

5544/2-79



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

29/12-79

П-217

P11 - 12665

В.Л.Пахомов

СИСТЕМА "ГРАФ"

1979

P11 - 12665

В.Л.Пахомов

СИСТЕМА "ГРАФ"

Направлено на Совещание по применению координатографов АДМАП, Дубна, 1979.

Система "Граф"

Дано реферативное описание программного обеспечения системы автоматизированного проектирования и изготовления печатных плат ядерной электроники - "Граф", работающей на БЭСМ-6. Формулируется общая постановка задачи и излагаются принятые методы ее решения. Описывается структура системы и организации данных. Приводится список выходных данных и форм их представления. Перечисляются типы программно-управляемого оборудования, задействованного в системе.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

"Graph" System

A review description of software for the automatic designing and production of "Graph" printed circuit boards for nuclear electronics system is given. It operates on the BESM-6 computer. General formulation of the problem and methods for its solution are presented. Output data and their format are listed. Automatically controlled devices operating in the system are enumerated.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

В работе дано реферативное описание программного обеспечения системы автоматизированного проектирования и изготовления печатных плат ядерной электроники - "Граф", созданной автором на БЭСМ-6.

Система написана в основном на ФОРТРАНЕ с необходимыми включениями программ на автокоде МАДЛЕН в рамках операционной системы "Дубна" ^{1/}. Общий объем системы - около 30000 операторов на исходных языках.

Главной целью создания системы было сокращение сроков и снижение трудоемкости всего цикла работ по проектированию и изготовлению 1- и 2-слойных печатных плат /ПП/ в условиях НИИ. Создание и модернизация экспериментальных установок, развитие измерительно-вычислительного комплекса требуют разработки и изготовления большого количества типов радиоэлектронной аппаратуры /РЭА/, в основном малыми сериями. Так как в настоящее время наиболее прогрессивна технология печатного монтажа, то проектирование печатных схем стало самым узким местом.

Задача автоматизации проектирования ПП формулируется просто: по данной принципиальной схеме /ПС_х/ блока получить монтажную схему /МС_х/ на заданной площади ПП. Эта задача также просто и решалась бы, не будь так бедны коммутационные возможности 2-слойной ПП. Ограничения на ее площадь и число слоев коммутации делают поставленную задачу проблемной, не поддающейся решению, несмотря на усилия огромного количества математиков во всех промышленно развитых странах мира. Обычно действуя по принципу "разделяй и властвуй", сводят решение общей задачи проектирования к решению нескольких более обозримых подзадач, но и это упрощение приводит к таким нерешенным проблемам математики, как проблема Штейнера, проблема четырех красок, проблема коммивояжера и т.д. ^{2/}.

Можно выделить следующие главные подзадачи автоматизации проектирования:

- ввод графической информации /ПС_х, МС_х/ в ЭВМ, ее контроль и редактирование;
- размещение элементов на ПП;
- трассировка соединений;
- вывод полученной графической /МС_х/ и числовой информации в форме, воспринимаемой как разработчиком, так

и различным технологическим программно-управляемым оборудованием.

Каждая из этих подзадач разбивается, в свою очередь, на большое число внутренних задач.

Для ввода ПСх в системе реализован язык, максимально приближенный к их естественной записи. Например:

— M21 — 12 — R50 — 1 — H2 — 46 — B240 — 10

означает: соединить вывод 12 микросхемы 21, вывод 1 сопротивления 50, вывод 46 разъема 2 и большую контактную площадку, находящуюся на ПП в точке с координатами /240, 10/.

Аналогичный язык реализован и для описания МСх^{3/}.

Ввод данных может производиться с перфокарт, перфолент, дисплея VT-340^{4/}, магнитных дисков, магнитных лент БЭСМ-6^{5/} и МЛ ЕС.

Работа с промежуточными данными на магнитных накопителях идет через операторы прямого доступа^{6/} и программы^{7/}.

На системном файле находится personal library, библиотека стандартных радиоэлектронных элементов и описание для пользователей.

