

8166

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Экз. чит. зала

8166

11 - 8166

Н.Ю.Шкобин, Й.Эсенски

СИМВОЛИЧЕСКИЙ ЯЗЫК
ОПИСАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ И ПРОГРАММА
ADTRAN

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

11 - 8166

Н.Ю.Шкобин,* Й.Эсенски

СИМВОЛИЧЕСКИЙ ЯЗЫК
ОПИСАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ И ПРОГРАММА
ADTRAN

* ОНМУ ОИЯИ.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с непрерывным усложнением схем и конструкций радиоэлектронной аппаратуры, увеличением их номенклатуры и необходимостью сокращения сроков изготовления особое значение имеет автоматизация этапа производства печатных плат. Проектирование и производство печатных плат - работы большого объема и продолжительности - требуют высокой точности.

Одним из возможных вариантов производства печатных плат является использование полуавтомата "ADMAP". Полуавтомат "ADMAP" построен на принципе наращивания, т.е. выполнения поступающих в него команд, а не запоминания координат точек.

Полуавтомат "ADMAP" может управляться как вручную, так и с помощью управляющей перфоленты. Получение управляющей перфоленты ручным способом, с помощью полуавтомата "ADMAP", является трудоемким и длительным процессом. Применение ЭВМ потребовало создать простой в обращении символический язык описания печатной платы и программу "ADTRAN", позволяющую перевести символический язык в управляющие коды полуавтомата "ADMAP". Созданный символический язык является основным для системы изготовления печатных плат /АСКИП/ ^{1/1}.

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

" ADMAP "

Полуавтомат "ADMAP" производит рисование и сверление печатных плат. Основные технические данные приведены в работе /1/.

Сверлильная или рисовальная головка передвигается по любому из восьми направлений на дискретные значения, равные 2,5 или 0,25 мм. В связи с этим были введены термины "большой шаг" и "малый шаг". Максимальный размер платы, выраженный в больших шагах, равен 142x100. В дальнейшем изложении все числа обозначаются в больших шагах.

2. СИМВОЛИЧЕСКИЙ ЯЗЫК ОПИСАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Для ясного понимания дальнейшего изложения материала кратко остановимся на терминологии.

Перфолентой данных называется перфолента с описанием рисунка печатной платы, составленной с помощью символического языка и пробитой на телетайпе. *Управляющие перфоленты* - перфоленты, отперфорированные программой "ADTRAN" и предназначенные для управления полуавтоматом "ADMAP".

Символический язык строится из символов, приведенных в *Приложении 1*. В качестве разделительного знака приняты символы "запятая" (,) и пробел (SPACE), являющиеся эквивалентными и допускающими комбинирование.

Основой символического языка является представление рисунка печатной платы в виде координатной плоскости X-Y. Оси координат выбраны следующим образом: X - горизонтальная, Y - вертикальная. Таким образом, задание координат X, Y точки однозначно определяет ее положение на рассматриваемой плоскости.

Перфолента данных состоит из:

- 1/ названия печатной платы;
- 2/ размеров печатной платы;

3/ описания печатной платы, включающей в себя:

- а/ описание соединений;
- б/ описание блоков;
- в/ вызов блоков.

4/ символа окончания.

Рекомендуется для пробивки перфолент данных использовать редактирующие программы, входящие в математическое обеспечение ЭВМ.

2.1. Название печатной платы

В названии печатной платы могут быть применены все символы, приведенные в *Приложении 1*. Исключение составляют знак "доллара" / \$ - будет определен позднее / и символ "равенство" (=), являющийся признаком окончания названия. Название печатной платы может состоять не более чем из 256 символов.

2.2. Размеры печатной платы

Размеры печатной платы определяют максимальные значения X и Y, которые могут находиться в перфоленте данных. В качестве основной принята прямоугольная конфигурация печатной платы, значения X_{max} и Y_{max} однозначно определяют ее. Исходя из особенностей "ADMAP" /см. п.1/, значения X_{max} и Y_{max} не могут превышать значений 142 и 100, соответственно.

Значения X и Y /здесь и далее/ записываются цифрами в десятичной системе. Целая часть отображает количество больших шагов, дробная - количество малых. Целая часть отделяется от дробной с помощью символа "точка".

