

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борисов С.А., Смолянинов В.В., Терентьев М.Н., Способы создания параметризованной геометрической модели. <http://www.cosmos.rcnet.ru/articles/param.html>
2. Алефельд Г., Херцбергер Ю., Введение в интервальные вычисления: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 360 с.
3. Кучуганов В.Н., Семантика графической информации. Известия ТРТУ. Тематич. вып. "Интеллектуальные САПР". Материалы междунар. научн.-техн. конф. "Интеллектуальные САПР". – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002, №3(26). – С. 157-166.
4. Кучуганов В.Н., Габдрахманов И.Н., Система визуального проектирования баз знаний. – Информ. технологии в инновационных проектах: Труды III междунар. научн.-техн. конф. – Ижевск, 2001. – С. 140-143.
5. Тыгузю Э.Х., Концептуальное программирование. – М.: Наука, 1984. – 255с.
6. Ермилов В.В., Харин В.В., Шалак М.М., Применение кинематических геометрических моделей в концептуальном проектировании. // Труды 14-ой международной конференции по компьютерной графике и машинному зрению «Графикон-2004» (Москва, 6-10 сентября 2004 г.)
7. Лузгин А.А., Ермилов В.В., Оценка сложности машиностроительных деталей на этапе конструкторского дизайна. / Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию ИжГТУ (19-22 февраля 2002 г.). – В пяти частях. Ч.2. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2002. – С. 201-206.

В.В. Курейчик, Е.В. Нужнов, А.А. Полупанов

ОСОБЕННОСТИ СРЕДЫ АНАЛОГОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
VIRTUOSO*

Введение. Настоящая статья продолжает серию статей, связанных с внедрением в учебный процесс кафедры систем автоматизированного проектирования (САПР) Таганрогского государственного радиотехнического университета учебных версий промышленных САПР изделий электроники (заказных интегральных схем (ИС) различной степени интеграции, печатных плат, микросборок и интегральных систем на платах) компании Cadence Design Systems (США) [1-3]. В ней рассматривается среда аналогового проектирования Virtuoso (**Analog Design Environment**) компании Cadence – инструментарий аналогового проектирования и среда моделирования платформы Virtuoso для проектирования заказных СБИС.

Среда аналогового проектирования Virtuoso представляет собой промышленно-стандартизованный инструментарий для анализа и моделирования заказных СБИС, аналоговых и высокочастотных блоков СБИС, а также специализированный инструментарий, управляемый спецификацией платформы Virtuoso.

Платформа разработки заказных СБИС Virtuoso (рис.1) является полнофункциональной системой для быстродействующей, точной кремниевой разработки и оптимизирована для поддержки методологии разработки на всех этапах конструкторского проектирования при разработке заказных СБИС. Virtuoso включает в себя управляемый спецификацией полнофункциональный аналого-цифровой инструментарий, поддерживающий имитацию с общими моделями и уравнениями, значительно ускоряющий размещение, улучшающий кремниевый анализ для технологий 0,13 мкм и ниже.

* Работа выполнена при поддержке программы развития научного потенциала высшей школы РНП.2.1.2.2238

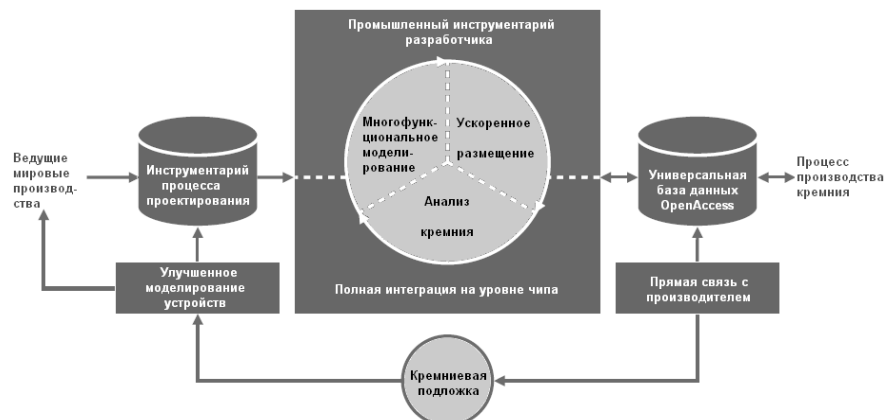


Рис.1. Платформа разработки заказных СБИС Virtuoso

Платформа Virtuoso функционирует в среде САПР Cadence в базе данных CDBA и промышленно-стандартизированной базе данных OpenAccess [4]. С помощью платформы Virtuoso разработчик может достаточно быстро конструировать корректную геометрическую структуру кремниевой подложки от 1 микрона до 90 нм.