Сервисные программы системы обеспечивают:

- печать описания системы для пользователей;
- печать бланков кодирования ПСх и МСх;
- контроль п/л АДМАПа, полученных на любой ЭВМ;
- сжатие данных ПСх с выдачей их на п/к;
- дублирование п/л;
- приведение данных МСх к стандартному растру;
- перемену координат X и Y во всех данных;
- перевод программ для "Дигиграфа"^{8/} с п/к на п/л;
- подготовку МЛ ЕС для записи в формате УПДМЛ ЕС-9002.

Специальная подсистема полностью обеспечивает формирование пакета задачи для счета путем опроса пользователя при работе за дисплеем^{9/}.

Вывод результатов проектирования производится:

1. На п/к:

- данные МСх на входном языке системы,
- новая таблица размещения элементов.

2. На графопостроитель CALCOMP-565:

- чертежи МСх отдельно каждого слоя платы или их совмещенный чертеж; при выдаче совмещенного чертежа производится запрос оператору на смену пера;

- чертеж схемы размещения элементов;

при выдаче на графопостроитель используются подпрограммы из ГРАФОРа^{10/}.

3. На печать:

- рисунки МСх отдельно каждого слоя платы и их совмещенный рисунок;

- исходные данные, диагностика, таблица неиспользованных выводов элементов, различные статистические данные о ПП и т.п.

4. На п/л:

- для полуавтомата АДМАП программы рисования всей МСх, отдельно каждого типа контактных площадок, проводников, сверления отверстий разного диаметра /всего 8 п/л/, при этом обеспечиваются следующие технологические операции: получение фотошаблонов, рисование лаком по заготовке, сверление, зенковка и защита отверстий /воскование/ /11/;

- для чертежного автомата "Дигиграф ДЗГ.1" программы черчения контактных площадок и проводников /всего 3 п/л/ /8/;

- для координатографа ЭМ-703 /12/ программы обработки контактных площадок и проводников /всего 6 п/л/;

- для графопроектиратора ДРП-3М /13/ данные МСх для ввода в ЭВМ "Наири-2" /всего 2 п/л/;

- данные МСх для программ типа ADTRAN /14/ в свободном формате /всего 2 п/л/;

- данные МСх для программы САМ на ЕС-1010 в жестком формате /всего 2 п/л/.

Всего "Граф" выдает 23 разных п/л.

5. На МЛ и МД:

- данные МСх на входном языке в текстовом виде на архивную МЛ, автоматически пополняется каталог архивного файла,

- на МЛ ЕС выдаются программы работы "Дигиграфа" в формате УПДМЛ ЕС-9002 /блоками по 160 байтов/.

Выдача программ работы всех технологических автоматов идет с оптимизацией движения рабочего инструмента.

Для обеспечения совместимости с аналогичными программами на других ЭВМ сделано следующее:

На ЭВМ PDP-8, ТРА-1. "Электроника-100". Система "Граф" "понимает" входной язык кодирования МСх, используемый на ЭВМ программами типа ADTRAN /14/. Такая кодировка /свободный формат/ используется в "Графе" при описании рисунков, не ложащихся на растр с постоянным шагом /15/. Результат проектирования - данные МСх в свободном формате - выдаются на п/л.

На ЭВМ ЕС-1010. Программы САМ используют также свободный формат кодирования МСх. Кроме этого, они "понимают" и данные в жестком формате системы "Граф". Заказав "Граф"у выдачу на п/к или п/л данных о спроектированной МСх, далее все можно делать на ЕС-1010.

На ЭВМ ЕС-1040. Действует адаптированный вариант системы "Граф"^{/16/}. Адаптация и развитие системы продолжается несколькими организациями. Все входные и выходные данные представляются в форме, идентичной с принятой на БЭСМ-6.

На ЭВМ CDC-6500. Создан пакет программ размещения элементов на ПП^{/17/} /алгоритм конструктивного типа/. Обеспечена совместимость по входному языку описания ПСх. Действуют программы редактирования МСх. Развивается система интерактивного проектирования с использованием графических дисплеев "Tektronix-4014 и -4012".

