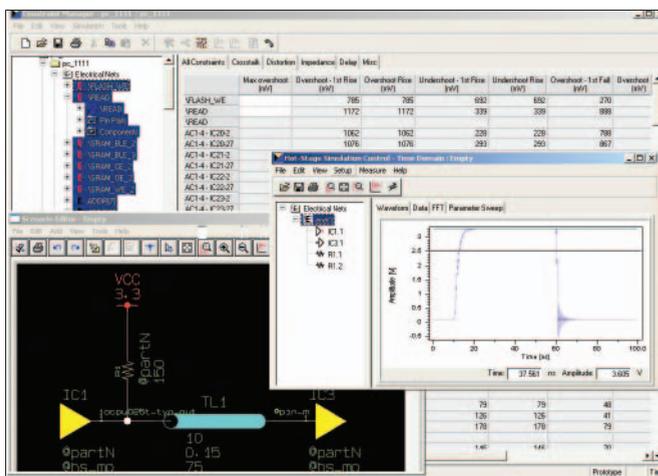


Рис.2. Моделирование сигнала в цепи заданной конфигурации



Рис.3. Анализ спектра излучаемых помех в модуле Hot-Stage EMI

тельных и отрицательных импульсов, возникающих при переключении сигналов, по изменению крутизны фронтов, абсолютная и относительная задержка, а также параметры синхронизации в путях распространения сигнала и шинах рассчитываются и помещаются в таблицы подсистемы Constraint Manager.

### HOT-STAGE EMI

Если заранее не побеспокоиться о соблюдении требований к электромагнитному излучению, может оказаться, что возникнет необходимость полностью перепроектировать печатную плату. Поэтому ранняя оценка параметров электромагнитного излучения очень важна. Модуль Hot-Stage EMI – расширение встроенных средств моделирования системы Hot-Stage – позволяет проводить анализ электромагнитной совместимости устройства как на стадии логической схемы, так и для полностью размещенной и оттрассированной печатной платы. Более того, оценка частотного спектра излучений сигналов на плате возможна еще до проектирования логической схемы (рис.3). По результатам этой оценки можно сформировать требования к технологии изготовления платы или экранирующему корпусу и избежать потенциальных проблем электромагнитной совместимости.

В системе предусмотрена возможность анализа как дифференциального, так и синфазного излучения с указанием цепей, созда-

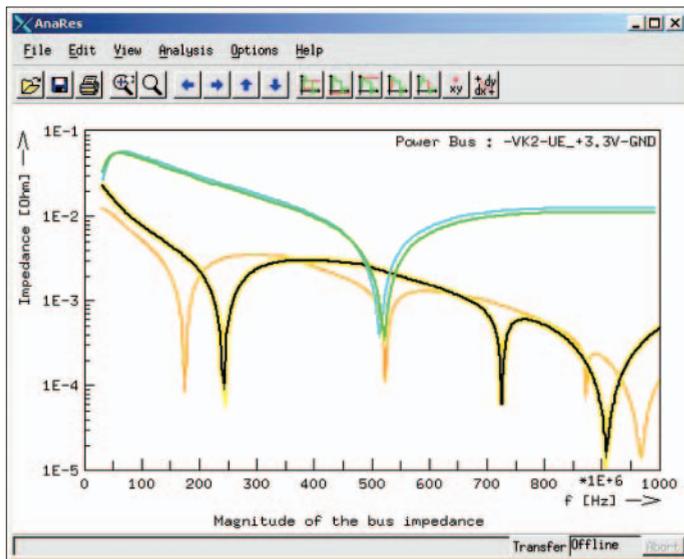


Рис.4. Частотная зависимость импеданса шины питания, полученная в модуле Hot-Stage PI

ющих соответствующие типы излучения на изображении проекта топологии печатной платы. Результаты моделирования могут быть представлены в графическом или табличном виде в удобном для пользователя формате. Состав и представление выходной информации задаются с помощью интуитивного пользовательского интерфейса. Новые алгоритмы анализа излучения, разработанные совместно с консорциумом EMI Expert System Consortium, подтвердили свою эффективность на практике. Модуль Hot-Stage EMI может использоваться как в составе системы Hot-Stage, так и в качестве автономного продукта.

### HOT-STAGE POWER INTEGRITY

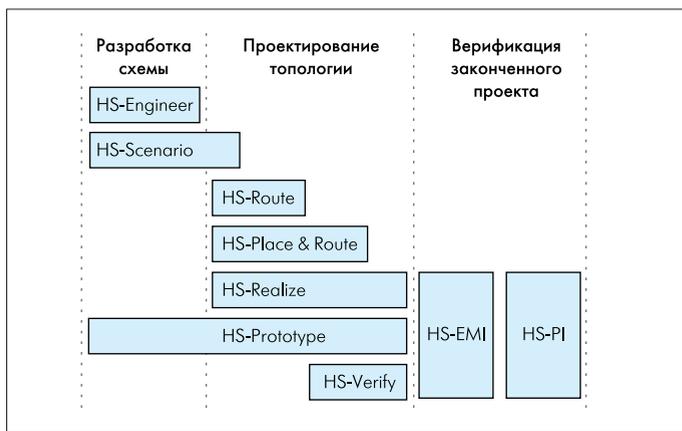
Наличие хорошо спроектированной системы питания весьма важно для обеспечения максимальной производительности устройства независимо от того, относится ли это устройство к бытовой, автомобильной электронике, компьютерам или телекоммуникациям. Но при использовании современных быстродействующих микросхем спроектировать правильную систему питания с первого раза удается далеко не всегда. Во многих случаях для того, чтобы разобраться с отказами, возникающими из-за паразитных индуктивностей, резонансных эффектов в слоях питания, приходится привлекать экспертов по проблемам электромагнитной совместимости.

