

В. Е. МЕЖОВ

(Воронеж)

КОМПЛЕКС 15УТ-4-017 В КАЧЕСТВЕ РАБОЧЕГО МЕСТА СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Универсальный комплекс 15УТ-4-017 на базе мини-ЭВМ «Электроника 100-25» [1] нашел широкое применение как в качестве автономной, так и в составе интегрированных систем проектирования изделий электронной техники. На практике комплекс используется не только для автоматизации рутинных работ, связанных с вводом, проверкой, редактированием, хранением, поиском, преобразованием и документированием алфавитно-цифровой и графической информации, но и для решения достаточно сложных инженерных задач: конструирование топологии интегральных схем, СВЧ-транзисторов, печатных плат, схемотехническое проектирование [2, 3]. В частности, в работе [3] рассмотрены прикладные программные средства комплекса, предназначенные для расчета электрических характеристик цифровых схем. Опыт показывает, однако, что вычислительные затраты на расчет характеристик типовых ячеек и функциональных блоков сравнительно высоки, что не позволяет реализовать диалоговый режим проектирования, т. е. осуществлять вычисления в темпе, соизмеримом с реакцией человека-конструктора.

Решению этой задачи способствовала разработка быстродействующего периферийного процессора (БПП) «Электроника МТ-70М», описание которого приведено в [4]. Этот процессор имеет параллельную структуру, развитую магистральную организацию передачи данных и команд между отдельными блоками и осуществляет конвейерную обработку массивов данных. Включение процессора «Электроника МТ-70М» в состав комплекса 15УТ-4-017 (в качестве внешнего устройства ЭВМ «Электроника 100-25») значительно расширило вычислительные ресурсы системы.

В данной работе рассмотрены некоторые особенности применения периферийного процессора в задачах анализа электрических характеристик.

В статье [3] описан реализованный на комплексе 15УТ-4-017 пакет прикладных программ ПРАЦИС. При его использовании для расчета динамических характеристик схем математическая модель анализируемой схемы представляется в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений (СОДУ), которая решается с помощью неявного метода интегрирования второго порядка. При этом дискретизация исходной СОДУ приводит на каждом временном шаге к системе нелинейных алгебраических уравнений. В результате их линеаризации (с вычислением корректирующей поправки по методу Ньютона) дело сводится к решению на каждом шаге интегрирования линейной системы уравнений. Это требует формирования матрицы полных узловых проводимостей и вектора узловых токов (на основе последовательного обращения к моделям компонентов схем).

Анализ вычислительных затрат на расчет переходных процессов на базе неявных методов интегрирования показывает (табл. 1), что около 90% затрат приходится на формирование и решение систем линейных уравнений. Применение быстродействующего периферийного процессора для реализации именно этих, многократно повторяющихся и естественно векторизуемых этапов вычислений позволило резко сократить время анализа. Данные табл. 2, в которой приведены результаты экспериментальной проверки модифицированного пакета программ ПРАЦИС-М (для комплекса 15УТ-4-017 с процессором «Электроника МТ-70М») при расчете интегральных схем различной сложности и аналогичные параметры программ, работающих на ЭВМ БЭСМ-6, показывают, что включение периферийного процессора в комплекс

Т а б л и ц а 1
Вычислительные затраты на расчет переходных характеристик

Сложность схем (Y—число узлов, K—число компонентов)	Комплекс 15УТ-4-017		БЭСМ-6	
	Общие вычислительные затраты	Вычислительные затраты на формирование и решение систем линейных уравнений	Общие вычислительные затраты	Вычислительные затраты на формирование и решение систем линейных уравнений
Y = 7. K = 8	115 с	102 с	35 с	30 с
Y = 52 K = 76	231 мин	204 мин	50 мин	43 мин
Y = 55 K = 89	174 мин	136 мин	42 мин	35 мин

Таблица 2

Затраты машинного времени на расчет переходных процессов

Сложность схем (Y—число узлов, K— $K = 20$)	Количество генераторов 3	Длительность переходного процесса 16 000	Время расчета		
			Комплекс 15УТ-4-017 15 мин 46 с	Комплекс 15УТ-4-017+ 1 мин 7 с	Δ мин
Y = 22 K = 36	3	16 000	45 мин	2 мин 59 с	6 мин

Таблица 3

Вычислительные затраты на логическое моделирование цифровых схем

Характеристики схем	Комплекс 15УТ-4-017 («Электроника 100-25»)			«Электроника-79»		
	Время моделирования, с	Скорость моделирования, соб./с	Скорость обращения, мод./с	Время моделирования, с	Скорость моделирования, соб./с	Скорость обращения, мод./с
107 типовых элементов 563 линии 6 входов 1 200 — время моделирования (такты) 63 625 — число обращений к библиотеке 27 706 — число событий	314,2	78	203	229,42	108	279
800 типовых элементов 806 линий 6 входов 27 000 — время моделирования (такты) 41 999 — число событий 183 899 — число обращений к библиотеке	728,8	57	252	334,39	125	334
392 типовых элемента 752 линии 7 входов 10 000 — время моделирования (такты) 2 787 — число событий 10 552 — число обращений к библиотеке	81,4	34	130	59,83	46	179

позволило более чем на порядок повысить его возможности и обеспечить лучшие временные характеристики по сравнению с высокопроизводительной ЭВМ БЭСМ-6.

