

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

4602/2-81

7/9-81

10-81-392

+

З.И.Коженкова

РЕДАКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ СХЕМ
В ИНТЕРАКТИВНОМ РЕЖИМЕ
НА ЭВМ CDC-6500

1981

Разработанная программа предназначена для рисования схемы печатной платы /ПП/ на экране дисплея TEKTRONIX и внесения в нее различных изменений, а именно: добавление в схему точек /контактных площадок/; проводников, изменение типов точек, уничтожение отдельных точек и проводников, а также перенос проводников с одного слоя платы на другой.

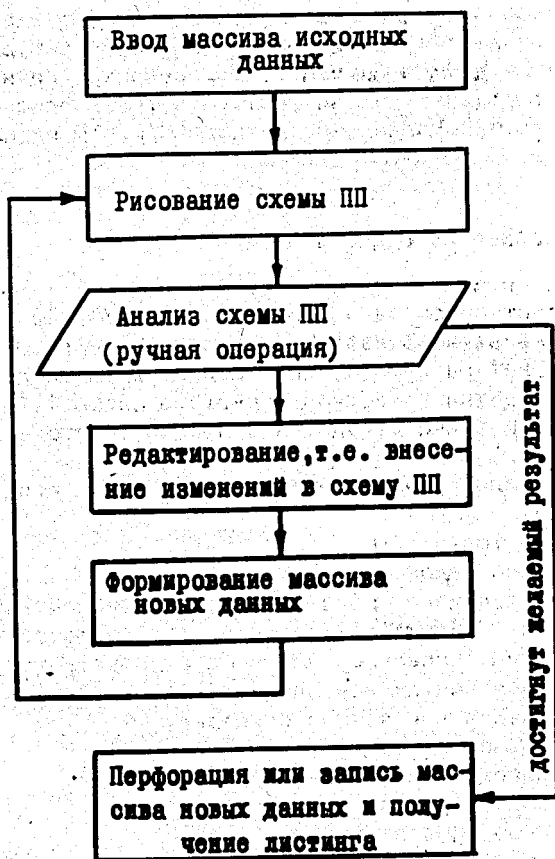


Рис. 1. Блок-схема работы программы редактирования ПСх в интерактивном режиме.

Ранее была создана программа редактирования печатных схем /ПСх/ в пакетном режиме на БЭСМ-6^{5/} с выходом на графопостроитель CALCOMP через систему ГРАФ. Предложенная программа редактирования ПСх написана на языке фортран с использованием графической системы ГРАФОР. Работа программы на CDC-6500 осуществляется в системе INTERCOM.

Процесс редактирования ПСх носит интерактивный характер. Блок-схема работы программы редактирования ПСх в интерактивном режиме представлена на рис.1. Интерактивный режим работы программы редактирования позволяет работать в режиме реального времени, легко устанавливать контакт с ЭВМ и сокращать календарный срок редактирования ПСх.

Программа редактирования ПСх состоит из нескольких подпрограмм; мы подробно остановимся на работе наиболее важных из них. Следует отметить, что в данной работе речь будет идти о редактировании двухслойных ПСх. ПСх реализуется на ПП, и процесс редактирования должен учитывать технологию изготовления ПП /то есть ПСх должна удовлетворять ГОСТу на печатные платы/.

1. ВВОД МАССИВА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

На вход программы поступает массив исходных данных, который представляет собой закодированную ПСх. Массив исходных данных - это пакет перфокарт (п/к), полученный либо после работы системы ГРАФ на БЭСМ-6, либо подготовленный вручную. Кодировка производится в жестком формате с шагом 1,25 мм^{1/}. На кодировку каждой точки отводится 8 позиций, которые имеют определенный смысл, а именно:

- 1 позиция - начало проводника /цепи/ /"Т"/ или его продолжение (—).
- 2 позиция - тип точки:
 - I - точка излома;
 - J - за два малых шага /малый шаг равен 0,25 мм/ до точки перо АДМАРа поднимается, а после ее прохождения, через два малых шага, опускается;
 - M - малая контактная площадка;
 - B - большая контактная площадка;
 - S - большое отверстие;
 - C - малое отверстие;
 - P - точка перехода.

3÷5 позиции - координата X-точки.

6÷8 позиции - координата Y-точки.

На одной п/к можно описать не более 9 точек /1÷72 позиции/, между описаниями точек могут быть пробелы /их число должно быть кратно 8/. Массив данных первого слоя заканчивается п/к

"E" (END), а массив данных второго слоя заканчивается п/к "EE".

