

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Курганский государственный университет

Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**  
Методические указания  
к практическим занятиям (пакет P-CAD)  
для студентов направления (специальности)  
657900 (210200)

Часть 1

Курган 2004

Кафедра «Начертательная геометрия и инженерная графика»

Дисциплины:  
«Специальные главы машинной графики»  
(направление 657900) ;  
«Основы САПР» (специальность 210200)

Составили: доц. Иванов В.В.  
доц. Иванова И.А.  
Работа составлена при равноценном участии авторов

Утверждены на заседании кафедры 04.05.04

Рекомендованы редакционно- издательским советом  
университета 17.05.04

Система **P-CAD** предназначена для проектирования многослойных печатных плат вычислительных и радиоэлектронных устройств. В состав **P-CAD** входят четыре основных модуля - **P-CAD Schematic**, **P-CAD PCB**, **P-CAD Library Executive**, **P-CAD Autorouters** и ряд других вспомогательных программ.

Проектирование печатных плат предполагает последовательное прохождение этапов:

- создание схемы электрической принципиальной (модуль **P-CAD Schematic**);
- размещение компонентов электрической схемы на конструктиве печатной платы (модуль **P-CAD PCB**);
- автоматическая трассировка соединений (модуль **P-CAD Autoroutes**).

Данные методические указания рассматривают вопросы создания схемы электрической принципиальной с использованием компонентов, взятых из библиотек системы (модуль **P-CAD Library Executive**), а также компонентов, созданных проектировщиком (программа **Symbol Editor**, встроенная в модуль **P-CAD Schematic**). В приложении к методическим указаниям приводятся варианты схем электрических принципиальных для самостоятельной работы студентов.

Запуск редактора **P-CAD Schematic** осуществляется с рабочего стола – Пуск /Программы /P-CAD 2002 /Schematic. Экран графического редактора **P-CAD Schematic** изображен на рисунке 1.

### **Интерфейс пользователя**

Горизонтальная панель инструментов содержит пиктограммы системных команд, а вертикальная панель инструментов – команды размещения объектов на рабочем поле экрана. В поле рабочего окна располагают компоненты электрических схем, соединения компонентов, шины.