Модуль Hot-Stage PI предоставляет разработчику возможность выполнять анализ целостности системы питания непосредственно в процессе проектирования печатной платы. Новейшие алгоритмы позволяют решать основные проблемы, возникающие в системах распределения питания, такие как расчет импеданса шин питания (рис.4), анализ помех, возникающих при переключениях, и моделирование электромагнитного излучения. С помощью Hot-Stage PI можно сразу выявить резонансные частоты в слоях питания, уровни помех при переключениях компонентов, оценить эффективность использования развязывающих конденсаторов. Аналогично остальным модулям системы Hot-Stage, Hot-Stage PI имеет развитый пользовательский интерфейс, использует единую библиотеку моделей, поддерживающую форматы IBIS (I/O Buffer Information Specification) и IBIS EBD.

### ВЫБОР КОНФИГУРАЦИИ

Компании, занимающиеся разработками проектов печатных плат, в конечном счете организуют свой маршрут проектирования, оптимизированный с учетом решаемых задач, состава специалистов и финансовых ресурсов. Для обеспечения максимальной гибкости при создании возможных маршрутов проектирования система Hot-Stage предусматривает различные варианты конфигураций, организованных как модули, ориентированные на определенную категорию специалистов: разработчиков схем, специалистов по размещению и трассировке, экспертов по проблемам электромагнитной совместимости (рис.5). Предусмотрен следующий набор модулей:

- Hot-Stage Engineer – модуль формирования системы ограничений на предтопологической стадии;
- Hot-Stage Scenario – модуль формирования системы ограничений на предтопологической стадии с возможностями виртуальной записной книжки и функциями анализа вариантов "что-если";
- Hot-Stage Route и Hot-Stage Place & Route – модули трассировки и размещения с учетом ограничений на задержки и требований электромагнитной совместимости;
- Hot-Stage Verify – модуль посттопологической верификации, включающий средства моделирования, проверку технологичес-



**Рис.5. Модули пакета Hot-Stage и их место в типовом маршруте проектирования**

ких ограничений, использование сценариев "что-если" для доводки платы;

- Hot-Stage Realize – все возможности топологического проектирования, включая средства моделирования и температурного анализа;
- Hot-Stage Prototype – весь набор программ системы Hot-Stage за исключением модулей Hot-Stage EMI и Hot-Stage PI;
- Hot-Stage EMI – анализ электромагнитной совместимости (в дополнение к Realize или Prototype);
- Hot-Stage PI – анализ целостности цепей питания.

В заключение отметим, что все модули системы могут работать под управлением операционной системы Windows XP/2000/NT, в среде Unix, а также в смешанной сетевой среде. ○

## Микропроцессор нового поколения "Эльбрус"

25 января 2005 г. российская компания ЗАО "МЦСТ", занимающаяся разработкой современных микропроцессоров и многопроцессорных вычислительных систем, объявила о завершении разработки конструкторской документации на отечественный микропроцессор нового поколения "Эльбрус". Микропроцессор спроектирован по КМОП-технологии с нормами 0.13 мкм. Для проектирования "Эльбруса" использовался полный маршрут средств САПР верхнего и нижнего уровня компании Synopsys. В компании Alternative Solutions Alt-S, дистрибьюторе фирмы Synopsys в России, подтвердили, что документация на микропроцессор "Эльбрус", подготовленная при участии специалистов этой компании, передана для производства на кремниевую фабрику.

[www.mcst.ru](http://www.mcst.ru), [www.alt-s.com](http://www.alt-s.com)

## Компания Intel объявила о создании лазера на кремнии

С помощью стандартной кремниевой технологии специалисты Intel изготовили на КНИ-подложке микросхему, содержащую восемь комбинационных лазеров, излучающих непрерывный световой поток, который можно модулировать. Для устранения эффекта поглощения излучаемого света материалом подложки разработчики встроили в структуру диода S-образный выступ шириной 1,5 мкм, сводящий излучение в пучок без его поглощения. Для совмещения кремниевого лазера с оптическим волокном достаточно вытравить в пластине канавку, в которой волокно легко располагается.

Кремниевый лазер разработан в рамках проводимой компанией программы формирования оптических соединений для объединения компьютеров, микросхем и компонентов.

Безусловно, кремниевые лазеры появятся на рынке не раньше чем через четыре-пять лет. Но сообщение о создании реального квантового усилителя на кремнии должно вызвать интерес специалистов.