

4385/2-76

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



1/xi-76

Ц841Г  
К-736

10 - 9976

В.М.Котов, Й.Эсенски

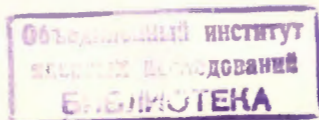
РАСТРОВЫЙ ДИСПЛЕЙ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ  
И РЕДАКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

**1976**

10 - 9976

В.М.Котов, Й.Эсенски

РАСТРОВЫЙ ДИСПЛЕЙ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ  
И РЕДАКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ



Котов В.М., Эсенски Й.

10 - 9976

Растровый дисплей в системе контроля и редактирования печатных плат

Описываются возможности контроля топологии печатного монтажа, разработанной на базе ЭВМ ТРА-1 и растрового дисплея типа NE-601/1. Программное обеспечение системы дает возможность визуально контролировать и при обнаружении ошибок оперативно исправлять схему печатного монтажа.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизация ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований  
Дубна 1976

## ВВЕДЕНИЕ

Применение дисплея в проектировании печатных плат позволяет сократить время проектирования и уменьшить затраты на разработку печатных плат.

В этой работе рассматриваются возможности системы контроля топологии печатного монтажа - PIDEV (Printed Circuit Development), разработанной на базе ЭВМ ТРА-1 и растрового дисплея типа NE - 601/1. Программное обеспечение дает возможность визуально контролировать слои печатного монтажа и при обнаружении ошибок оперативно исправлять их, осуществляя коррекцию при помощи клавиатуры дисплея.

Входной язык программы и форматы результатов аналогичны исходным данным ADTRAN-2. Программа ADTRAN-2 является переработкой транслятора ADMAR - а /I/. Основные различия и пример описания печатной платы в системе ADTRAN-2 даны в приложении I.

Результаты PIDEV могут быть преобразованы программой ADTRAN-2 в управляющую перфоленту для изготовления печатной платы с помощью ADMARa.

### I. Общее описание программы

Программа PIDEV позволяет вводить с перфоленты данные, изображать топологию печатного монтажа на экране в заданном масштабе и с заданными центрами изображения, накапливать вносимые изменения и выводить исправленный результат на перфоленту. При вводе данных и вводе исправлений осуществляется синтаксический и частично - семантический контроль. Обнаруженные ошибки печатаются с указанием типа ошибки /I/ и её местонахождения во входных данных.

Требуемый минимальный комплект машины ЭВМ ТРА-1 - 8К оперативной памяти, телетайп, растровый дисплей типа NE-601/1 с клавиатурой и позиционирующим шариком маркерной точки. При расширенном комплекте машины оператору предоставляются дополнительные удобства. Максимальный размер памяти, используемой программой, - 32К.

Дисплей растровой системы получает информацию, необходимую для изображения каждой картины из оперативной памяти ТРА-1. На

экране монитора каждой точке растра соответствует один разряд в памяти ЭВМ. Таким образом, внешней картине (изображению на экране) однозначно соответствует так называемая "внутренняя картина", т.е. определенная часть памяти. Плотность растра выбирается программистом. В программе PIDEV плотность растра -  $240 \times 180 / 2,3/$ .

Основными функциями, выполняемыми программой, являются: формирование "внутренней картины", генерация изображения, обслуживание сигналов прерывания от дисплея, которые выдаются в процессор ЭВМ 30 раз в секунду. Управление работой всей системы осуществляется при помощи специальных команд, выдаваемых оператором с функциональной клавиатуры дисплея (полный перечень команд дан в Приложении 2).

## 2. Работа программы

Программа обеспечивает несколько различных состояний (режимов) работы системы. Указатель текущего состояния изображается в левом нижнем углу экрана (см. рис. 1).