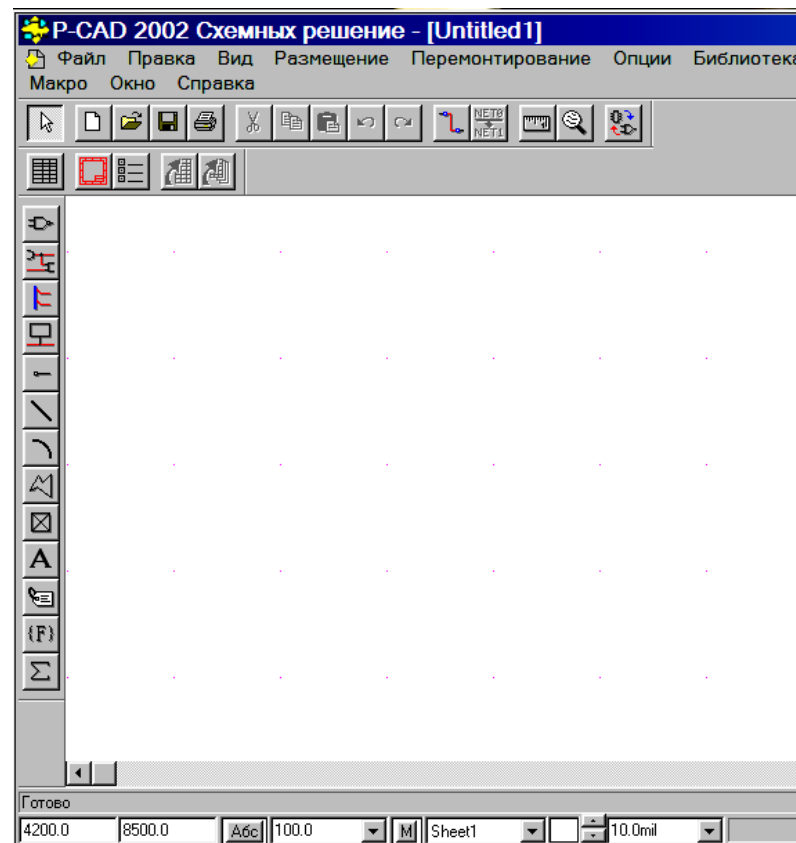


Рисунок 1

Вторая строка под рабочим окном – это строка сообщений. Самая нижняя строка – строка состояний. Первые два поля в этой строке это текущие координаты X и Y. Значения координат могут быть введены в милах, миллиметрах, дюймах. Выбор системы единиц измерения производится при выполнении команды **Options/Configure...** в поле **Units**.

**Абс** Кнопка **Abs/Rel** (Абс/Отн) служит для переключения абсолютного типа сетки (начало координат в левом нижнем углу

рабочей зоны экрана) в относительный тип сетки (начало координат в точке указанной пользователем).

100.0 В этом окне задается шаг сетки.

При включенной кнопке **M** начинается запись во временный файл всех выполняемых команд. Имя файла default.mac.

Sheet1 Это поле отражает текущее имя схемы. Кнопка справа позволяет выбрать имя листа. Все листы схемы одного проекта содержатся в одном файле с расширением **.sch**.

10.0mil В этом поле отражается значение ширины линии. Кнопка справа позволяет выбрать новую толщину линии.

В строке сообщений отображается следующая информация:

- тип, позиционное обозначение или общее количество выбранных объектов;
- значения приращений по осям X и Y при перемещении выбранных объектов;
- имя выбранной цепи;
- расстояние между выбранными точками.

### Настройка конфигурации редактора P-CAD Schematic

Настройка параметров конфигурации редактора производится после выполнения команды **Options/Configure** диалоговое окно которого, представлено на рисунке 2. В области **Workspace Size** задается размер формата, на котором будет выполняться схема. В области **Units** задаются единицы измерения (дюймы, мили, мм.). После нажатия в области окна **Title Sheets** на кнопку **Edit Title Sheets** в появившейся вкладке **Title** можно включить /выключить разрешение вывода чертежа формата на экран (при включенном флажке

**Display Border** рисунок формата листа становится видимым на экране монитора).

В окне **Zoom Factor** устанавливается масштаб изменения изображения по команде **View/Zoom** или при однократном