Основные свойства и особенности среды аналогового проектирования Virtuoso. Среда аналогового проектирования Virtuoso – это промышленно-стандартизированный инструмент аналогового проектирования, анализа и моделирования заказных СБИС, аналоговых и частотных блоков СБИС платформы Virtuoso [5]. Среда отличается: дружелюбным графическим интерфейсом пользователя, интегрированным волновым дисплеем (оригинальный вариант представления среды), развитые средства анализа, распределённая обработка и интерфейсы с популярными симуляторами сторонних производителей (рис.2).

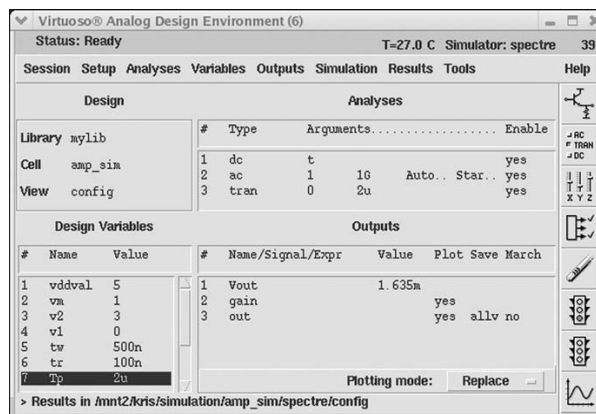


Рис.2. Среда аналогового проектирования Virtuoso

Среда аналогового проектирования Virtuoso обладает следующими преимуществами:

- ◆ сокращает изучение кривых и их характеристик с помощью удобной и интуитивной рабочей среды;
- ◆ обеспечивает максимум гибкости и независимую от симулятора среду;

- ◆ maximизирует эффективность режимов работы при помощи управляемых сценариев;
- ◆ ускоряет процесс отладки при помощи различных встроенных аналоговых инструментальных средств анализа;
- ◆ гарантирует первый успешный проход, используя мощные паразитные возможности моделирования;
- ◆ даёт возможность пользователю быстро обнаружить ошибки схемы с помощью окна визуализации.

Среда аналогового проектирования Virtuoso обеспечивает удобную в работе **интерактивную среду моделирования**, особенностями которой являются:

- ◆ простота изучения и ввода данных;
- ◆ возможность многократного моделирования с различными значениями параметров;
- ◆ понятное и информативное отображением информации о моделировании;
- ◆ поддержка исследования проекта (как при схемном проектировании, так и при размещении);
- ◆ поддержка проектирования с изменением различных параметров;
- ◆ автоматическое создание графиков и распечатка данных моделирования;
- ◆ поддержка пакетного создания сценариев;
- ◆ аннотация схемы проекта с узловыми напряжениями и всей необходимой информацией.

Среда аналогового проектирования Virtuoso имеет всё необходимое для того, чтобы проектировщик смог настроить, выполнить моделирование и проанализировать его результаты. Среда включает множество инструментальных средств для отображения и анализа результатов, полученных из различных сред моделирования Virtuoso (**Spectre Circuit Simulator**, **Virtuoso UltraSim Full-chip Simulator**) или любого другого интегрированного симулятора. Эта мощная возможность постобработки даёт проектировщикам гибкость для визуализации и понимания многих взаимозависимостей в аналоговых, частотных или смешанных сигналах, позволяя быстро, легко и точно определить критические параметры проекта и их воздействие на работу схемы. Среда позволяет гибко переключаться между различными симуляторами, не требуя от проектировщика сброса и установки информации (определение параметров, результаты выходных измерений). Инструментарий включает развитый встроенный язык сценариев (**OCEAN**), основанный на языке программирования **Cadence SKILL**, позволяющий ускорить решение задачи моделирования в автоматическом (пакетном) режиме. Среда аналогового проектирования Virtuoso обеспечивает проектировщику уникальную возможность связи с другими доступными внешними и внутренними симуляторами при помощи интегрированного пакета **OASIS**.

Встроенный волновой дисплей с возможностью анализа сигнала обеспечивает:

- ◆ поддержку множественных Y-осей, ленточных графиков и диаграмм Смита;
- ◆ встроенный волновой калькулятор (рис.3);
- ◆ поддержку независимых дочерних окон в основном окне волнового дисплея;
- ◆ горизонтальные и вертикальные маркеры измерения;
- ◆ независимые возможности панорамирования и изменения масштаба изображения;

- ◆ определяемые пользователем метки и заголовки;
- ◆ цветовой и линейный типы контроля;
- ◆ исследование сигналов.