Массив исходных данных начинается п/к с названием платы и ее максимальными размерами (X_{max}, Y_{max}). На название платы отводится 6 позиций, а на каждый размер платы - по 3 позиции. Все эти параметры отделяются друг от друга пробелами. Таким образом, пакет исходных данных имеет следующий вид:

```
I
Название платы, Xmax, Ymax          FORMAT(A6,2(X1,I3))
Данные 1-го слоя                      FORMAT(9(2A1,2I3))
E - конец данных 1-го слоя
Данные 2-го слоя                      FORMAT(9(2A1,2I3))
EE - конец массива данных.
```

В программе ввода исходных данных происходит формирование некоторого рабочего массива путем уплотнения массива исходных данных и выбрасывания из него всех ненужных пробелов. В случае работы программы редактирования ПСх в интерактивном режиме из-за большого объема массива исходных данных рекомендуется предварительно подготовить пакет п/к с исходными данными и записать его на диск /общий или частный/ или магнитную ленту^{4/}.

В качестве примера приведем запись пакета п/к с исходными данными на общий диск и чтение с него:

```
I
Шифр пользователя, Q. Фамилия пользователя.
ACCOUNT /идентификатор лаборатории/.
REDUCE.
REQUEST,D,*PF.
ATTACH,A,CONTROLDATA,ID=... .
A.
COPY,TAPE1,D.
CATALOG(D,DATA,ID=IDENT,RP=N)
7/8/9
Пакет п/к с исходными данными
7/8/9
6/7/8/9 .
```

Здесь IDENT - идентификатор пользователя; N - время хранения массива.

Программа CONTROLDATA осуществляет контроль за правильностью записи исходных данных и печать обнаруженных ошибок.

Для чтения массива данных в этом случае необходимо выполнить команду:

```
ATTACH,TAPE2,DATA,ID=IDENT.
```

В любом случае записи и чтения массива исходных данных программа редактирования ПСх работает с TAPE2.

В случае, если пользователь уверен в правильности записи массива исходных данных, то он может обойтись без вызова программы CONTROLDATA. Тогда запись массива данных на общий диск будет осуществляться следующим образом:

I
 Шифр пользователя, Q. Фамилия пользователя.
 ACCOUNT /идентификатор лаборатории/
 REDUCE.
 REQUEST,D, *PF.
 COPY, INPUT,D.
 CATALOG,D,DATA, ID=IDENT, RP=N.
 7/8/9
 Пакет п/к с исходными данными.
 7/8/9
 6/7/8/9 .

2. РИСОВАНИЕ СХЕМЫ ПП НА ДИСПЛЕЕ ТЕКТРОНИХ

В данной работе речь идет о редактировании ПСх при помощи ввода с клавиатуры терминала описаний вносимых изменений.

Если у пользователя есть нарисованная схема ПП, соответствующая массиву исходных данных, то разумнее отказаться от рисования первоначальной схемы, что экономит время. Поэтому после того, как на экране дисплея появится надпись "PICTURE", на пульте терминала набирается либо "YES", либо "NO", в зависимости от того, требуется или не требуется получить схему ПП на экране дисплея. Если набрали "NO", схема не рисуется, и сразу переходим к внесению изменений, то есть к редактированию схемы.

В противном случае перед началом рисования схемы ПП на экране дисплея появляется надпись "PICTURE AXES", что означает запрос - требуется ли рисовать оси; если оси нужны - набирается "YES", в противном случае - "NO". Далее появляется надпись "INPUT NUMBER OF LAYER OR A"; в ответ пользователь набирает либо "1", либо "2", либо "A".

После того как на пульте терминала набрали либо "1" - рисование первого слоя ПП, либо "2" - рисование второго слоя ПП, либо "A" (ALL) - рисование обоих слоев ПП, переходим к самому процессу редактирования ПСх. Следует отметить, что рисование схемы ПП производится при помощи комплекса ГРАФОР [2,3].

3. РЕДАКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Теперь перейдем к описанию работы подпрограмм самого процесса редактирования. Перед тем как более детально остановиться на их работе, рассмотрим, в каком виде те или иные изменения вносятся в схему ПП.

В самом начале этого описания было отмечено, что программа редактирования может добавлять, изменять, уничтожать и переносить с одного слоя ПП на другой как отдельные /изолированные/ точки, так и проводники. Все вносимые в схему изменения кодируются или записываются аналогично исходным данным и в том же формате, но с небольшими изменениями.