В настоящее время для комплекса 15УТ-4-017 разработан также пакет прикладных программ логического моделирования ПРАЦИС-2. Пакет позволяет осуществлять: ввод и обработку описания схем и входных воздействий; моделирование логики работы схемы во времени; сравнение установившейся реакции схемы на вектор входных воздействий с ожидаемой. Библиотека элементов включает 24 модели типовых элементов (И, И — НЕ, ИЛИ, различные типы триггера и т. п.), а также большое количество моделей микросхем малой, средней и повышенной степени интеграции, что обеспечивает возможность моделирования широкого класса схем различного назначения и сложности. В программе используется событийный алгоритм интерпретативного типа; алфавит моделирования четырехзначный (0, 1 — логические нуль и единица, X — неопределенное состояние, Z — высокоимпедансное состояние); предусмотрен расчет карты режимов микросхем, разрабатываемого цифрового узла.

ПРАЦИС-2 работает под управлением операционной системы МДОС РВ. Он адаптирован для использования на различных ЭВМ семейства «Электроника».

ПРАЦИС-2 обеспечивает логическое моделирование схем сложности до 2000 типовых элементов или 400 микросхем (при емкости оперативной памяти ЭВМ, на которой он реализован, 32 Кслов).

В табл. 3 приведены характеристики использования пакета ПРАЦИС-2 при моделировании схем различной сложности; данные таблицы показывают, что комплекс 15УТ-4-017 может с успехом использоваться для решения задач логического моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Межов В. Е., Ратмиров Н. Л., Талов И. Л., Толстых Б. Л. Применение мини-ЭВМ «Электроника 100-25» в автоматизированной системе схематологического проектирования. — Электрон. пром-сть, 1978, № 10 (70).
2. Межов В. Е., Ратмиров Н. Л., Талов И. Д., Толстых Б. Л. Программное обеспечение системы 15УТ-4-017. — Электрон. пром-сть, 1979, № 6 (78).
3. Межов В. Е., Талов И. Л., Черняев Ю. Н. Прикладное программное обеспечение схематехнического проектирования системы 15УТ-4-017. — Электрон. пром-сть, 1980, № 7 (91).
4. Толстых Б. Л., Талов И. Л., Плотников В. В., Бондарович Г. Г. Быстродействующий процессор «Электроника МТ-70». — УСиМ, 1983, № 4.

*Поступило в редакцию 5 октября 1983 г.;
окончательный вариант — 29 октября 1984 г.*

УДК 681.32.05

М. А. СТАРКОВ, О. Е. ТРОФИМОВ
(Новосибирск)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

Во многих практических задачах требуется восстановить изображение по измеренным исходным данным путем достаточно сложных математических преобразований (обратные задачи геофизики, томография и т. п.). В цифровых методах, как

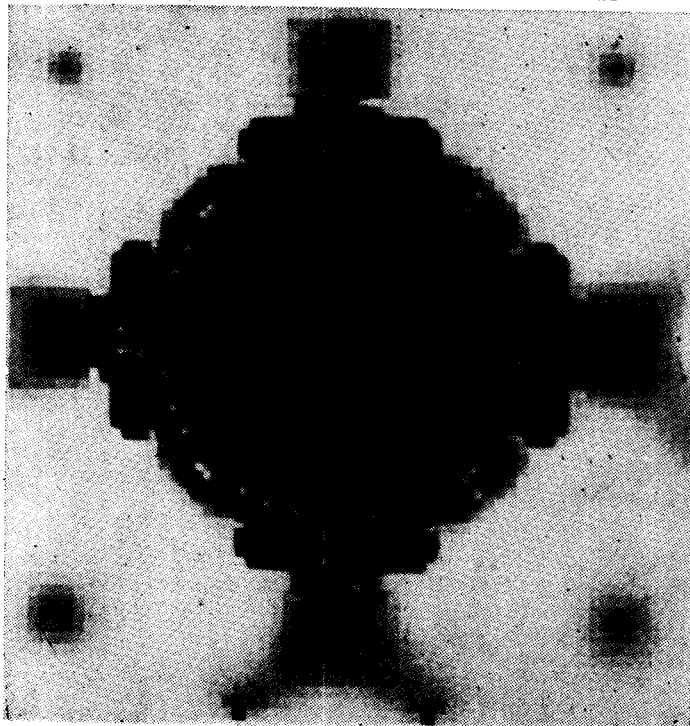


Рис. 1.