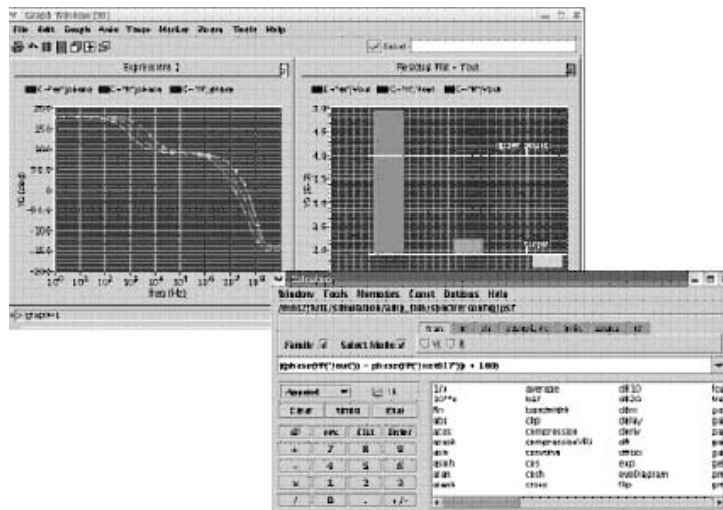


Рис.3. Окно волнового инструментария, содержащее калькулятор

Волновой инструментарий **WaveScan** имеет встроенный волновой калькулятор и обеспечивает полнофункциональную среду для анализа результатов постмоделирования. WaveScan способен обрабатывать все типы данных (аналоговые и аналого-цифровые), включая сигналы содержащие шумы, а также статистические и частотные графики. Он обеспечивает проектировщику полный контроль представления на экране элементов изображения, включая оси, цвета сигналов и меток.

WaveScan также предоставляет разработчику возможность сохранять графики в различных графических форматах (например, PNG, TIFF, BMP), позволяя создавать профессиональные изображения для проектных отчётов. Волновые маркеры и встроенный волновой калькулятор позволяют производить точные замеры сигналов в разнообразных режимах, включая переходные процессы, переменные токи и частотные характеристики. При помощи калькулятора могут быть составлены алгебраические выражения из любой комбинации данных проекта, включая напряжения, токи, различные параметры и точки управления (рис.4,5).

Среда аналогового проектирования **Virtuoso** поддерживает **распределённую обработку данных**. При этом обеспечиваются:

- ◆ поддержка распределённого многократного моделирования;
- ◆ эффективное использование рабочих станций;
- ◆ встроенная загрузка баланса или интерфейс к другому LSF-инструментарю;
- ◆ функции контроля и мониторинга работы над проектом;
- ◆ графические интерфейсы пользователя для настройки и просмотра состояний процесса моделирования;
- ◆ поддержка платформ популярных операционных систем: Solaris (SUN Microsystems), HP-UX (Hewlett Packard), AIX (IBM), Linux.

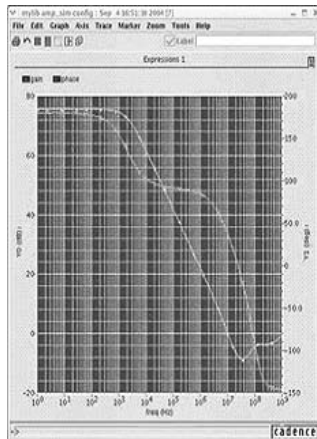


Рис.4. Окно волнового инструментария

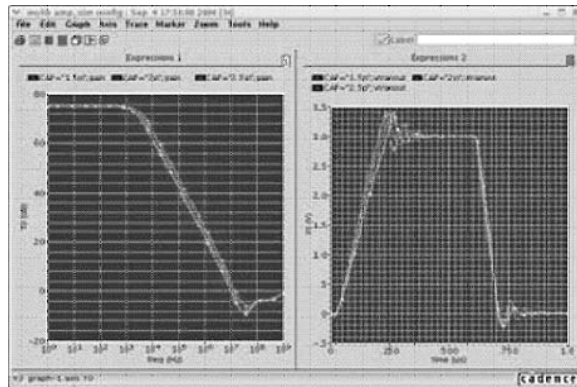


Рис.5. Окно волнового инструментария

Поддержка сторонних разработчиков включает:

- ◆ поддержку интерфейсов коммерческих схемных симуляторов, включая HSPICE, Eldo, SmartSPICE и ADS;
- ◆ возможности поддержки частных симуляторов схем средствами рассматриваемой среды.