Управление системой "Граф" построено по иерархическому принципу: главный диспетчер, диспетчеры подзадач, программы обработки. Структура системы оверлейная: 20 разделов 4 уровней с динамической перезагрузкой. Есть специальный раздел пользователя, куда можно включить собственные программы, сформированные по стандартным правилам для нестандартной обработки данных и обеспечения оборудования, не задействованного в системе. Есть вариант системы для работы на БЭСМ-6 в операционной системе ДИСПАК. В целях экономии памяти широко используется упаковка данных. Текстовое представление результатов проектирования на входном языке системы позволяет широко использовать сервис операционной системы и вести работу в итеративном режиме. Входной и выходной языки системы являются расширяемыми в том смысле, что пользователь сам может определять форму всех элементов МСх, подлежащих проектированию и изготовлению. Это делает систему независимой от применяемых конструкций. Максимальный размер рабочего поля автоматической трассировки составляет 246h x 146h, где h - шаг растра, кратный 0,25 мм. Такой размер позволяет проектировать платы стандартов "Вектор", КАМАК и любые другие произвольной формы.

В системе реализованы 2 варианта трассировки: алгоритм Ли /волновой/ и алгоритм магистрального типа^{/18/}. Для нахождения минимального связывающего дерева цепи используется алгоритм Прима^{/19/}. Размещение элементов осуществляется методом парных перестановок в применении к квадратичной задаче назначения^{/20/}. Соотношение автоматической и ручной трассировки и /или/ размещения может определяться пользователем в любых пределах.

В систему "Граф" включены также программы проектирования и изготовления печатных электродов для искровых, дрейфовых и пропорциональных камер^{/21/}.

Автор выражает благодарность Н.Н.Говоруну за поддержку и интерес к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазный Г.Л. Программирование на БЭСМ-6 в системе "Дубна", "Наука", М., 1978.
2. Говорун Н.Н., Пахомов В.Л., Щелев С.А. ОИЯИ, Р11-11504, Дубна, 1978.
3. Пахомов В.Л. ОИЯИ, 10-8468, Дубна, 1974.
4. Веретенев В.Ю., Гуревич М.И., Федосеев В.А. ИАЭ, 2409, М., 1974.
5. Волков А.И. ИАЭ, М., 1974, с. 2351.
6. Веретенев В.Ю. "Информатор", ИАЭ, 2430, М., 1974, № 5.
7. Мазный Г.Л. ОИЯИ, 11-9845, Дубна, 1976.
8. Пахомов В.Л. ОИЯИ, Р11-11918, Дубна, 1978.
9. Ломидзе О.Н., Силин И.Н. ОИЯИ, Р11-10617, Дубна, 1977.
10. Баяковский Ю.М. и др. ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНе. Вып. 1, ИПМ АН СССР, М., 1972.
11. Пахомов В.Л. ОИЯИ, Б1-11-9443, Дубна, 1975.
12. Пахомов В.Л. ОИЯИ, Р11-10356, Дубна, 1977.
13. Пахомов В.Л. ОИЯИ, 11-8624, Дубна, 1975.
14. Шкобин Н.Ю., Эсенски Й. ОИЯИ, 11-8166, Дубна, 1974.
15. Пахомов В.Л., Салтыков А.И., Коротков В.П. ОИЯИ, 11-8642, Дубна, 1975.
16. Ковач Д., Пахомов В.Л. ОИЯИ, 11-12089, Дубна, 1979.
17. Пахомов В.Л., Пырвулеску К. ОИЯИ, 11-10357, Дубна, 1977.
18. Пахомов В.Л. ОИЯИ, Д10-11264, Дубна, 1978 /с. 521-525/.
19. Пахомов В.Л., Пырвулеску К. ОИЯИ, Р11-10634, Дубна, 1977.
20. Катышева О.В., Пахомов В.Л. ОИЯИ, Р11-10679, Дубна, 1977.
21. Пахомов В.Л. ОИЯИ, Р11-9134, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 июля 1979 года.