

ком графе отсутствует и, следовательно, задача коммивояжера для данного графа не имеет решения

В качестве исходных данных при отыскании кратчайшего ГЦ (при решении задачи коммивояжера) для плоского геометрического графа используются следующие: список всех МНУГов анализируемого графа с указанием для каждого МНУГа номеров и количества его вершин, а также длин его ребер. Имя каждого ребра задано номерами инцидентных данному ребру вершин. Кроме того, задана матрица смежности МНУГов, где факт смежности фиксируется не единицей, а количеством смежных ребер. Также задан список вершин графа и список ребер с их длинами, образующими внешний контур графа.

Таким образом, в работе предложены оригинальные методы решения на плоском графе задачи коммивояжера, отыскания ГЦ, получен критерий, позволяющий устанавливать факт отсутствия ГЦ. Эффективность при решении рассмотренных задач обусловлена тем, что оперируем не ребрами, а многоугольниками, образованными ребрами плоского геометрического графа, что существенно сокращает перебор.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. М.: Наука, 1973. – 368 с.
2. Михалевич В.С., Кукса А. Методы последовательной оптимизации в дискретных сетевых задачах. М.: Наука, 1983. 207с.
3. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные алгоритмы и труднорешаемые задачи.- М.: Мир, 1982. – 416 с.
4. Компьютер и задачи выбора. М.: Наука, 1989. – 208 с.
5. Берштейн Л.С., Карелин В.П., Целых А.Н. Модели и методы принятия решений в интегрированных интеллектуальных системах. Ростов/Д. Изд. РГУ, 1999. – 275с.
6. Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. Монография. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998.
7. Карелин В.П., Протасов В.И. Эффективный метод отыскания гамильтонова цикла и решения задачи коммивояжера на плоском графе. Сб. материалов международной конференции "Оптимальные методы решения научных и практических задач-2005". Таганрог, ТРТУ, 2005.
8. Оре О. Графы и их применение. М.: Мир. 1965.
9. Кофман А. Введение в прикладную комбинаторику. М: Наука, 1975. – 480 с.

В.В. Курейчик, Е.В. Нужнов, С.Н. Щеглов, А.В. Иванько

КОМПОНЕНТЫ И СРЕДСТВА ПАКЕТА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ PCB DESIGN STUDIO КОМПАНИИ CADENCE DESIGN SYSTEMS

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) (далее Cadence) [1-4]. Она посвящена компонентам и средствам пакета программ автоматизированного проектирования печатных плат (ПП) PCB Design Studio.

ПП являются основным элементом электронной аппаратуры, выполняя функции несущей конструкции и коммутационного устройства. ПП широко применяются в бытовой технике, аппаратуре средств связи, вычислительной технике, раз-

личных системах автоматизации, контрольно-измерительной аппаратуре, медицинском приборостроении, автомобильной промышленности и других областях промышленной электроники.

Одной из проблем в настоящее время является разработка и производство ПП, соответствующих современному мировому техническому и технологическому уровню для обеспечения конкурентоспособности ПП, которая определяется их качеством, производительностью, надежностью и безопасностью эксплуатации.

Организации, занимающиеся проектированием ПП и предъявляющие современные требования к их оформлению и производительности, широко применяют программные решения от компании Cadence. Созданное Cadence семейство экспертных систем проектирования ПП имело до недавнего времени лишь один существенный недостаток: программы были достаточно дорогостоящими. Ситуацию изменила сама компания-разработчик: технологии Cadence были собраны в пакете программ PCB Design Studio, стоимость которого стала доступной каждой заинтересованной организации, занимающейся автоматизированным проектированием ПП.

Пакет PCB Design Studio не просто предлагает свои варианты решения задач, а уже является самодостаточным, предоставляет совокупность программных средств для сквозного автоматизированного проектирования ПП. На всех этапах проектирования от создания схемы устройства до его выпуска в производство могут применяться только инструменты PCB Design Studio.

На рис.1 показано представление на экране монитора компьютера основных инструментальных средств поддержки сквозного проектирования печатных плат в среде пакета PCB Design Studio.