Входными данными проекта являются:

- ◆ объекты данных OpenAccess;
- ◆ объекты данных Cadence CDBA;
- ◆ конструкции на языке проектирования интегральных микросхем (язык CDL);
- ◆ описания в формате пакета SPICE.

Выходными данными проекта являются:

- ◆ описания в формате пакета SPICE;
- ◆ описания в «волновом» формате файлов PSF;
- ◆ описания в «волновом» формате файлов SST2;
- ◆ конструкции на языке Cadence SKILL.

Среда аналогового проектирования Virtuoso является неотъемлемой частью платформы разработки заказных СБИС Virtuoso. Она объединяет схемное проектирование и физическое размещение, обеспечивая уникальную возможность моделирования проекта схемы с обнаружением паразитных явлений и простотой сравнения схемы до размещения элементов и после. Инструментарий среды аналогового проектирования Virtuoso поддерживает аналоговые системы в проектах СБИС, обеспечивая полный доступ к поведенческой модели HDL. Инструментарий среды аналогового проектирования Virtuoso также поддерживает методы проектирования на транзисторном уровне, обеспечивая полную аннотацию схемы проекта с узловыми напряжениями и всей необходимой информацией.

Освоение рассмотренных программных средств позволяет обеспечить повышение качества и сокращение сроков автоматизированного проектирования СБИС, а их использование в учебном процессе (лабораторном практикуме, курсовом и дипломном проектировании) – получить опыт реального автоматизированного проектирования с использованием современных программных средств САПР пе-

редовых компаний, повысить заинтересованность, творческий потенциал, профессиональный уровень и квалификацию молодых специалистов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курейчик В.В., Нужнов Е.В. Подготовка инженеров специальности 230104 на основе использования методологии и промышленных САПР компании Cadence Design Systems // Труды Международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы (IEEE AIS'05)» и «Интеллектуальные САПР (CAD-2005)». Научное издание в 4-х томах. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2005, т.4. – С. 98-104.
2. Нужнов Е.В., Ковалев А.В. Варианты использования промышленных САПР компании Cadence Design Systems в техническом университете // Труды Международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы (IEEE AIS'05)» и «Интеллектуальные САПР (CAD-2005)». Научное издание в трех томах. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2005, т.2. – С. 430-436.
3. Курейчик В.В., Нужнов Е.В., Полупанов А.А. Редактор размещения VIRTUOSO для проектирования заказных СБИС // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы (электронный журнал), 2006, № 1(25).
4. Cadence Design Systems, 2006. – www.cadence.com
5. Cadence Design Systems. Products. Custom IC design. Analog Design Environment, 2006. – http://www.cadence.com/products/custom_ic/veditor/index.aspx

Б.К. Лебедев, Р.А. Белогородцев

АЛГОРИТМ МНОГОУРОВНЕВОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ ТРАССИРОВКИ СВЕРХБОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ*

Традиционно проблема трассировки СБИС разбивается на две части - глобальную и детальную. При глобальной трассировке сначала вся трассируемая область кристалла разбивается на прямоугольные дискретные (глобальные ячейки). После этого производится распределение соединений по дискретам и строится модель области трассировки коммутационного поля (КП) в виде решетчатого графа $G=(X,U)$. Вершины этого графа соответствуют глобальным ячейкам, а ребра представляют границы между соседними ячейками. Каждому ребру $u \in U$ приписывается емкость c_u . Это максимальное число трасс, которые могут проходить по этому ребру. Емкость определяется технологией проектируемой СБИС, числом слоев металлизации и размером ячейки.

Алгоритмы глобальной трассировки делятся на «последовательные» и «параллельные». Последовательные алгоритмы включают в себя алгоритмы поиска в лабиринте и лучевые алгоритмы. Большинство параллельных алгоритмов используют формулировку проблемы в виде потока в сети [1] или линейного распределения [2] и позволяют трассировать некоторый набор сетей одновременно. Рассмотренные алгоритмы трассировки требуют большого времени для получения приемлемого решения. В [3] была предложена трехуровневая схема трассировки с дополнительной фазой распределения трасс между глобальной и детальной фазами, которая привела к улучшению времени работы трассировщика. Для решения задач большой размерности также применялись и иерархические методы [4]. С этими методами связаны следующие проблемы: во-первых, решение, принимаемое на более высоком уровне ограничивает решения на низких. Во-вторых, недостаток

* Работа выполнена при поддержке программы развития научного потенциала высшей школы РНП.2.1.2.3193