СОДЕРЖАНИЕ

1. Проектирование цифрового фильтра.

1.1. Исходные данные.

1.2. Определение номиналов элементов фильтра.

1.3. Синтез цифрового аналога.

2. Проэктирование цифрового фильтра.

2.1. Общие сведения.

2.2. Графический редактор принципиальных схем PC-CAPS.

2.2.1. Назначение программы.

2.2.2. Вызов программы PC-CAPS.

2.2.3. Формат экрана.

2.2.4. Структура слоев.

2.2.5. Выбор команд.

  2.3. Графический редактор печатных плат PC-CARDS.

 2.3.1. Назначение программы.

  2.3.2. Общие принципы работы с графическим редактором PC-CARDS.

2.3.3. Структура слоев чертежа.

2.3.4. Установка режимов графического редактора.

2.4. Автоматическая трассировка с помощью программы PC-ROUTE.

2.4.1. Основные возможности программы PC-ROUTE

2.4.2. Редактирование стратегии трассировки

1. Структура предприятия.

1.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА.

1.1.Исходные данные.

1)Схема аналогового фильтра рис. 1.1

2)Частота среза - 3М Гц

3)Полоса частот полезного сигнала - 10 МГц

4)Динамический диапозон сигнала - 18 дб

5)Уровень помех не более - 3 дб

6)Тактовая частота - 10 МГц

7)Разрядность - 8 бит



1. Определение номиналов элементов фильтра.

Зададимся значением элемента R1 = 1,5 кОм и воспользовавшись формулой (1.1) определим значение элемента C1.

 (1.1)

Подставив численные значения в формулу (1.1) получим значение C1.



Из формулы (1.2) определим номинал элемента L1.

 (1.2)



1. Синтез цифрового аналога.

Для начала определим передаточную функцию К(р) для схемы изображонной на рисунке 1.1.

 (1.3)

Произведём z-преобразование заменив  на  в результате получим К(z).

 (1.4)

Преобразуем формулу (1.4) к виду (1.5)

 (1.5), где 









Цифровой фильтр будет иметь структуру указанную на рисунке (1.2)



Структурная схема состоит из линий задержки, перемножителей и сумматора. Для реализаций данного устройства в качестве линий задержки будем использовать регистр К555ИР22, в качестве перемножителей микросхему памяти КР556РТ5, суматор К555ИМ6 (УГО вышеперечисленных микросхем приведенно в приложении).

1. ПРОЭКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА.

2.1. Общие сведения.

Проэктирование устройства будет проводитьсч с использованием системы автоматизированного проектирования P-CAD 4.5.

Система P-CAD позволяет выполнять следующие проектные операции:

- создание условных графических обозначений элементов принципиальной электрической схемы (УГО) и их физических образов (конструктивов);

- графический ввод чертежа принципиальной электрической схемы и конструктивов проектируемого устройства;

- математическое моделирование цифровых электронных устройств, в том числе программируемых логических матриц;

- одно и двустороннее размещение разногабаритных элементов с планарными и многослойными контактными площадками на поле ПП с печатными и навесными (вырубными) шинами питания в интерактивном и автоматическом режимах;

- ручную и автоматическую трассировку печатных проводников произвольной ширины в интерактивном режиме (число слоев 1...32);

- размещение межслойных переходов;

- автоматизированный контроль результатов проектирования ПП на соответствие принципиальной электрической схеме и конструкторско-технологическим ограничениям;

- автоматическую коррекцию электрической принципиальной схемы по результатам размещения элементов на ПП (после эквивалентной перестановки компонентов или их выводов);

- полуавтоматическую корректировку разработанной ПП по изменениям, внесенным в принципиальную электрическую схему;

- выпуск конструкторской документации (чертеж принципиальной схемы, деталировочный и сборочный чертежи) и технологической информации (фотошаблоны и файлы данных для сверления отверстий с помощью станков с ЧПУ) на проектируемую ПП.