Добавление. Если в схему надо добавить изолированную точку или проводник, то вносимые изменения будут кодироваться так же, как и исходные данные, например, чтобы от рис.2 перейти к рис.3 достаточно на клавиатуре терминала набрать:

$TMX_8 Y_8 TMX_9 Y_9 TIX_4 Y_4 - IX_{10} Y_{10}$.

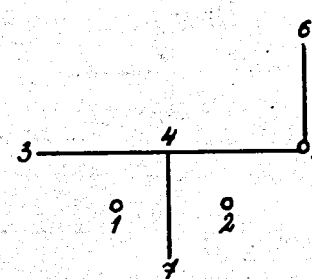


Рис. 2

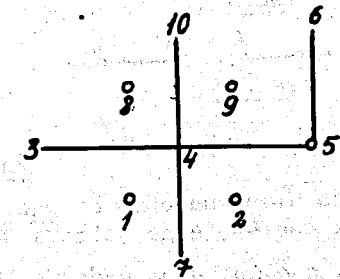


Рис. 3

Переименование. Если требуется переименовать тип какой-нибудь точки, то в первой позиции описания этой точки ставится буква "R" (RENAME), а во второй позиции - требуемый тип точки /в случае уничтожения изолированной точки во второй позиции ставится пробел/, а потом ее координаты X и Y.

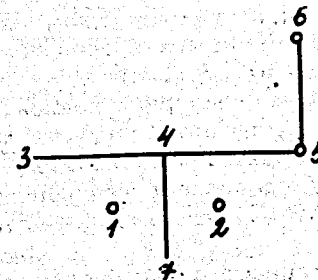


Рис. 4

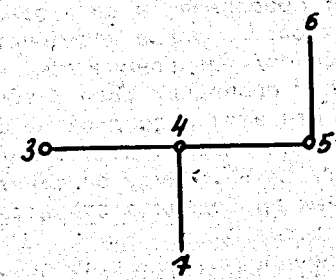


Рис. 5

Чтобы от рис.4 перейти к рис.5, надо набрать:

$R_{-}X_1Y_1R_{-}X_2Y_2RMX_3Y_3RMX_4Y_4$.

Уничтожение. Если требуется уничтожить какой-нибудь проводник или его часть, то в первой позиции в описаниях нужных точек /концов проводника/ ставим букву "D" (DELETE). Если надо уничтожить проводник, сохранив при этом его концы /или только один конец/, то во второй позиции описания сохраняемого конца проводника ставим любую букву или цифру, если же надо уничтожить и концы /или только один конец/, то во второй позиции уничтожаемого конца проводника ставим пробел (). Далее пишем координаты X и Y описываемой точки /конца проводника/.



Рис.6

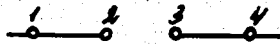


Рис.6а



Рис.6б



Рис.6в



Рис.6г

Для того чтобы перейти от рис.6

а/ к рис.6а, надо набрать $DMX_2Y_2DMX_3Y_3$;

б/ к рис.6б, надо набрать $DMX_2Y_2D_{-}X_3Y_3$;

в/ к рис.6в, надо набрать $D_{-}X_2Y_2D_{-}X_3Y_3$;

г/ к рис.6г, надо набрать $DMX_1Y_1DMX_4Y_4$

или $DMX_1Y_1D_{-}X_2Y_2D_{-}X_3Y_3DMX_4Y_4$.

Перенос проводников с одного слоя платы на другой. Если требуется перенести какой-нибудь проводник или только его часть с одного слоя платы на другой, то в первой позиции описаний нужных точек /концов проводника/ ставится номер слоя, с которого переносят проводник, а во второй позиции - номер слоя, на который переносят, а далее координаты X и Y нужных /переносимых/ точек /концов/ проводника /см. пример на след. стр./

На рис.7 проводник слоя 2 обозначен пунктирной линией. Чтобы перенести этот проводник на слой 1, то есть получить рис.8, достаточно на клавиатуре терминала набрать: $21X_4Y_421X_2Y_221X_5Y_5$ или $21X_4Y_421X_5Y_5$. Между описаниями /кодировкой/ удаляемых и переносимых проводников ставятся пробелы, причем их число должно быть кратно 8.