2.3. Описание соединений

Соединение задается описанием характерных точек, причем в одной строке описывается только одна точка. Для идентификации видов точек введено их условное обозначение, названное качеством. Качество характеризует действия, которые происходят в данной точке.

Принятые качества точек:

В - большая площадка паяния; обычно применяется

для пайки дискретных элементов; диаметр площадки $2 \text{ мм} < d = 1,5 \text{ мм} + t \leq 2,8 \text{ мм}$, t - ширина линии.

- М - малая площадка паяния; обычно применяется для пайки интегральных схем и для точек перехода на другую сторону платы; диаметр площадки $1 \text{ мм} \leq d = 0,5 \text{ мм} + t \leq 1,8 \text{ мм}$.
- Т - точка перелома, т.е. точка, в которой соединение меняет направление.
- Ј - точка обхода, позволяющая прерывать соединение в указанной точке; величина прерывания соединения - 1 мм.
- С - точка сверления большого отверстия без контактной площадки; применяется в качестве технологического или отверстия в контуре, заливаемого вручную.
- С - точка сверления малого отверстия /аналогично S /.

Введение терминов "большая и малая точка сверления" /большая и малая площадка паяния/ условно и вызвано требованиями печатного монтажа и спецификой полуавтомата "ADMAP". Наиболее часто употребляемые диаметры отверстий: большого - 0,8 мм, малого - 0,6 мм. Большая и малая площадки паяния нормализованы. Требуемые значения их диаметров определялись по методике, приведенной в /4,5/, и ввиду ограниченности места здесь не приводятся.

Точка печатной платы задается в последовательности:

X, Y, ℓ

где X - абсцисса точки /число шагов по оси X /; Y - ордината точки /число шагов по оси Y /; ℓ - качество точки.

Признаком окончания соединения является символ "точка с запятой".

С описанием точки возможно употребление комментария, который отделяется от описания точки символом "наклонная черта" (/) / в одной строке может быть употреблено не более 72 символов/.

Символический язык в принципе может быть применен для описания любого числа слоев печатной платы, но так как он разработан для АСКИП /1/, то и различаются только две стороны, условно названные "+" /положительная сторона/ и "-" /негативная сторона/. Обозначение кодируемой стороны "+" или "-" зависит от пользователя и существенного значения не имеет. Знак стороны ставится перед координатами точки.

Если при пробивке перфоленты данных в описании точки допущена ошибка, то добавление символа "знак вопроса" (?) позволяет при трансляции изъять ее.

Частным случаем описания соединения является описание одиночной точки.

В целях уменьшения объема работы введено упрощение при пробивке перфоленты данных - допускается не употреблять повторяющиеся значения координат и качества точек /но при этом необходимо разделять X , Y и качество символом "запятая" (,) /.

2.4 Описание блоков

На печатных платах могут находиться однотипные части схемы /разводка ИС, сборка и т.д./, описание которых занимает много времени и потому непроизводительно. Поэтому предлагается описывать выбранную часть печатной платы в виде блока в собственной системе координат, а потом производить вызов его на соответствующие места печатной платы.

Описание блока строится следующим образом:

X, Y, N, b

:

:

К

описание соединений, вызовы других блоков,

где: X - размер блока по оси X ; Y - размер блока по оси Y ; N - признак начала описания блока; b - номер блока; K - признак окончания описания блока.

Номер блока b может принимать значения $0.1 \div 99.9$, но пользователю рекомендуется применять $b = 0.1 \div 90.0$. Блоки с номерами $b = 90.1 \div 99.9$ предлагается использовать для библиотеки стандартных блоков.

Допускается в описание блока вводить вызов других

блоков /количество вызовов не ограничивается/, но уровень повторного вызова не должен превышать 6. Запрещается в описание блока вводить описание другого блока.

2.5. Вызов блока

Вызов блока осуществляется следующим образом:

X_a, Y_a, V, b

где: X_a - абсолютная абсцисса начальной точки блока;
 Y_a - абсолютная ордината начальной точки блока; V - признак вызова блока; b - номер вызываемого блока.

2.6 Окончание перфоленты данных

Признаком окончания перфоленты данных является символ "доллар" (\$). При желании перфоленту данных можно разбить на части. В конце каждой части ставится слово "PAUSE" и только в конце последней части ставится символ \$. Название и размер печатной платы приводятся только в первой части.