Программный комплекс системы P-CAD включает в себя взаимосвязанные пакеты программ и отдельные программы, образующие систему сквозного проектирования радиоэлектронной аппаратуры. В состав подсистемы проектирования ПП входят следующие программные модули:

SHELL - управляющая оболочка системы P-CAD;

PC-CAPS - графический ввод и редактирование УГО радиоэлектронных компонентов (создание файлов с расширением .SYM) и принципиальных электрических схем (создание файлов с расширением .SCH), подготовка файлов для передачи данных программам PC-PRINT и PC-PLOTS;

PC-CARDS - графический ввод и редактирование конструктивов компонентов РЭА (.PRT) и конструктивов ПП (.PCB), подготовка файлов для передачи данных программам PC-PRINT, PC-PLOTS и PC-PHOTO;

PC-COMP - редактирование информации в текстовой форме о выводах компонентов, упаковке нескольких секций в корпус интегральной микросхемы и расположении выводов на УГО компонента и его конструктиве;

PC-LIB - создание библиотечных файлов радиоэлектронных компонентов;

PC-NODES - извлечение списка электрических связей из принципиальной схемы или ПП в виде двоичных файлов, имеющих расширение .NLT или .PNL;

PC-LINK - объединение взаимосвязанных списков электрических связей схем, состоящих из нескольких страниц или имеющих иерархическую структуру, в единый список в файле с расширением .XNL;

PC-PLACE - автоматическое или ручное размещение компонентов на ПП, подготовка файлов для передачи данных программам РC-PRINT, PC-PLOTS и PC-PHOTO;

PC-ROUTE - автоматическая трассировка соединений ПП;

PREPACK - преобразование текстового файла перекрестных ссылок УГО и конструктивов компонентов, используемых в схеме, в двоичный файл с расширением .LIB, включая обработку нескольких файлов перекрестных ссылок, объединенных средствами DOS;

PC-PACK - составление базы данных ПП на основе списков электрических связей и перекрестных ссылок ("упаковка" схемы в файл с расширением .PKG);

PC-ERC - выявление ошибок в принципиальных схемах;

PC-DRC - контроль технологии спроектированной ПП на соответствие конструкторско-технологическим ограничениям;

PC-NLC - сравнение и указание различий двух списков соединений,

в частности, составленных по чертежу ПП и принципиальной электрической схеме;

PC-NLT - составление файла упаковки схемы путем преобразования текстового файла с расширением .ALT, содержащего перечень конструктивов и таблицу электрических соединений;

PC-BACK - создание командного файла для коррекции принципиальной электрической схемы с помощью программы PC-CAPS при наличии перестановок компонентов или их выводов, сделанных с помощью программ PC-PLACE или PC-CARDS (эти возможности перекрываются программой PC-ECO);

PC-ECO - автоматическая коррекция электрической принципиальной схемы по результатам проектирования ПП (back annotation - коррекция "назад") и наоборот (forward annotation - коррекция "вперед");

PC-FORM - составление текстовых файлов отчётов проекта;

PDIF-OUT - преобразование двоичных файлов с расширением .SYM, .SCH, .PRT, .PS и .PCB в текстовые файлы .PDF для последующего редактирования;

PDIF-IN - обратное преобразование отредактированного текстового файла с расширением .PDF в двоичные файлы;

NX-ACAD - преобразование данных о чертеже схемы или ПП (файлы с расширением .PLT) в DXF-формат пакета программ AutoCAD (в состав системы P-CAD не входит);

PC-PRINT - вывод чертежа электрической принципиальной схемы или топологии ПП на принтер;

PC-PLOTS - вывод чертежа электрической принципиальной схемы или топологии ПП на плоттер (графопостроитель);

PC-PHOTO - изготовление фотошаблонов на фотоплоттере;

PC-DRILL - составление файлов координат отверстий ПП для управления сверлильными станками с ЧПУ и вывод их на перфоленту.

Процесс проектирования ПП состоит из нескольких этапов. На каждом из них используются отдельные модули системы P-CAD. В данной работе используються лиш некоторые программные модули: PC-CAPS, PC-CARDS, PC-ROUTE, PC-PRINT. Далее приведенно более полное описание их назначения и краткое описание принципов работы без полного списка команд.

2.2. Графический редактор принципиальных схем PC-CAPS.

2.2.1. Назначение программы.

Программа предназначена для графического ввода и редактирования схем и схемных символов на персональном компьютере и является мощным диалоговым инструментом проектировщика.

Графический редактор принципиальных электрических схем PC-CAPS используется для решения двух задач:

- построения/редактирования УГО компонента принципиальной электрической схемы (создается файл с расширением .SYM);

- построения/редактирования принципиальной электрической схемы аналогового или цифрового устройства (создается файл с расширением .SCH).

