

ВЫБОР СТРУКТУРЫ ДАННЫХ ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ПРОВОДНИКОВ И КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В САПР P-CAD

В.Ф. Алексеев, В.А. Валуев, В.С. Колбун, В.И. Журавлев

Рассмотрены недостатки получения оформления чертежей печатных плат в соответствии со стандартами и ясности их чтения при работе в P-CAD. Показан выбор структуры данных для корректировки проводниковой и контактных площадок печатных плат в P-CAD. Проведен выбор и обоснование языка программирования.

Введение

Хотя в настоящее время набор предлагаемых САПР для проектирования печатных плат (ПП) весьма широк, одной из самых популярных систем автоматизированного проектирования плат по-прежнему остается система P-CAD. P-CAD действительно можно отнести к числу наиболее мощных и развитых САПР, для которых достаточно хорошо согласованы возможности и стоимость.

Однако, несмотря на все преимущества, P-CAD имеет и ряд недостатков, касающихся оформления чертежей ПП в соответствии с ГОСТ 2.417-91 и ясности их чтения [1].

Одним из таких недостатков является то, что проводники доходят до центра контактной площадки, в то время как должны доходить до края окружности контактной площадки. Поэтому при подключении в PC-CARDS файла спецсимволов (изображение различных типов контактных площадок) в ряде случаев, вследствие наложения изображения контактных площадок и проводника, очень трудно, а порой и невозможно определить тип контактной площадки (рис. 1, а).

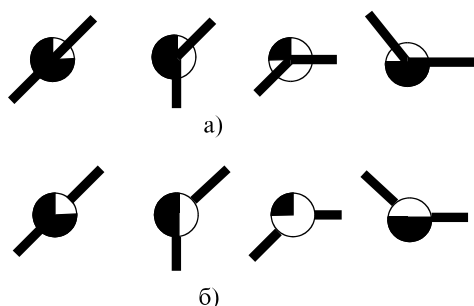


Рис. 1. Примеры изображения контактных площадок и проводников в PC-CARDS и в соответствии с ГОСТом

На рис. 1, б изображены те же контактные площадки и проводники, которые выполнены по требованиям стандартов.

Существенным недостатком является и то, что все проводники изображаются в виде черных полностью залитых отрезков (рис. 2, а). Согласно ГОСТ 23751-86 ширину печатного проводника выбирают в зависимости от токовой нагрузки [2]. Рекомендуется проводники шириной менее 2,5 мм изображать сплошной толстой основной линией, а проводники

шириной более 2,5 мм - можно изображать двумя линиями с заштриховкой [3]. Отдельные печатные элементы (обычно это шины питания), как правило, также выполняются заштрихованными (рис. 2, б) [3].

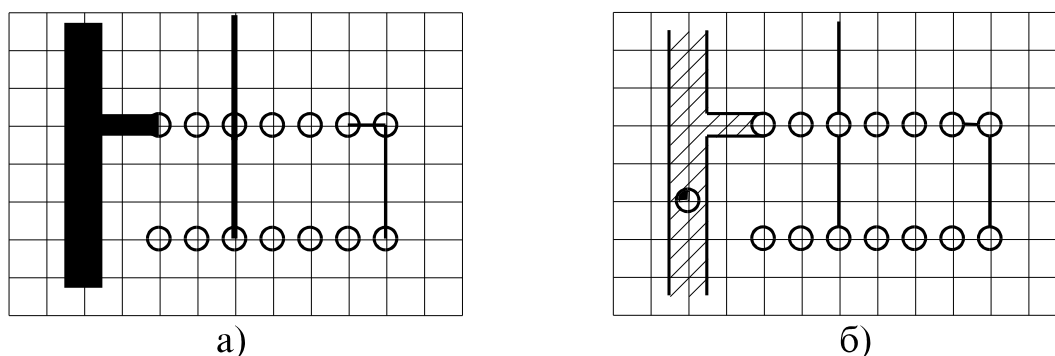


Рис. 2. Изображение проводников разной толщины в PC-CARDS и в соответствии со стандартами

Данная проблема усугубляется еще и тем, что контактные площадки, расположенные на достаточно широких проводниках, перекрываются этими проводниками и на чертежах не видны (рис. 2, а, б).