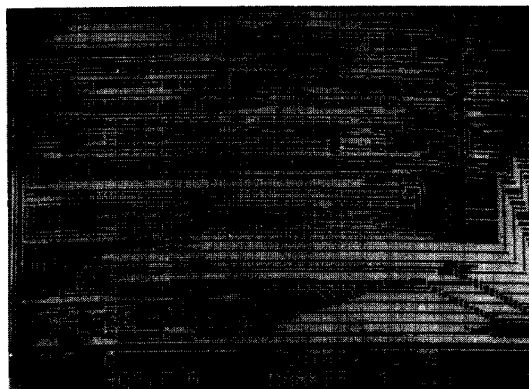


Рис. 1.

Каждому режиму соответствует разрешенный набор команд: например, изменение масштаба, внесение исправлений может происходить только в режиме S. В случае неправильного использования команды выдается сигнал ошибки (звонок на телетайпе).

Возможны следующие состояния:

I. Исходное состояние - указатель - S ( start ). Программа возвращается в исходное состояние после завершения вывода изображения полной платы, после изменения масштаба и т.д.

2. Режим ожидания - указатель - W ( wait ). В это состояние программа переходит после вывода на экран линии или отрезка.

3. Режим паузы - указатель - P ( pause ). Программа переходит в это состояние после чтения " PAUSE " и ждет команды для продолжения ввода данных.

4. Режим выполнения: указателя не имеет. Во время выполнения команды указатель стирается, а по завершении - записывается новый, соответственно S, W или P.

Для визуального контроля топологии требуется многократно выводить на экран изображение платы либо отдельных её участков. При минимальном комплекте машины данные необходимо соответственно многократно вводить с перфоленты. При большем объеме памяти после однократного ввода данные сохраняются в памяти машины на протяжении всей работы программы.

Ввод данных и вывод изображения топологии печатного монтажа на экран может происходить по отрезкам, по линиям с последующими остановами или непрерывно. В последнем случае вывод прекращается, если в ЭВМ считывается признак конца данных или пользователь выдал команду останова, или достигнута точка, координаты которой совпадают с заданными координатами останова. Маркерная точка на экране всегда указывает последнюю выводимую точку.

При выводе можно задавать режим слежения. Текущие координаты маркерной точки в этом случае постоянно выводятся на экране. Для удобства наблюдения скорость вывода на экран в режиме слежения замедлена в 10 раз, что позволяет видеть процесс вывода выбранной точки или участка без останова вывода изображения.

Вводимые исправления накапливаются в виде списка, который учитывается в последующей выводимой на экран топологии или в результирующей перфоленте.

Список исправлений состоит из строк. Каждая строка должна начинаться характерным для исправления кодом (см. прил. 3), после которого следует обычная строка описания платы, используемая в AUTRAN -2. Список исправлений защищен от случайной очистки; поэтому при поступлении команды C ( clear ) - "Стирать" машина задаёт вопрос "REALLY?" И только после подтверждения ( YES ) выполняется команда C.

Исправления вводятся с буквенно-числовой клавиатуры дисплея и изображаются на экране (см. рис. 2). Перед завершением ввода строки возможно редактирование. Накопленный список исправлений можно наращивать, удалять или вставлять строки, вновь исправлять ошибки, и на телетайпе можно отпечатать список вносимых исправлений.



#### 4. Процесс редактирования топологии печатных плат

Пользователь в большом масштабе может просмотреть топологию печатного монтажа полной платы (рис. 1). Уменьшив масштаб, можно вывести на экран интересующий нас участок платы, определив "окно" для вывода. "Окно" можно перемещать по всей площади платы, изменяя заданный центр изображения (рис. 2 и рис. 3).

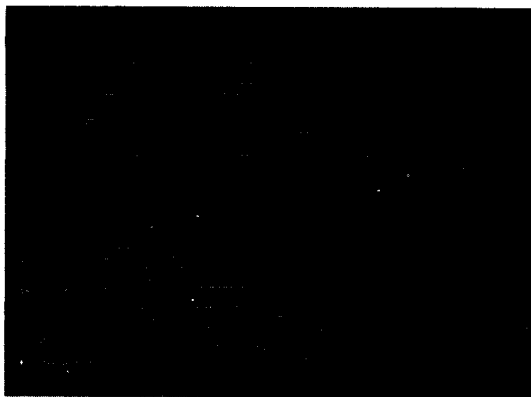


Рис. 3.