Программа входит в систему автоматизированного проектирования больших интегральных схем на персональном компьютере (PCAD).

Программа работает с пользовательской и библиотечной базами данных и выполняет следующие основные функции:

- построение символов;

- построение схем.

Программа состоит из символьного и схемного процессоров. Символьный процессор позволяет пользователю графически создавать оригинальные символы, представляющие логические описания в контурной форме.

Схемный процессор позволяет графически создавать разнообразные схемы из имеющихся символов. Программа поддерживает иерархию проекта, позволяя создавать схемы с иерархией. Таким образом, символ заменяет схему, состоящую в свою очередь из символов более низкого уровня.

Введенная с помощью этой программы информация о созданных схемах запоминается в пользовательской базе данных, откуда извлекаются таблицы связей, необходимые для работы других программ системы РСАD.

2.2.2. Вызов программы PC-CAPS.

Программа вызывается с помощью управляющей оболочки Shell (режим Design Entry Subsystem/Schematic Capture) или непосредственно с помощью командной строки. После вызова программы PC-CAPS (без указания параметров в командной строке) на экране появляется начальное меню программы..

2.2.3. Формат экрана.

При работе с программой экран дисплея разбивается на несколько зон, как показано на рис.2.1.



1 - главная зона показа; 2 - зона меню команд;

3 - зона текста; 4 - зона статуса.

Главная зона показа предназначена для изображения редактируемой схемы или символа. Зона меню команд предназначена для меню и подменю команд схемного или символьного редактора. Зона текста предназначена для диалоговой связи между пользователем и программой. В этой зоне оказываются сообщения об ошибках. Зона статуса показывает текущие параметры активной команды, включая активные слои,текущую координатную сетку, координаты курсора и другую информацию о выбранной команде.

2.2.4. Структура слоев.

В системе проектирования используется структура слоев. Она предназначена для удобного использования комплексной информации о проекте, хранящейся в базе данных. При редактировании схем использование слоев просто необходимо. Структура слоев по умолчанию приведена в таблице 2.1. Слои могут иметь любой из 6 цветов:

- 1 - зеленый;

- 2 - красный;

- 3 - желтый;

- 4 - синий;

- 5 - голубой;

- 6 - фиолетовый.

Каждый слой имеет статус, который может принимать следующие значения:

- OFF - невидимый;

- ON - видимый, но для редактирования недоступен;

- ABL - видимый и может становиться активным;

- ABL A - видимый и активный;

Таблица 2.1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | Имя | Цвет | Статус | Использование |
| 1 | WIRES | 1 | ABL A | Цепи |
| 2 | BUS | 1 | ABL | Шины |
| 3 | GATE | 2 | ON | Графическое изображение символа |
| 4 | IEEE | 2 | OFF | Графическое изображение символа в IEEE |
| 5 | PINFUN | 3 | OFF | Функции выводов (IEEE) |
| 6 | PINNUM | 1 | OFF | Номер выводов |
| 7 | PINNAM | 6 | ON | Имя выводов |
| 8 | PINCON | 4 | ON | Соединение выводов |
| 9 | REFDES | 2 | OFF | Вспомогательные обозначения |
| 10 | ATTR | 6 | OFF | Видимые атрибуты |
| 11 | SDOT | 1 | OFF | Точки межсоединений |
| 12 | DEVIGE | 5 | ON | Имя компонента или номер ячейки |
| 13 | OUTLINE | 5 | ON | Выходные линии компонент |
| 14 | ATTR2 | 6 | OFF | Невидимые атрибуты |
| 15 | NOTES | 6 | OFF | Текстовые замечания |
| 16 | NETNAM | 4 | OFF | Имена цепей |
| 17 | CMPNAM | 5 | OFF | Имена компонент |
| 18 | BORDER | 5 | OFF | Бордюр на схеме |

2.2.5. Выбор команд.

Программа использует меню команд для вызова редактирующих команд. Чтобы выбрать команду, пользователь передвигает курсор в зону меню команд и устанавливает его на прямоугольник с надписью нужной команды. Затем пользователь нажимает левую клавишу мыши, и выбранная команда становится активной до тех пор, пока не будет выбрана другая команда, или отменена выбранная.

Также используються клавиатурные команды (вводимые только с клавиатуры).