Для проектирования печатных плат пакет PCB Design Studio предлагает следующий комплект инструментальных средств [5-10]:

- ◆ **PCB Librarian** – библиотекарь ПП, предназначен для создания и сопровождения библиотек компонентов ПП;
- ◆ **Concept HDL** (Hardware Description Language – язык описания аппаратуры) – среда поддержки этого языка, необходимая для схемного ввода, повторного использования ранее созданного проекта и коллективной работы пользователей;
- ◆ **Orcad Capture CIS** (CIS – Component Information System) – система информации о компоненте, захваченная из САПР Orcad, предназначенная для схемного ввода с интегрированными средствами управления компонентами;
- ◆ **Allegro** – редактор топологии ПП, предназначенный для размещения и редактирования топологии электронных компонентов и проводников на уровне платы, а также для вывода результатов разработки изделия на стадию изготовления;
- ◆ **SPECSTRA** – популярный редактор размещения элементов (Placement Editor) и редактор трассировки (Route Editor) для управляемой полуавтоматической контурной трассировки проводников ПП по бессеточной технологии проектирования с управлением ее ограничениями;
- ◆ **SPECSTRA autorouter** – программа контурной трассировки проводников ПП в автоматическом режиме по бессеточной технологии проектирования с управлением ее ограничениями;

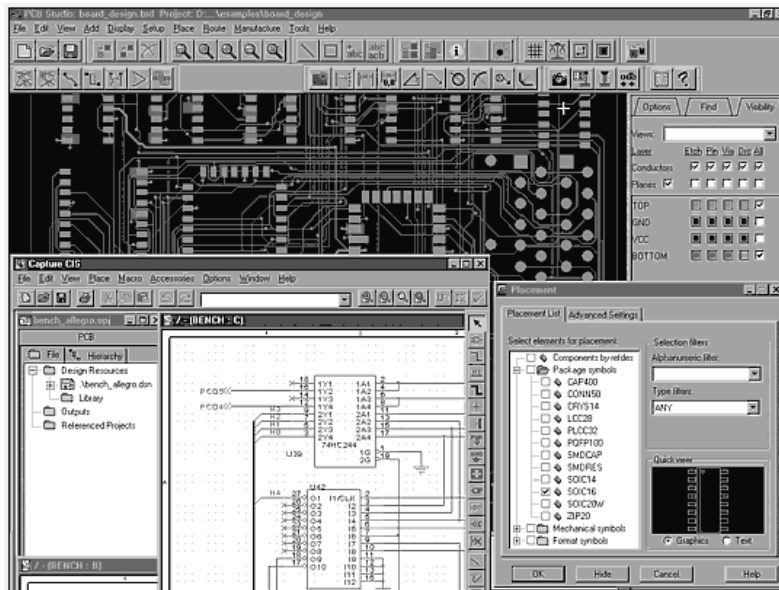


Рис.1. Основные средства PCB Design Studio, применяемые для проектирования печатных плат

В дополнение к стандартному набору инструментов PCB Design Studio предлагает дополнительный набор инструментов:

- ◆ **Allegro Performance Option** – опция представления Allegro, которая предоставляет расширенный набор правил проектирования высокоскоростных ПП. Включает дополнительные средства внутреннего языка SKILL и анализа тестируемости;
- ◆ **SPECCTRA Performance Option** – опция представления SPECCTRA, которая используется для поддержки передовых технологий производства ПП;
- ◆ **SPECCTRA upgrade** – обновление SPECCTRA, позволяющее увеличить допустимое число слоев ПП при автоматической трассировке до 256;
- ◆ **PSpice AD** – дополнение из популярного пакета PSpice, которое применяется для моделирования аналоговых и смешанных (аналоговых и цифровых) сигналов;
- ◆ **Variant Design** – среда проектирования вариантов, обеспечивающая поддержку множества вариантов конфигураций проекта ПП от единого оригинала (применяется только с Concept HDL и Allegro);
- ◆ **Checkplus** – средство для расширенного и заказного контроля правил создания схем (применяется только с Concept HDL);
- ◆ **SPECCTRAQuest Signal Explorer** – средство для исследования свойств сигнала в выбранной цепи на этапах ее предварительной трассировки и последующей оптимизации (пре- и пост-трассировки), а также анализа целостности сигнала.

Рис.2 демонстрирует наглядность и удобство проверки целостности сигнала, выполняемой программой **SPECCTRAQuest Signal Explorer**.