Пример описания печатной платы приведен в *Приложениях 2, 3.*

3. ПРОГРАММА "ADTRAN"

Программа "ADTRAN" предназначена для преобразования кодов символического языка в управляющие коды полуавтомата "ADMAP" и является многопроходным транслятором. В качестве носителя информации применяется перфолента, что обусловлено применяемым оборудованием.

3.1. Характеристика программы "ADTRAN"

Используемые ЭВМ: TPA-1001, TPA-1, PDP-8.

Язык программы: SLANG.

Объем памяти: 4К или 8К.

Используемые внешние устройства:

телетайп "ASR-33"

считыватель "FS-1500" ("FS-1501",
перфоратор "FACIT".

Минимальный состав оборудования: процессор 4К,
телетайп ASR-33.

Память, занимаемая программой: 0010÷4232

Количество рабочих ячеек: 38₁₀. Рабочие ячейки программы "ADTRAN" расположены в самой программе.

Максимальное количество точек, запоминаемых в буфере блоков: 500₁₀.

Максимальное количество точек, запоминаемых в буфере соединений: 1634₁₀.

Время работы: определяется скоростью работы выходного устройства.

3.2. Описание программы ADTRAN

Программа ADTRAN позволяет из ленты данных путем нескольких проходов получить комплект управляющих перфолент ADMAP-a:

- 1/ для рисования позитивной стороны платы;
- 2/ для рисования негативной стороны платы;
- 3/ для сверления больших отверстий;
- 4/ для сверления малых отверстий.

Проходы разделяются на служебные и технологические. Служебные проходы:

- 1/ запоминание блоков и синтаксический контроль;
- 2/ контроль управляющих перфолент.

К технологическим относятся проходы, в результате которых получают управляющие перфоленты.

Задание прохода, выбор внешних устройств и варианта по памяти осуществляется с помощью клавишного регистра /см. Приложение 4/.

Первым проходом обязательно должно быть запоминание блоков.

При использовании ЭВМ с памятью 4К каждый технологический проход требует чтения перфоленты данных. Наличие у потребителей ЭВМ с памятью 8К позволяет ускорить работу. В варианте 8К при первом проходе запоминаются также описания соединений печатной платы, поэтому управляющие ленты выдаются без чтения ленты данных.

Работа всегда должна завершаться прохождениями контроля управляющих перфолент.

Формат управляющих перфолент:

1/ Название печатной платы в форме, удобной для чтения непосредственно с перфоленты, то есть по моде LEGIBLE PUNCH.

2/ Название технологической операции (LEGIBLE PUNCH).

3/ Вывод сверлильной или рисовальной головки ADMAP из исходного положения в рабочее;

управляющие коды ADMAP,
возврат ADMAP в исходное положение.

4/ Контрольная сумма.

3.3. Диагностика программы.

Программа ADTRAN оснащена развитой системой диагностики. Независимо от вида выводного устройства печать информации об ошибках производится на телетайпе.

Форма печати ошибок:

/xx aa vv /ошибочная строка,

где xx - тип ошибки /см. Приложение 5/; aa - номер перфоленты; vv - номер строки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программа ADTRAN позволяет ускорить процесс производства печатных плат. Подобные трансляторы были созданы в ИИВТА АН Венгрии на ЭВМ Минск-22 и ЭВМ Раздан-3. Отличительными особенностями программы ADTRAN являются ориентация на малую ЭВМ, введение упрощений в описание печатных плат.

Основы построения символического языка были согласованы с ИИВТА АН Венгрии.

Авторы, пользуясь представившейся возможностью, приносят искреннюю благодарность М.Ужоки за помощь, оказанную при оформлении синтаксиса программы, доктору З.Замори за полезные обсуждения и ст. лаборантке Э.Фричевски за техническую помощь.

