

4. Интерфейс СМ-3 — КАМАК типа 106А, 196В. Инструкция по обслуживанию 32 776-00000-002. ZZUJ «POLON», ZPE, 02—673. Warszawa, 1973.
5. Ball F. e. a. CERN-NP, CAMAC Note N—43—00. Geneva, 1973.
6. Балагуров А. М., Миронова Г. М., Островной А. И. Программное обеспечение системы накопления информации дифрактометра ДН-2 на импульсном реакторе ИБР-2. — ОИЯИ, Р10-84-440. Дубна, 1984.
7. Островной А. И. Монитор для специализированных систем автоматизации экспериментов. — В кн.: Структура, технические средства и организация систем автоматизации научных исследований (Материалы XV Всесоюз. школы по автоматизации научных исследований). Л.: ЛИЯФ, 1982.
8. Островной А. И., Саламатин И. М. Дисциплина исполнения параллельных процессов в системе САНПО. — ОИЯИ, Р10-81-342. Дубна, 1981.

Поступило в редакцию 8 июля 1985 г.

УДК 681.3.06

В. Г. СЕЛИВАНОВ

(Томск)

СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ БИБЛИОТЕКИ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Реализация алгоритмов моделирования работы электронных схем и решение некоторых других задач автоматизации разработки электронных устройств и производства печатных плат требуют создания библиотеки программ, моделирующих работу элементов схем. В данной статье рассматривается один из возможных способов построения такой библиотеки для микросхем на основе ТТЛ-логики и описан процесс взаимодействия системы моделирования с библиотечными модулями.

Предполагается, что в моделирующем программном комплексе используются два стационарных состояния сигналов («0» и «1»), а также фронты сигналов «0-1», «1-0» и состояния неопределенности [1].

В соответствии с точным справочным описанием параметров и зависимостью выходных сигналов от уровней сигналов на входах [2] для каждого элемента создается программа, реализующая его математическую модель. Исходной информацией для такого программного модуля будет матрица Z описаний сигналов на соответствующих входах микросхемы или иного электронного прибора

$$Z = \begin{vmatrix} a_1, & \dots, & a_n \\ b_1, & \dots, & b_n \\ s_1, & \dots, & s_n \end{vmatrix}, \quad (1)$$

где a_1, \dots, a_n — номера входов элемента; b_1, \dots, b_n — уровни сигналов на соответствующих входах; s_1, \dots, s_n — длительности фронтов сигналов.

Информация о длительности фронтов сигналов используется при расчете возможности возникновения состояния неопределенности. Кроме того, она необходима для определения задержек, которые могут (дополнительно к стандартным для данной серии микросхем) возникать из-за взаимодействия с нестандартными или принадлежащими к другим сериям элементами [3].

Модель возвращает в вызвавшую программу информацию, которую можно представить в виде матрицы Q -описания выходной реакции элемента

$$Q = \begin{vmatrix} C_1, & \dots, & C_k \\ U_1, & \dots, & U_k \\ R_1, & \dots, & R_k \\ P_1, & \dots, & P_k \end{vmatrix}, \quad (2)$$

где C_1, \dots, C_k — номера выходов микросхемы; U_1, \dots, U_k — уровни сигналов; R_1, \dots, R_k — времена задержки сигналов; P_1, \dots, P_k — длительности сигналов на соответствующих выходах элемента.

Модель элемента в предлагаемом способе построения библиотеки не отображает внутренних физических процессов в реальной микросхеме или другом приборе, а сопоставляет входные воздействия с соответствующими выходными реакциями.

Библиотека хранится в виде объектных модулей. Система моделирования, используя эту библиотеку, ориентирована на работу совместно с системой технологического проектирования печатных плат [4], которая формирует информацию о связях в моделируемой схеме и о задействованных в ней элементах. Специальная программа подготовки модели схемы в соответствии с полученной информацией генерирует исходный текст на языке Паскаль программы-библиотекаря, в котором описываются обращения ко всем необходимым для данной схемы библиотечным модулям. Далее в процессе обработки косвенного командного файла подготовки и запуска модели этот текст транслируется, строятся необходимые вспомогательные файлы, задание обрабатывается строителем задач и загружается в память ЭВМ на исполнение.