Остановимся подробнее на самом процессе редактирования ПП, блок-схема которого изображена на рис.9. В этой блок-схеме

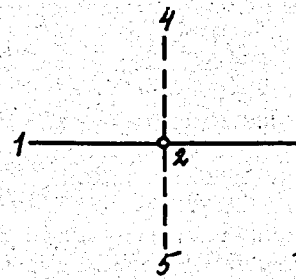


Рис.7

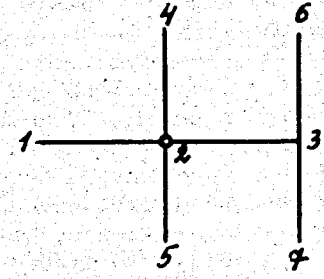


Рис.8

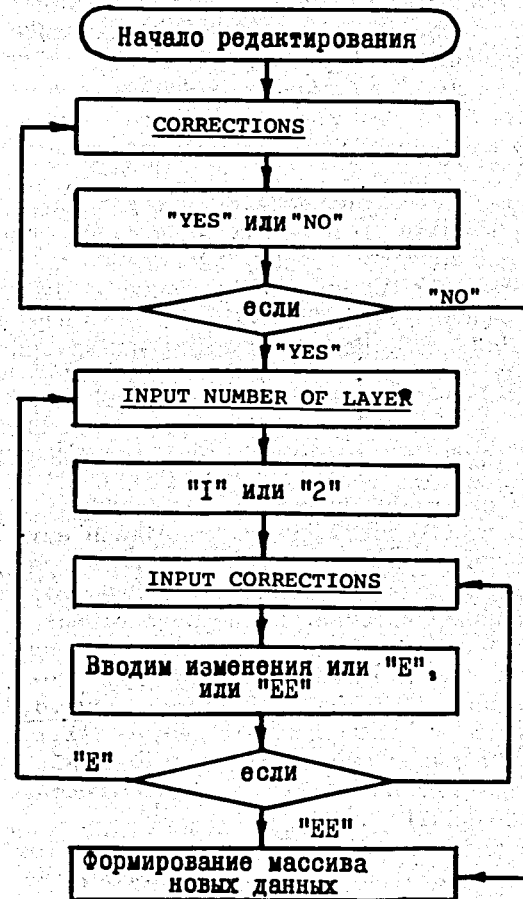


Рис.9. Блок-схема процесса редактирования ПСх в интерактивном режиме.

все подчеркнутые надписи - это запросы программы, на которые пользователь должен отвечать. Следует сделать несколько пояснений по работе этой блок-схемы. Все вносимые изменения вводятся по вышеописанным правилам, причем не более 72 символов в строке. Каждую новую строку вводим только после появления разрешающей надписи: "INPUT CORRECTIONS".

Если после работы с одним слоем надо перейти к работе с другим, то после появления надписи "INPUT CORRECTIONS" пишем "E" (END), а если в схему внесены все необходимые изменения, то после появления этой надписи пишем "EE".

Следует также заметить, что при неправильном наборе ответа на запрос программы ответ игнорируется и происходит повторение запроса, а при вводе изменений будут отмечены неправильно описанные точки и будет требоваться повторный ввод этих описаний. В процессе работы программы могут быть обнаружены неправильно закодированные точки, они тоже будут отмечаться, и работа программы будет продолжаться.

Для того чтобы легче было считывать координаты нужных точек, можно пользоваться перекрестием, которое появляется в LOCAL-режиме после нажатия ESC-клавиши и затем одновременно нажатия клавиш "CTRL" и "Z".

Если задан режим рисования, то в процессе редактирования все вносимые изменения будут сразу же отражаться на схеме платы следующим образом: все добавляемые в схему проводники и контактные площадки /точки/ будут сразу же рисоваться на экране дисплея, а все переименованные и удаляемые точки, а также середины удаляемых и переносимых проводников будут отмечаться крестиком /x/.

4. ФОРМИРОВАНИЕ МАССИВА НОВЫХ ДАННЫХ

После того как внесены какие-либо изменения в схему ПП, вносятся изменения и в массив исходных данных, то есть и сам массив данных требует редакции. Что и делается на данном этапе: удаляются ненужные или повторные описания точек, лишние пробелы, производится уплотнение массива. После проделанной работы будет получен новый массив данных, соответствующий полученной схеме ПП. После этого возвращаемся к рисованию схемы. На экране появляется надпись "PICTURE". Здесь рекомендуется рисовать схему платы, чтобы увидеть результат своей работы. Если же пользователь уверен в своих действиях, он пишет "NO" и сразу же переходит к редактированию. На этом этапе опять появляется надпись "CORRECTIONS".

Если достигнут желаемый результат, то после появления этой надписи пишем "NO" и переходим к концу работы программы и по-

лучению результатов. Если же полученная схема нас не удовлетворяет, пишем "YES", и весь процесс редактирования ведется до тех пор, пока не будет достигнут желаемый результат. После достижения желаемого результата или окончания процесса редактирования ПСх на экране дисплея появляется надпись "PRINT", которая запрашивает, нужна ли печать массива данных, и в зависимости от желания пользователь пишет либо "YES", либо "NO".

