

ЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ ЗАКАЗНЫХ КМОП СБИС С ПОНИЖЕННЫМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ

Бибило П. Н., Романов В. И., Черемисинова Л. Д.

Объединённый институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси

Минск, Республика Беларусь

E-mail: bibilo, rom, cld@newman.bas-net.by

Предлагается общее описание процесса логического проектирования, выполняемого в рамках системы КМОП-ЛП, предназначенной для автоматизации проектирования нерегулярных логических схем из библиотечных КМОП элементов. Представлена базовая модель организации сеанса проектирования и перечислены основные проектные процедуры.

ВВЕДЕНИЕ

Сокращение энергопотребления цифровых блоков является одной из важнейших проблем, возникающих при проектировании заказных СБИС, выполняемых по КМОП технологии. Это связано с увеличением числа автономно работающих цифровых систем, в том числе используемых в космической технике [1]. В свою очередь, важным аспектом решения данной проблемы является сокращение сложности (площади) логических схем, так как от нее существенно зависит и величина потребляемого схемой тока. Другим аспектом решения данной проблемы является необходимость оценки значения энергопотребления [2] логических схем.

Далее описывается процесс проектирования, выполняемый в рамках программного комплекса КМОП-ЛП, предназначенного для автоматизации проектирования нерегулярных логических схем из библиотечных КМОП элементов. Основными критериями оптимизации схем здесь являются площадь схемы и ее энергопотребление. Данная система является развитием системы [3], в отличие от которой она ориентирована на анализ и синтез последовательных схем, содержит развитые средства оценки энергопотребления схем в разных режимах работы и на разных уровнях, а также тем, что она интегрирована с программными пакетами Questa Sim, LeonardoSpectrum [4] и Accusim II [5] (ф. Mentor Graphics). Система позволяет эффективно выполнять логическое моделирование, оптимизацию и синтез синхронных логических схем по описаниям их поведения на различных языках, повторный синтез логических схем на основе программ выделения комбинационной логики и ее глобальной оптимизации, а также получать оценки энергопотребления схем на основе логического и схемотехнического моделирования.

1. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ В КМОП-ЛП

Процесс проектирования, выполняемый в рамках системы КМОП-ЛП, реализуется в диалоговом сеансе. Отдельный проект представля-

ется набором файлов в отдельной одноименной с ним папке. Там хранится множество описаний проектируемой схемы и сопутствующая информация, например, тесты для проведения моделирования, файлы задержек элементов схемы, журнал проведенного проектирования и прочее. Формально процесс проектирования можно представить графом, вершины которого $\{s_i\}$ соответствуют диалоговым состояниям, в которых проектировщик оказывается в процессе сеанса. В каждом состоянии пользователь инициирует выполнение некоторых проектных процедур, которые изменяют полученное к этому моменту описание проектируемой схемы, либо определяют режимы, дополнительные данные и дальнейший путь развития процесса проектирования. На рис. 1 представлена графовая модель сеанса проектирования.