В результате работы с программой PC-CAPS созданна пользовательская база данных для микросхем используемых в схеме и принципиальная схема самого устройства (см. приложение).

 2.3. Графический редактор печатных плат PC-CARDS.

 2.3.1. Назначение программы.

Графический редактор печатных плат PC-CARDS используется для решения следующих задач:

-построения/редактирования графического изображения конструкторско-топологического образа (конструктива) отдельного компонента электронного устройства (создается файл с расширением .PRT);

-построения/редактирования контура ПП, на которой осуществляется установка компонентов (создается файл с расширением .PCB);

-построения/редактирования топологии ПП в режиме ручного или полу автоматического проектирования;

-создания вспомогательных файлов для вывода чертежей на принтер, плоттер и фотоплоттер.

Принцип работы графического редактора печатных плат PC-CARDS тот же, что для редактора принципиальных схем PC-CAPS. Ряд команд идентичен. Далее расмотрим принципиальные различия графического редактора PC-CARDS.

Вызываеться программа PC-CARDS с помощью управляющей оболочки или непосредственно с помощью командной строки.

 2.3.2. Общие принципы работы с графическим редактором PC-CARDS

После выбора в начальном меню режима Edit Database экран дисплея форматируется и разбивается на несколько зон аналогично экрану программы PC-CAPS (рис. 2.1).

При построение чертежа платы в системе P-CAD используются две системы единиц: английская (English unit) и метрическая (metric unit). В английской системе условная единица редактора PC-CARDS составляет 1 мил = 0,001 дюйма, т.е. 0,0254 мм, а в метрической системе - 0,01 мм. Максимальный размер чертежа, помещающегося в базе данных, составляет 60000 7& 060000 условных единиц. Текущие координаты курсора x, y указываются в самом правом поле строки состояния.

В английской системе единиц координаты приводятся в относительных единицах DBU, в метрической системе - в миллиметрах с точностью 0,01 мм.

2.3.3. Структура слоев чертежа.

В программе PC-CARDS полная информация о чертеже заносится в 45 цветовых слоёв, устанавливаемых по умолчанию. На каждой фазе работы с графическим редактором необходима не вся имеющаяся информация, поэтому часть слоев делают невидимыми, чтобы не перегружать чертеж. Пользователь может ввести новые слои, в частности, для проектирования многослойных ПП. Всего программа PC-CARDS поддерживает до 100 различных слоев.

Приведем структуру слоев графического редактора, устанавливаемую по умолчанию:

Имя Цвет Состоя-

слоя слоя ние по Назначение слоя

  умолча-

  нию

PADCOM 7 ON Графика контактных площадок на верхней

стороне платы (со стороны компонентов)

FLCOMP 7 OFF Информация для фотоплоттера о контактных

площадках на верхней стороне платы

PADSLD 8 OFF Графика контактных площадок на нижней

стороне платы

FLSOLD 8 OFF Информация для фотоплоттера о контактных

площадках на нижней стороне платы

PADINT 9 OFF Графика контактных площадок внутренних

слоев

FLINT 9 OFF Информация для фотоплоттера о контактных

площадках внутренних слоев

GNDCON 10 OFF Графика контактных площадок на слое "земли"

FLGCON 10 OFF Информация для фотоплоттера о контактных пло-

щадках на слое "земли"

CLEAR 12 OFF Графическая информация о зазорах

FLCLER 12 OFF Информация для фотоплоттера о зазорах

PWRCON 13 OFF Графика контактных площадок на слое полей и

шин питания

FLPCON 13 OFF Информация для фотоплоттера о контактных пло-

щадках на слое полей и шин питания

SLDMSK 14 OFF Графика маски пайки

FLSMSK 14 OFF Информация для фотоплоттера о маске пайки

DRILL 15 OFF Графическая информация о сверлении отверстий

FLDRLL 15 OFF Информация для фотоплоттера о контроле

сверления отверстий

PIN 4 ON Слой обозначений выводов (графика)

BRDOUT 4 ON Слой контура ПП

FLTARG 4 OFF Информация о реперных знаках на фотошаблонах

слоев

SLKSCR 6 ON Графика контуров компонентов для односторон-

него монтажа

DEVICE 5 ON Имена компонентов при размещении компонентов

на одной стороне ПП (используются при создании

псевдонимов по команде Alias программы PC-LIB)