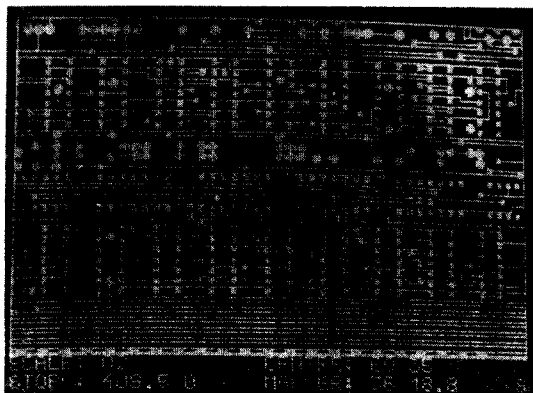


Рис. 4.

Время вывода изображения полной картины зависит от масштаба и плотности топологии монтажа платы и меняется от 10 с до 1 мин. Для вывода изображения, показанного на рис. 1, потребовалось 40 с.

При необходимости изменения топологии или обнаружении ошибки система позволяет вносить соответствующие исправления, после накопления которых можно реперфорировать "ленту данных", учитывая все внесенные исправления.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программа PIDEV находится в эксплуатации с 1973 года. В данном варианте введены улучшения диалога оператор-машина и значительно расширены возможности программы по контролю и редактированию печатных схем. Опыт эксплуатации за прошедшие годы показал высокую эффективность отладки топологии печатных плат с помощью данной системы.

Авторы благодарят Л. БЕЛЯЕВУ за неоценимую помощь, оказанную ею во время многократных дополнений, изменений в вызванных этим многочисленных трансляциях программы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Ю.Шкобин, И.Эсенски. Символический язык описания печатных плат и программа ADTRAN. ОИЯИ, II-8166, Дубна, 1974г.
2. Дисплей растровой системы NE-601/I TRA-I. Техническое описание КФКИ. Budapest, 1974.
3. Телевизионные методы и устройства отображения данных. Под ред. М.И.Кривошеева. Москва, "Советское радио", 1975г.

## Приложение 1

### Основные дополнения в ADTRAN -2 к ADTRAN

1. Размеры печатной платы задаются в форме описания соединений.

2. Формат описания соединений:

A, x, z, где A - качество точки.

После указания качества точки может стоять разделитель - двоеточие (:).

3. Управляющие ленты выдаются с оптимизацией (минимизировано время изготовления печатных плат на автомате ADMAP).

Пример описания платы для программы ADTRAN-2 :

```
ПЛАТА 760614 =
M : 100,78
+ N,13,42,7
+ B,0,12
T,1,B /THIS IS A COMMENT
M,1,3
K /END OF BLOCK
V,5,12,7 /CALL BLOCK
V,3,25,7
B:52,60
M,40,60
T,25,45
M,25,30
$
```

## Приложение 2

### Соответствие между управляющей клавиатурой дисплея и командами PIDEV

- 1 кнопка: CLEAR SCREEN - очистить экран
- 2 кнопка: VIS.SECTION - выводить на экран по отрезкам
- 3 кнопка: VIS.LINE - выводить на экран по линиям
- 4 кнопка: VIS.CONTINUE - выводить на экран непрерывно
- 5 кнопка: MOD.SCALE - изменить масштаб, центр изображения и координаты точки останова
- 6 кнопка: MOD.CSTOP - изменить координаты точки останова
- 7 кнопка: FOLLOWING - включить-выключить слежение
- 8 кнопка: MOD.REPAIR - внести исправления в список корректировки
- 9 кнопка: REPAIR - увеличить список исправлений
- 10 кнопка: PRINT REPAIR - печать списка исправлений

## Приложение 3

### Коды исправлений

- C-CLEAR - стереть список исправлений
- D-DELETE - стереть точку
- L-LINE - стереть линию
- S-SEARCH - поиск точки
- I-INSERT - внести точку
- \$ - знак доллара - закончить список исправлений.

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 июля 1976 года.