Потом появляется надпись "PUNCH", то есть запрос, нужна ли перфорация массива данных, запись его на общий или частный диск или магнитную ленту^{4/}. Полученный после перфорации пакет п/к пригоден без изменений для ввода и обработки системой ГРАФ на БЭСМ-6. В зависимости от желания пользователь на последнюю надпись отвечает либо "YES", либо "NO".

После окончания работы всей программы редактирования ПСх в интерактивном режиме на ЭВМ CDC-6500 с использованием терминалов типа TEKTRONIX можно получить листинг, пакет п/к с массивом новых данных для полученной ПСх и запись этого массива на общем или частном диске или на магнитной ленте.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Порядок работы с программой редактирования ПСх (REDAKTPLAT)

В самом начале этого описания мы отметили, что программа редактирования работает с данными, которые записаны на TAPE2: LOGIN, имя пользователя, пароль пользователя.
ATTACH, XX, GRAFOR, ID=LCGT, MR=1. - вызов комплекса ГРАФОР.
LIBRARY, XX.
ATTACH, TAPE2, DATA, ID=IDENT. - вызов массива исходных данных.
CONNECT, INPUT, OUTPUT.
REQUEST, TAPE5, *PF. - на TAPE5 будет находиться массив с новыми данными.

ATTACH, A, REDAKTPLAT, ID=... - вызов программы редактирования.
ETL, T. - заказ временного ресурса.
XEQ, LDSET, PRESET=ZERO, LOAD=A, EXECUTE.

Если надо получить листинг с результатами работы программы:
DISCONT, OUTPUT.
REWIND, TAPE10, AA.
COPYSBF, TAPE10, AA.
BATCH, AA, PRINT, NAME-USER.

Если надо получить пакет п/к с новыми данными для схемы ПП:
REWIND, TAPE5, BB.
COPY, TAPE5, BB.
BATCH, BB, PUNCH, NAME-USER.

Если надо записать массив с новыми данными на общий диск /запись на частный диск и магнитную ленту см. в ^{1/4/} /: CATALOG, TAPE5, DATA, ID=IDENT, RP=N.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение отметим как недостатки работы этой программы редактирования, так и ее преимущества по сравнению с лучшими зарубежными коммерческими системами ^{1/6/}.

К преимуществам относится ее сравнительное быстродействие и независимость от вспомогательных /дополнительных/ устройств, то есть схема платы рисуется прямо на экране дисплея, быстрое внесение всех изменений, исправление ошибок, даже сделанных пользователем во время сеанса работы с программой, и получение результата /рисунок на экране дисплея/.

Недостатком описанного здесь метода редактирования ПСх является необходимость считывания координат нужных точек с экрана дисплея и ввода их значений с клавиатуры. Недостатком дисплея при работе данной программы является отсутствие текстыры линий /яркость, цвет и т.п./ и невозможность получения твердой копии схемы с экрана дисплея в его нынешней конфигурации. Введение пунктирных линий невозможно ввиду малого размера экрана, недостаточной разрешающей способности для представления графических элементов ПСх в нужном масштабе.

Использование графического дисплея на запоминающей трубке типа ТЕКТРОНИХ в интерактивном режиме было бы значительно облегчено при наличии рядом с ним алфавитно-цифрового дисплея для обмена текстовой информацией, которая в противном случае засоряет полученный рисунок; введение отдельных полей для графической и текстовой информации на экране дисплея невозможно из-за малого размера экрана и насыщенности рисунка.

Автор благодарит В.Л.Пахомова за постановку задачи и обсуждения и Н.В.Хуторного за полезные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пахомов В.Л. ОИЯИ, 10-8468, Дубна, 1974.
2. Рогов А.Д., Шинов Б.Г. ОИЯИ, P11-11273, Дубна, 1978.
3. Баяковский Ю.М., Михайлова Т.Н., Мишакова С.Т. Препринт ИПМ, №41, м., 1972.
4. CDC, NOS/BE version 1, Reference Manual, publication No. 60493800, 1975, USA.
5. Хуторной Н.В. ОИЯИ, P11-12530, Дубна, 1979.
6. Елшин Ю.М. Зарубежная электроника, 1979, №7, с.3; №8, с.26; №9, с.3.

Рукопись поступила в издательский отдел

10 июня 1981 года.