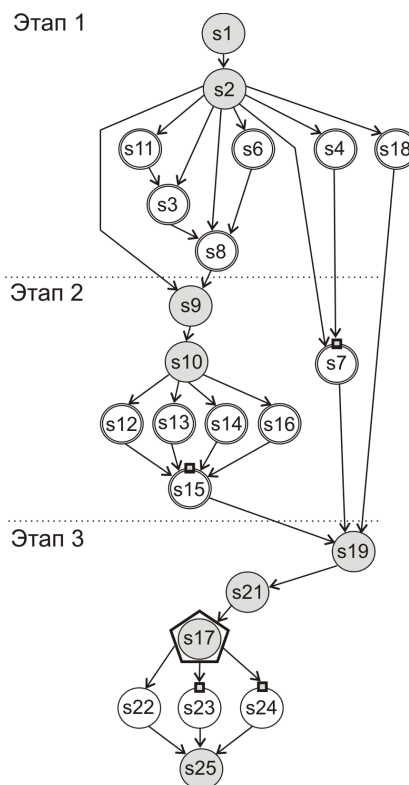


Рис. 1 – Графовая модель сеанса проектирования в системе КМОП-ЛП

Вершины, отмеченные на рисунке серым цветом (s1, s2, s9, s10, s19, s21, s17, s25) не инициируют изменение описания проектируемой схемы, в то время как вершины, обозначенные двойным кружком (s3, s4, s6, s7, s8, s11, s12, s13, s14, s15, s16) связаны с реализацией процедур, меняющих описание схемы. Вершины обозначенные одинарным кружком и не закрашенные серым (s22, s23, s24) связаны с проведением моделирования и оценки подготовленных тестов. Многоугольником на схеме отмечена вершина s17, в которой может быть осуществлено построение тестов, используемых при моделировании. Ряд вершин на рисунке дополнительно помечены маленькими квадратами, что означает подключение в соответствующих состояниях внешних программных продуктов (s7, s15 – синтезатора LeonardoSpectrum, s23 – системы моделирования Questa Sim, s24 – системы схемотехнического моделирования Accusim II). Кроме того на рисунке все состояния подразделяются по этапам. На этапе 1 осуществляется привязка к проекту исходного описания схемы, подготовка соответствующего описания на языке моделирования (SF [6] или VHDL), выделение для оптимизации комбинационной части схемы проекта. Этап 2 группирует в себе возможности синтеза схемы и проведения оптимизационных преобразований. На этапе 3 осуществляется подготовка тестов и проведение моделирования с последующей оценкой энергоемкости построенных схем.

Для предложенной модели маршрут проектирования описывается одним из путей, ведущих от начальной вершины s1 в конечную s25 (полный маршрут) или в какую-либо другую (сокращенный). В силу отсутствия на графе контуров можно перечислить все допустимые маршруты.

Выбор маршрута самым существенным образом зависит от представления исходных данных, которые могут быть следующих типов:

1. Синтезируемые алгоритмические VHDL-описания цифровых схем [4];
2. Синтезируемые алгоритмические описания конечных автоматов на языках VHDL и SF;
3. Структурные описания (netlists) логических схем из библиотечных КМОП элементов на языках VHDL и SF;
4. Функциональные описания комбинационной логики на языках VHDL и SF;
5. Иерархические функционально-структурные SF-описания логических схем.

Все диалоговые состояния сеанса реализуются с применением сходных по изображению кадров (см. рис. 2).

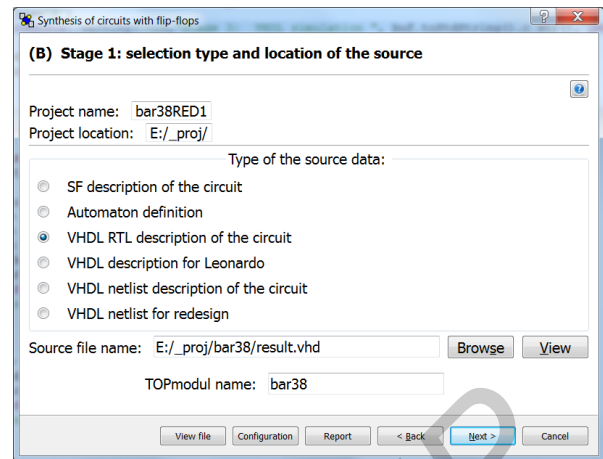


Рис. 2 – Пример кадра реализации диалогового состояния в системе КМОП-ЛП

На рисунке видно, что наряду со специфическим управлением, отображаемым в средней части кадра, всегда обеспечивается доступ к некоторому набору глобальных функций, таких как управление навигацией, просмотр файлов с данными и настройка конфигурационных параметров.

Система КМОП-ЛП позволяет производить оптимизацию и синтез КМОП схем с учетом площади и энергопотребления, а также быстро оценивать варианты синтезируемых КМОП схем по площади, быстродействию и потребляемой мощности на этапе логического проектирования.

II. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоус, А. И. Космическая электроника / А. И. Белоус, В. А. Солодуха, С. В. Шведов // – М: Техносфера, – 2015. – Кн. 1. – 696 с.
2. Белоус, А. И. Методы минимизации энергопотребления при проектировании КМОП БИС / А. И. Белоус, И. А. Мурашко, В. С. Сякерский // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2008. – № 2. – С. 39–44.
3. Автоматизация логического синтеза КМОП схем с пониженным энергопотреблением / П. Н. Бибило [и др.] // Программная инженерия. – 2013. – № 8. – С. 35–41.
4. Бибило, П. Н. Системы проектирования интегральных схем на основе языка VHDL. StateCAD, ModelSim, LeonardoSpectrum / П. Н. Бибило // – М: СОЛОН-Пресс. – 2005, – 384 с.
5. Eldo User's Manual, – v.6.5_1, – 2005.
6. Бибило, П. Н. Логическое проектирование дискретных устройств с использованием производственно-фреймовой модели представления знаний / П. Н. Бибило, В. И. Романов // – Минск: Беларусь. наука. – 2011, – 279 с.