ATTR 6 ON Слой атрибутов

REFDES 6 OFF Позиционные обозначения компонентов при

одностороннем монтаже

COMP 1 ABL Слой трассировки на верхней стороне платы

(сторона компонентов)

SOLDER 2 ABL Слой трассировки на нижней стороне платы

(сторона проводников)

INT1 14 OFF Первый внутренний слой трассировки

INT2 6 OFF Второй внутренний слой трассировки

DRLGIN 5 OFF Графика сверления внутренних слоев

DRLFIN 6 OFF Информация для фотоплоттера для контроля

сверления внутренних слоев

PINTOP 4 OFF Слой планарных контактных площадок на верхней

стороне платы

PINBOT 3 OFF Слой планарных контактных площадок на нижней

стороне платы

MSKGTP 13 OFF Графика маски пайки верхней стороны платы

MSKGBT 14 OFF Графика маски пайки нижней стороны платы

MSKFTP 3 OFF Информация для фотоплоттера о графике маски

пайки верхней стороны платы

MSKFBT 8 OFF Информация для фотоплоттера о графике маски

пайки нижней стороны платы

PSTGTP 1 OFF Графика пайки верхней стороны платы

PSTGBT 2 OFF Графика пайки нижней стороны платы

PSTFTP 12 OFF Информация для фотоплоттера о графике пайки

верхней стороны платы

PSTFBT 13 OFF Информация для фотоплоттера о графике пайки

нижней стороны платы

SLKTOP 6 ON Графика основных линий изображений планарных

компонентов на верхней стороне платы

SLKBOT 5 ON Графика основных линий изображений планарных

компонентов на нижней стороне платы

DVCTOP 1 ON Имена планарных компонентов на верхней сторо-

не платы

DVCBOT 2 ON Имена планарных компонентов на нижней сторо-

не платы

REFDTP 3 ON Позиционные обозначения планарных компонентов

на верхней стороне платы

REFDBT 6 ON Позиционные обозначения планарных компонентов

на нижней стороне платы

Первые 16 слоев PADCOM...FLDRLL используются для создания стеков контактных площадок. Слой COMP соответствует верхней стороне ПП (слой компонентов), слой SOLDER - нижней стороне. Слой INT1 - первый внутренний слой, INT2 - второй; при проектировании многослойных ПП остальные внутренние слои создаются пользователем. Слои 27-45 (начиная со слоя INT2), могут использоваться, в частности, для реализации технологии монтажа на поверхность (SMT, Surface-MountTechnology). Дополнительные внутренние слои и любые другие пользователь имеет возможность задать самостоятельно. Кроме того, по команде BARR программа PC-PLACE автоматически создает слои для:

а) запрета размещения компонентов:

BARTOP - на верхней стороне платы,

BARBOT - на нижней стороне платы,

BARPLC - на обеих сторонах платы;

б) запрета трассировки программе PC-ROUTE:

BARALL - на всех слоях,

BARCMP - на слое COMP,

BARSLD - на слое SOLDER,

BARIN1 - на внутреннем слое INT1,

BARVIA - запрет на создание переходных отверстий.

Выше приведена информация о слоях для определенной (американской) технологии. В каждой конкретной разработке пользователь может изменить их назначения и добавить новые слои, определяя самостоятельно распределение графической информации по слоям.

2.3.4. Установка режимов графического редактора.

На первой строке меню команд помещены две команды SYMB и DETL, устанавливающие режим графического редактора. Команда SYMB устанавливает режим ввода/редактирования конструктивов компонентов ПП и стеков контактных площадок; при этом меню команд окрашено в красный цвет. Команда DETL определяет режим ввода/редактирования конструктивов ПП; при этом меню команд окрашено в зеленый цвет.

Зона меню команд содержит список основных команд и подкоманд. Чтобы выбрать команду из этого меню, необходимо пометить курсором имя команды (в зоне меню команд курсор имеет форму прямоугольника) и нажать левую кнопку мыши или клавишу [Пробел] на клавиатуре. Если у выбранной команды имеются подкоманды, они высвечиваются желтым цветом в средней части левой колонки зоны меню команд. После выбора подкоманды она активизируется, в строке состояний появляются сопутствующие параметры, а в строке сообщений информация о дальнейших действиях.