В системе моделирования предусмотрены два уровня запросов к библиотеке. По запросу первого уровня каждая модель сообщает номера входных и выходных контактов элемента. Этот запрос используется на этапе построения структуры модели для создания ссылочных массивов описаний элементов и связей. В дальнейшем обращение к библиотечным модулям происходит только по запросу второго уровня, по которому работающее с ними задание получает информацию, представимую в виде матрицы L описаний значений сигналов, их длительности и времени задержки на выходах элемента:

$$L = \begin{vmatrix} U_1, \dots, U_k \\ R_1, \dots, R_k \\ P_1, \dots, P_k \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Из вектора $C = \{C_1, \dots, C_k\}$ и матрицы L окончательно формируется матрица Q .

Обращения загруженного в память задания к библиотечным модулям происходит по их справочным наименованиям, которые условимся называть «физическими» именами. Обозначения элементов на схеме будем называть «схемными» именами электронных приборов.

Таким образом, при реализации запроса второго уровня система передает программе-библиотекарию «физическое» и «схемное» имена и входную информацию в виде матрицы Z .

Существенно различаются модели элементов, имеющих память и не имеющих ее. Для моделирования элементов с памятью, кроме «физического» имени и матрицы Z , требуется «схемное» имя элемента. Модуль формирует файл данных, имя которого соответствует «физическому» имени модели. Он будет являться образом памяти модели. Так как одинаковых элементов в схеме может быть несколько, то в общем случае в этом файле формируются подзаголовки, разделяющие образы памяти различных, но однотипных элементов. Каждый из них будет соответствовать конкретной микросхеме и идентифицироваться по ее схемному имени.

Таким образом, внутри этого файла формируется матрица D схемных имен элементов и номеров записей:

$$D = \begin{vmatrix} d_1, \dots, d_s \\ n_1, \dots, n_s \end{vmatrix}, \quad (4)$$

где d_i — i -е схемное имя в последовательности однотип-элементов; n_i — i -й номер начальной записи образа памяти.

Матрица D хранится в первой записи файла. Если запрос по какому-либо элементу к этой модели происходит впервые, то его схемное имя и номер первой для данного образа записи заносится в матрицу D и являются ссылкой на соответствующий массив описания памяти. При последующих обращениях по значению d_i информация может как записываться в этот файл, так и считываться из него. Сами программные модули как для элементов с памятью, так и без нее вызываются из системы по справочным наименованиям микросхем.

Библиотека реализована на языке Паскаль и может быть использована программами, функционирующими в операционной среде ОС — РВ на ЭВМ класса СМ-4.

На данном этапе в состав библиотеки включены модели микросхем 155 и 555 серий. Алгоритмы описаний элементов позволяют программам моделирования работы схем отображать на экране графического дисплея [5] работу схемной логики с учетом задержек, которые вносят компоненты схемы. Для организации графического отображения работы схем использован способ визуализации, примененный в графическом редакторе PED [6].

Библиотечным можно считать и описание такого элемента, как разъем, в том смысле, что работа системы с ним строится по общим для всех моделей правилам. Однако в библиотеке описание этого элемента отсутствует до того момента, как построено задание для конкретной схемы. Это описание строится пользователем в процессе подготовки задания с помощью специальных программ в диалоговом режиме, причем здесь может быть создано любое требуемое число моделей элементов такого типа.

Система моделирования может обращаться также к имеющимся в библиотеке модулям описаний элементов типа «емкость» и «резистор».

ЛИТЕРАТУРА

1. Рюли А. Э., Дитлоу Г. С. Схемотехнический анализ, логическое моделирование и верификация СВИС.— ТИИЭР, 1983, т. 71, № 1.
2. Якубовский С. В., Барканов Н. А., Кудряшов Б. П. Аналоговые и цифровые интегральные схемы.— М.: Сов. радио, 1979.
3. Шагурин И. И. Транзисторно-транзисторные логические схемы.— М.: Сов. радио, 1974.
4. Тючкалов И. В. Структурный подход к задаче размещения разногабаритных элементов.— Автометрия, 1984, № 6.
5. Ковалев А. М., Талынкин Э. А. Графический дисплей растрового типа для систем двухкоординатного проектирования.— Автометрия, 1984, № 4.
6. Талынкин Э. А. PED — графический редактор в системе проектирования печатных плат.— Автометрия, 1984, № 5.

Поступило в редакцию 29 января 1985 г.