Вышеперечисленные недостатки на данный момент решаются вручную (тонкие проводники относят от центров контактных площадок, а толстые проводники перерисовывают), так как не существует никаких программных средств для их автоматической корректировки. Некоторые предприятия решают эти проблемы с помощью пакета AutoCAD, но этот метод требует больших трудозатрат, что не всегда является оправданным.

Таким образом, существует необходимость в разработке программы (работающей в составе пакета P-CAD), которая бы корректировала расположение проводников около контактных площадок как показано на рис. 1, б, а также приводила к одной ширине тонкие проводники и преобразовывала широкие проводники как показано на рис. 2, б.

Выбор структур хранения данных, начальных условий и разработка алгоритма программы

Перед непосредственной разработкой программы требуется определить виды данных, которые необходимы для корректировки проводников и определить их структуру на языке программирования.

К таким данным относится, в первую очередь, информация о подключенных выводах компонента включая тип вывода, имя подключенной цепи и координаты вывода. Указанные данные целесообразно организовать в виде записи, а поскольку выводов множество, то необходимо создать массив записей. Указанный массив на языке PASCAL организовывается следующим образом [4]:

```
type
pin = record
    element : string[8];
    tip : byte;
    x, y : integer;
```

```
end;
var
  data : array[1..3000] of pin;
где element - имя подключенной к выводу цепи;
  tip - тип вывода;
  x, y - координаты x и y вывода компонента.
```

Необходимо также организовать массив, в котором будут храниться данные обо всех контактных площадках. В этом массиве должны содержаться данные о типах контактных площадок и величине коррекции по координатам x и y . Причем, поскольку проводник может подходить под углом кратным 90° и 45° , то величину коррекции необходимо указать для двух этих случаев. Массив контактных площадок реализуется в виде двухмерного массива и выглядит следующим образом:

```
out_array:array[1..2,0..255] of byte;
где 1..2 - первый и второй уровень (коррекция углов кратных  $90^\circ$  и  $45^\circ$ );
  0..255 - указывается тип контактной площадки.
```

Таким образом, указав `out_array[1,6]` получаем значение коррекции для проводника, расположенного под углом, кратным 90° и подходящему к выводу с типом 6.

Авторами разработан алгоритм проектируемой программы, на основе которого и написана программа на языке Turbo PASCAL.

Краткое описание разработанной программы

Для начала работы программы необходимо связать имена файлов с дисковым пространством и открыть указанные файлы, что реализовано процедурой `START_OPTION`. В данной процедуре переменная `F_IN` определяет обрабатываемый файл, `F_OUT` - обработанный файл, `F_PIN` - файл данных о контактных площадках. Переменная `IN_NAME` введена для задания имени входного файла, а переменная `OUT_NAME` - имя выходного файла. Файлу с данными о контактных площадках целесообразно присвоить постоянное имя `pcw.ps`.

Поскольку разные пользователи нашей программы могут иметь разные контактные площадки, то необходимо предусмотреть возможность формирования новых данных о контактных площадках. Тогда файл данных контактных площадок может открываться как для чтения, так и для записи. Для обработки этой ситуации вводится булевская переменная `rad_new`, которая позволяет создавать новые контактные площадки (значение переменной `TRUE`) или не создавать (значение `FALSE`).

Из анализа `PDIF` файла становится ясным, что массив выводов должен заполняться переходными отверстиями и выводами компонентов, а массив переходных отверстий - радиусом или шириной прямоугольника контуров контактных площадок.

Поскольку данные о переходных отверстиях в PDIF файле следуют первыми, то массив выводов необходимо заполнить информацией о переходных отверстиях, что реализуется процедурой FILL_VIA.

Для заполнения массива выводов необходимо считывать (до секции PAD_STACK) и анализировать строки обрабатываемого файла на нахождение ключевых слов {N или {V. В случае нахождения ключевого слова {N переменной net_name (текущее имя цепи) присваивается следующее за ключевым словом имя цепи. В случае нахождения ключевого слова {V в текущую запись массива выводов вводится переменная net_name, а также необходимо ввести координаты переходного отверстия, следующие за ключевым словом. В данной ситуации необходимо выделение числовых значений их строки, что реализовано функцией FIND_BYTE.

Перед вводом значений в запись, для нее необходимо отвести память, что реализовано процедурой CLEAR_ELEMENT.

При заполнении записи переходным отверстием, счетчик записей NUMBER увеличивается на единицу.