Команда из зоны меню выбирается не только с помощью курсора, но и нажатием клавиши [/] на клавиатуре и затем вводом имени команды по запросу программы:

Menu command: <имя команды> [Return]

Ряд команд, не отмеченных в зоне меню команд, вызывается только с помощью клавиатуры (назовем их клавиатурными командами).

Праграмма PC-CARDS была использована для размешения элементов ПП и указания электрических связей для дальнейшей автоматической разводки. Расположение элементов приведенно в приложении.

2.4. Автоматическая трассировка соединений с помощью программы

PC-ROUTE.

 2.4.1. Основные возможности программы PC-ROUTE

Программа автоматической трассировки печатных плат PC-ROUTE обладает следующими основными характеристиками:

- поддерживает большинство современных технологий изготовления ПП, включая многослойную, планарную и тонкую;

- трассирует проводники в любых направлениях;

- имеет специальный алгоритм для трассировки микросхем памяти;

- позволяет минимизировать число переходных отверстий и сглаживать изгибы проводников;

- предусматривает специальную трассировку общих цепей ("земли") и цепей питания, возможность объединения в шины, генерацию широких проводников;

- предоставляет возможность смешанной (ручной и автоматической) трассировки;

- настраивается на конкретный режим работы при помощи системы меню.

 2.4.2. Редактирование стратегии трассировки

Стратегия трассировки позволяет настроить программу PC-ROUTE в

соответствии с теми технологическими требованиями, которые предъявляются к трассировке конкретной ПП. Для совместимости с множеством разных техник трассировки и технологических процессов изготовления ПП программа PC-ROUTE предоставляет большие возможности по настройке и изменению стратегии. Так как разобраться с множеством параметров стратегии трассировки может оказаться затруднительным, в комплект PC-ROUTE входит базовая стратегия PCAD1, содержащая некие усредненные параметры. С ее помощью можно успешно трассировать достаточно широкий набор ПП.

В данной работе был создан новый файл стратегии трасировки, результаты трасировки приведены в приложении.

3. СТРУКТУРА ПРЕДПРИЯТИЯ .

Обеспечение всесторонней интенсификации общественного производства и повышения его эффективности является одной из главных линий развития экономики Украины. Рост эффективности производства на базе широкого использования научно-технических достижений - объективная необходимость современного этапа развития производственно-техничаского комплекса. В решении этой задачи значительная роль принадлежит радиотехнической промышленности, продукция которой находит широкое применение практически во всех отраслях производственно-технической деятельности нашей страны.

В процессе прохождения практики была проведена экскурсия на СКБ «Молния» - научно-техническуюорганизацию, коллектив которой ведет работу по разработке и проектированию печатных плат для различных радиоэлектронных систем, а также занимаеться разработкой аппаратуры для управления энергосистемами (в момент экурсии разрабатывалась резервная энерго система для автоматических телефонных станций (АТС)) и работой по заказам Министерства обороны Украины.

Расмотрим организационную структуру предприятия на примере СКБ «Молния» рис. 3.1. СКБ «Молния» состоит из совокупности функционально связанных отделов: отдел системных разработок, двух отделов схемных разработок ( один из которых занимается схемотехническими решением для аппаратуры систем связи), отдел конструирования РЭА, а также отдел опытного-эксперементального производства, техническийотдел (испытания выпускаемой продукции на надёжность и стойкость), отдел технической документации, служба нормоконтроля (проверка соответствия чертежей разрабатываемой продукции установленным ГОСТам), отдел стандартизации и метрологии (метрологическая экспертиза). Отдельной совокупностью выступают административно-управленческие отделы СКБ: бухгалтерия, отдел кадров, административно-правовой отдел.

Также СКБ «Молния» имеет собственный опытный завод, состоящий из заготовительного производства, цеха гальваники, цеха печатных плат и двух сборочных цехов, а также инструментарного цеха, отдела материально-технического обслуживания, отдала главного конструктоара и отдела главного технолога.



СПИСОК ЛИТЕРАТУТЫ.

1. Как работать с пакетом P-CAD? - М.:ИВК-СОФТ,1990. - 23 с.

2. Разевиг В. Д. Применение программ PCAD и Pspice для схемотехническогомоделирования на ПЭВМ. - М.: Радио и связь, 1992. - 123 с.

3. Разевиг В. Д., Блохин С. Н. Система P-CAD 4.5. Руководство пользователя. - М.: ООО «Илекса», 1996. - 233 с.