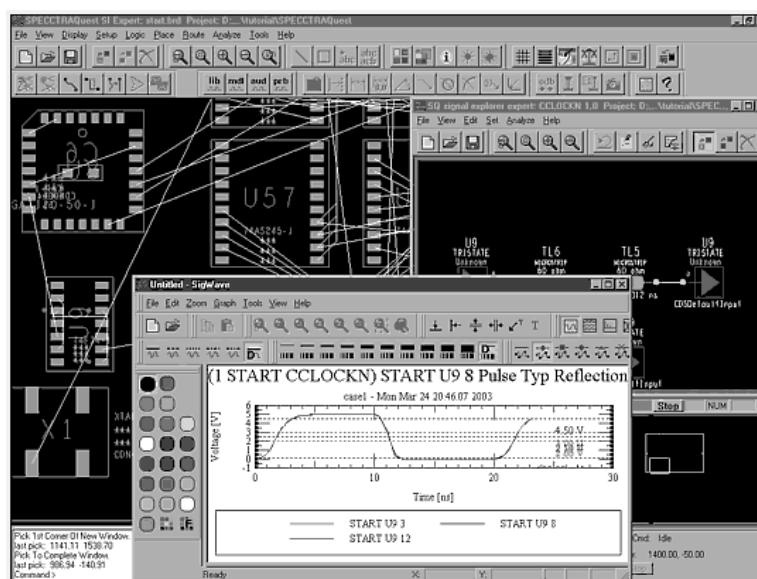


Рис.2. Инструмент для проверки целостности сигнала SPECCTRAQuest

В качестве примера эффективности подхода Cadence в обеспечении развитой поддержки проектировщика рассмотрим возможности средств создания компонентов ПП с помощью программы **PCB Librarian**.

PCB Librarian объединяет в себе удобные инструменты для работы с компонентами ПП при выполнении операций создания, упаковки и контроля качества.

Создание. Инструмент **Part Developer** (разработчик частей) дает возможность создавать, редактировать и тестировать данные логического компонента (его графическое и позиционное обозначение, параметры его выводов и т.д.).

Упаковка. Средства инструмента **Allegro Librarian** предназначены для выбора корпуса компонента, автоматического формирования чертежа его проекции на плату и детального определения размеров всех его видов. Инструмент **Package Design Editor** быстро создает графическое изображение крупных и сложных компонентов с большим числом выводов, таких как сверхбольшие интегральные схемы (СБИС, BGA) и интегральные схемы с программируемой логикой (ПЛИС, FPGA). Описывая детали, проектировщик может устанавливать проектные ограничения: пересечение монтажных зон компонентов и другие параметры, существенные для вывода изделия на стадию изготовления ПП. Инструмент **Allegro Padstack Editor** (редактор «падстеков» (pad – площадка, stack – стопка) – многослойных контактных площадок под выводы компонентов) представляет собой полнофункциональную графическую среду для определения, просмотра и редактирования «падстеков», а также переходных отверстий между слоями металлизации ПП. Инструмент позволяет просматривать наложение как секций, так и слоев металлизации в целом, помогает быстро и безошибочно создавать «падстеки». При этом не потребуется выполнять временные тестовые проекты или анализировать текстовые отчеты.

Контроль качества осуществляется с помощью инструмента **Library Explorer**. Этот инструмент осуществляет проверку правильности создания компонентов ПП с точки зрения систематизации и совместимости. Он устанавливает две области библиотеки: одну для компонентов, которые проектировщик создает или

редактирует, а другую – для готовых компонентов, полностью соответствующих требованиям производства. Компоненты ПП, проверенные с помощью подпрограмм всестороннего тестирования, полностью пригодны для работы.

Таким образом, пакет PCB Design Studio дает проектировщику не только функционально полный набор экспертных инструментальных средств поддержки процесса автоматизированного проектирования достаточно широкого технологического спектра ПП, но и расширяет его информационные и творческие возможности, делает его работу удобной и максимально эффективной. Использование пакета в учебном процессе позволит всесторонне и детально рассмотреть один из ярких примеров создания качественных программных средств САПР, научиться эффективно поддерживать процессы автоматизированного проектирования современных и перспективных ПП, что, несомненно, способствует повышению качества подготовки 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. Особенности среды аналогового проектирования VIRTUOSO // Известия ТРТУ. Тематический выпуск: Интеллектуальные САПР. Материалы Международной научно-технической конференции «Интеллектуальные САПР». – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006, № 8. – С. 105-110.
4. Курейчик В.В., Нужнов Е.В., Полупанов А.А. Особенности схемного редактора VIRTUOSO // Труды Международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы (IEEE AIS'06)» и «Интеллектуальные САПР (CAD-2006)». Научное издание в трех томах. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2006, т.2. – С. 28-33.
5. CAD master. Журнал для профессионалов САПР. 2003, № 4. – www.cadmaster.ru.
6. Баринев С.В., Иванько А.В., Щеглов С.Н. Основные средства автоматизированного проектирования печатных плат компании Cadence Design Systems // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы (электронный журнал), 2006, 1.
7. Средства и технологии проектирования и производства электронных устройств. – EDA Express, 2002, № 5.
8. Cadence Design Systems. Products, 2006. – <http://www.cadence.com/products.htm>.
9. www.crete.cadence.com
10. IEEE Spectrum.

Е.В. Нужнов, А.В. Иванько, С.Н. Щеглов

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СРЕДСТВА ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В СРЕДЕ ПАКЕТА PCB DESIGN STUDIO

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)