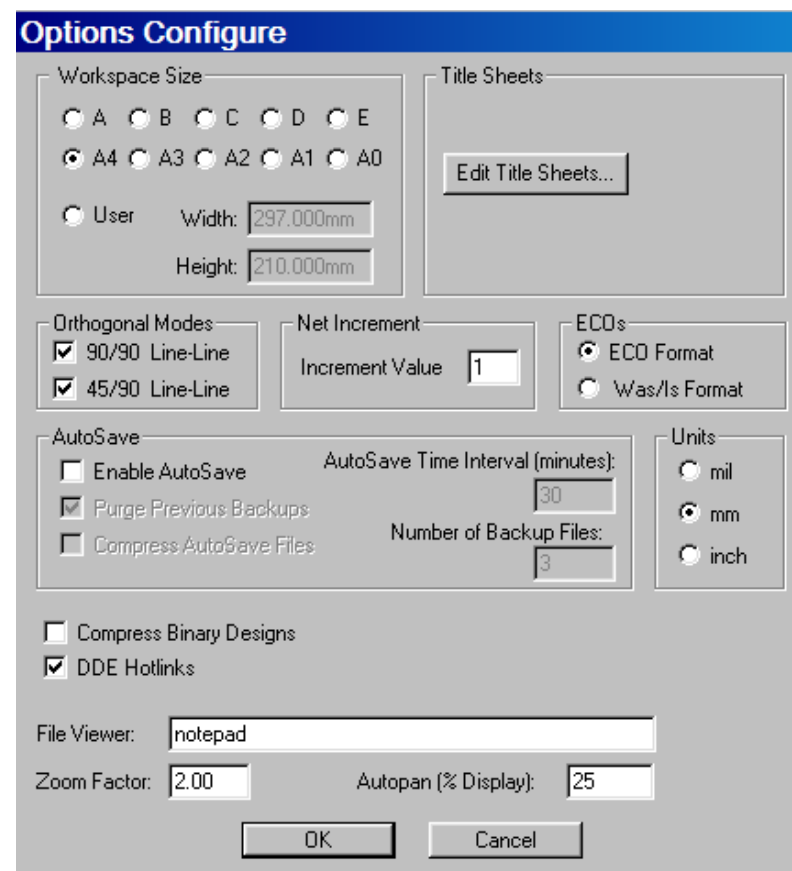


Рисунок 2

нажатии на клавишу «серый» плюс или «серый» минус.

Настройка сетки экрана осуществляется в диалоговом окне после вызова команды **Options/Grid**.

Цвета различных объектов, стили рисования шин и ряд других параметров устанавливается в меню **Options/Display** (рисунок 3). Вся цветовая информация расположена в одном слое. Сделать невидимым любой блок информации можно, окрасив его в цвет

фона рабочего поля экрана – **Background**. Для удобства работы нажмите кнопку **Default** и цвета всех блоков будут установлены по умолчанию. В области **Junction Size** выбирается величина точки соединения фрагментов одной и той же цепи: **Small** – маленькая точка (20 mil), **Large** – большая точка (30 mil).

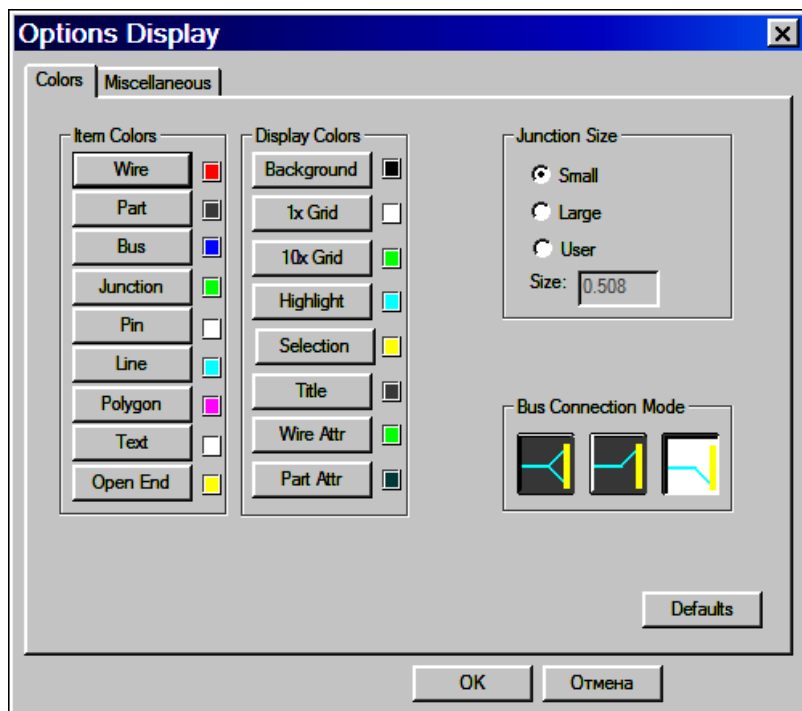


Рисунок 3

### Размещение объектов

Размещение объектов в рабочем окне производится при помощи команд меню **Place** (Размещение). Эти команды дублируются соответствующими пиктограммами на панели

инструментов **Placement Toolbars**.



**Выбор** компонента схемы осуществляется щелчком левой клавиши мыши на этой пиктограмме или выбором команды **Part** (Часть) из меню **Place**.