Таким образом, если в PDIF файле встречаются переходные отверстия, то записи массива выводов заполняются координатами этих отверстий и в запись вводятся имена цепей, подключенных к переходным отверстиям.

Следующей информацией в PDIF файле являются данные о контактных площадках. В программе предусмотрена возможность использования старых данных о контактных площадках и извлечения новых данных. Соответственно созданы две процедуры - READ_PIN_ARRAY и CREATE_PAD.

Процедура READ_PIN_ARRAY считывает последовательно данные из файла psw.ps и записывает их в массив контактных площадок.

Процедура FILL_PIN заполняет массив выводов значениями типов выводов (расположены после ключевого слова Pt) и относительными координатами x и y этих выводов (следуют после ключевого слова Ploc). Этот процесс выполняется до нахождения секции {I.

После обработки найденной секции COMP_DEF определяется к каким цепям подключены выводы (секция CN). Эту функцию реализует процедура PIN_NEN, которая обрабатывает секцию CN и заполняет поле элемент массива выводов именами цепей или знаком вопроса (если вывод не подключен к цепи).

Выводы компонентов могут быть изменены. В этом случае необходимо провести корректировку их типов, что реализовано процедурой CORRECT_TIP. Процедура корректировки типов выводов выполняется в случае нахождения секции {IPT и присваивает в массиве выводов полю type новый тип вывода.

Поскольку координаты выводов в секции COMP_DEF даны относительно точки привязки, то необходимо вычислить их истинные значения. Процедура FIND_PL определяет координаты x и y точки привязки компонента.

Заключительная процедура CORRECT_XY, входящая в FILL_PIN выполняет пересчет координат выводов с учетом точки привязки компонента и угла его поворота.

Коррекция координат точки осуществляется на основе типа найденного вывода в массиве выводов. Посредством указания этого номера типа из массива контактных площадок извлекается величина коррекции для данного типа контактной площадки.

Для успешной корректировки широких проводников учитывалось, что отдельные отрезки проводников одной цепи могут иметь общие точки. Следовательно, чтобы правильно обрабатывать широкие проводники необходимо анализировать сразу все отрезки проводников одной цепи. Для этого разработана процедура FILL_WIRE_LARGE, которая заполняет специально организованный массив всеми отрезками проводников одной цепи.

Для преобразования широких проводников анализируется каждый сегмент цепи. Следовательно, целесообразно организовать цикл просмотра всех записей массива широких проводников и обрабатывать каждый сегмент в каждой записи.

Обработка сегментов проводников реализуется путем выделения координат начальной и конечной точки сегмента из поля dates и последующей обработки с помощью процедур FIND_WIDTH_X_Y и CORRECT_XY_LL.

Процедура ENTER_DATES является главной и начинает сеанс работы программы.

После задания режимов обработки осуществляется выход из процедуры CONFIG с сохранением или без данных конфигурации.

Процедура RUN вводит имя обрабатываемого и обработанного файла и последовательно запускает процедуры формирования необходимых массивов и процедуру корректировки цепей.

Литература

1. Достанко А.П., Алексеев В.Ф., Валуев В.А., Бордусов С.В. Специализированные программные пакеты в профессиональной подготовке инженеров-конструкторов РЭС. Труды Третьей международной конференции «Новые информационные технологии в образовании», ноябрь 12-13, 1998. Мн.: NITE-98, - 1998. – с.141-144.
2. ГОСТ 23751-86. Платы печатные. Основные параметры конструкции.
3. ГОСТ 23752-79. Платы печатные. Общие технические условия.
4. Климов Ю.С. и др. Программирование в среде Turbo Pascal 6.0: Справ. пособие/ Ю.С. Мороз - Мн.: Выш. шк.- 1992. - 158 с.

Виктор Федорович Алексеев, доцент кафедры радиоэлектронных средств факультета компьютерного проектирования Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, канд. техн. наук, доцент, snto@bsuir.by

Владимир Александрович Валуев, начальник отдела разработки программного обеспечения ООО «Вирдис» (г.Москва, Россия), alexvik1@mail.ru

Виктор Сильвестрович Колбун, доцент кафедры радиоэлектронных средств факультета компьютерного проектирования Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, доцент, kafres@bsuir.by

Вадим Игоревич Журавлев, ассистент кафедры радиоэлектронных средств факультета компьютерного проектирования Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, канд. техн. наук, vadim@francemotors.by