Литература

1. В.М.Котов, И.Эсенски. Автоматизированная система для конструирования и изготовления печатных плат /АСКИП/. Сообщение ОИЯИ, 10-6164, Дубна, 1971.
2. Introduction to Programming. PDP-8 Family Computers.
3. "ADMAP"-2 - техническое описание. ИИВТА АН Венгрии, 1972.
4. Справочник по печатным схемам, перевод с английского под ред. Б.Н.Файзулаева и В.Н.Квасницкого М., Советское радио, 1973.
5. А.Б.Аренков. Печатные и пленочные элементы радиоэлектронной аппаратуры М., Энергия, 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 августа 1974 года.

Приложение 1

Применяемые символы

Символ	Код ASC-II	Примечание	Символ	Код ASC-II	Примечание
	211	TAB	?	277	
	212	Line Feed	∅	260	Цифра
	215	Return	.		
	240	Space	.		
\$	244		9	271	
(250		A	301	Буква
)	251		.		
+	253		.		
,	254	Запятая	Z	332	
-	255		[333	
.	256	Точка]	335	
/	257			377	КВВОУТ
=	275				

Схематичное изображение платы.

Приложение 2

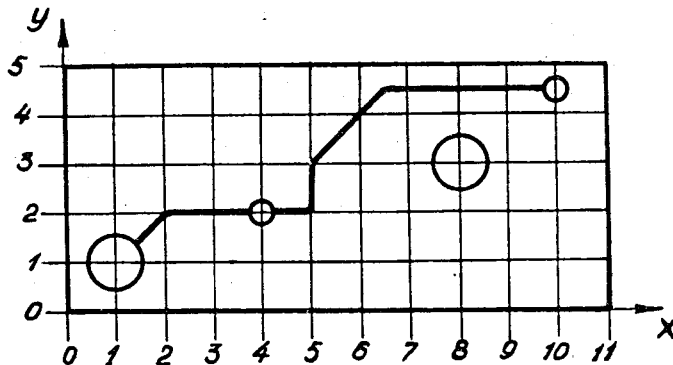


Рис. I.

Приложение 3

ПРИМЕР ОПИСАНИЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ (рис. I).

PRIMER =

II, 5 / РАЗМЕРЫ ПЛАТЫ
 +I, I, B / ОПИСАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ
 2, 2, T
 4,, M
 5,, T
 , 3
 6.5, 4.5
 IO,, M; °
 8, 3, B ; / ОПИСАНИЕ ТОЧКИ
 \$ / КОНЕЦ ОПИСАНИЯ

Примечание

Для большей наглядности комментарии написаны с применением букв русского алфавита.

Функция разрядов клавишного регистра ЭВМ

- 0 разряд 0: чтение на быстрочитающем устройстве.
 I: чтение с телетайпа.
- 1 разряд 0: вывод на телетайп.
 I: вывод на быстрый перфоратор.
- 2 разряд 0: вывод разрешен.
 I: вывод запрещен.
- 3 разряд 0: использовать память 4К.
 I: использовать память 8К.
- 4 разряд I: прерывание выдачи.
- 6 разряд I: проверка контрольной суммы управляющей перфоленты.
- 7 разряд I: выдача управляющей перфоленты "сверление малых отверстий".
- 8 разряд I: выдача управляющей перфоленты "сверление больших отверстий".
- 9 разряд I: выдача управляющей перфоленты "рисование негативной стороны".
- 10 разряд I: выдача управляющей перфоленты "рисование позитивной стороны".
- 11 разряд I: запоминание блоков.

Типы ошибок

- BB - BLOCK BUFFER - переполнился буфер блоков.
- BC - BLOCK COORDINATE - ошибочная координата в блоке.
- BE - BLOCK ERROR - ошибка в описании блока.
- BF - BLOCK FAIL IN CALLING - ошибка в вызове блока.
- BN - BLOCK NAME - ошибка в названии блока.
- CO - CALL OVERFLOW - много вызовов блоков.
- FE - FATAL ERROR - фатальная ошибка.
- LB - LINE BUFFER - переполнение буфера соединений.
- LE - LINE ERROR - ошибка в строке.
- LN - LONG NAME - длинное название (более 256 символов).
- LO - LINE OVERFLOW - число символов в строке больше 72.
- ME - MEASUREMENT ERROR - ошибка в размерах печатной платы.
- XE - X ERROR - ошибка в координате X.
- XS - X SUM - ошибка в направлении X.
- YE - Y ERROR - ошибка в координате Y.
- YS - Y SUM - ошибка в направлении Y.