В открывающемся диалоговом окне (рисунке 4), выбирается имя нужного компонента схемы из области **Component name** (Имя компонента) соответствующей библиотеки.

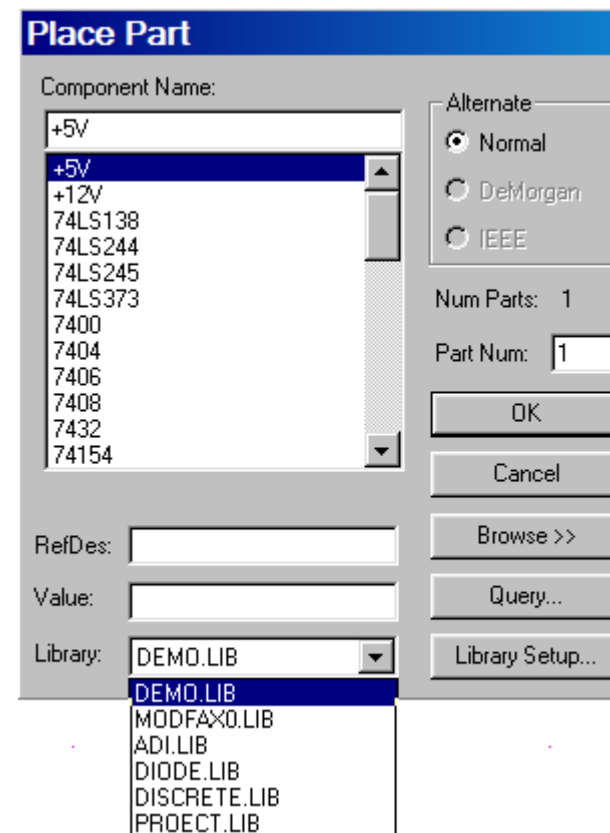



Рисунок 4

Имя нужной библиотеки выбирается из поля **Library** (Библиотека). Кнопка **Library Setup...** (Установить библиотеку) позволяет через открывающееся диалоговое окно добавить в этот список имя новой библиотеки, либо удалить из списка имя выбранной библиотеки.

Кнопка **Browse>>** (Обзор) открывает окно для предварительного просмотра выбранного компонента схемы.

**Num Parts** обозначает число логических секций, входящих в компонент, а **Part Num** – номер вводимой логической секции. Позиционные обозначения **RefDes** размещаемых компонентов и их секций на электрической схеме проставляются автоматически. Например, если компоненту в окне **RefDes** присвоено позиционное обозначение DD1, то последовательно размещаемые элементы получают имена DD1, DD2, DD3 и т.д., а элементы, состоящие из нескольких секций, получают имена DD1:A, DD1:B, DD1:C и т.д. Заканчивается выбор компонента нажатием кнопки **OK**.

**Размещение** компонента осуществляется при нажатой левой клавиши мыши. Точка привязки компонента устанавливается в узле сетки рабочего окна. Нажатие клавиши **R** позволяет поворачивать компонент на 90°, при этом надо удерживать нажатой левую кнопку мыши. Нажатие клавиши **F** позволяет зеркально отобразить компонент относительно оси Y.

**Выбор и редактирование компонентов** активизируется при нажатии на пиктограмму  **Select** (Выбор) или при нажатии клавиши **S**. Для выбора нескольких объектов необходимо удерживать нажатой клавишу **Ctrl**.

Команды редактирования собраны в меню **Edit** (Редактирование). Часть этих команд редактирования появляется в контекстное меню (рисунок 5), после нажатия правой кнопки мыши.

После выбора объекты можно вращать (**R**), отображать зеркально (**F**), выравнивать (**Align**) по горизонтали и вертикали, копировать в буфер обмена (**Copy**) или в файл (**Copy to File**),

вставлять из буфера или передвигать в нужное место рабочего поля и т. д.

Команда **Properties** вызывает диалоговое окно свойств компонента с пятью закладками (рисунок 6).

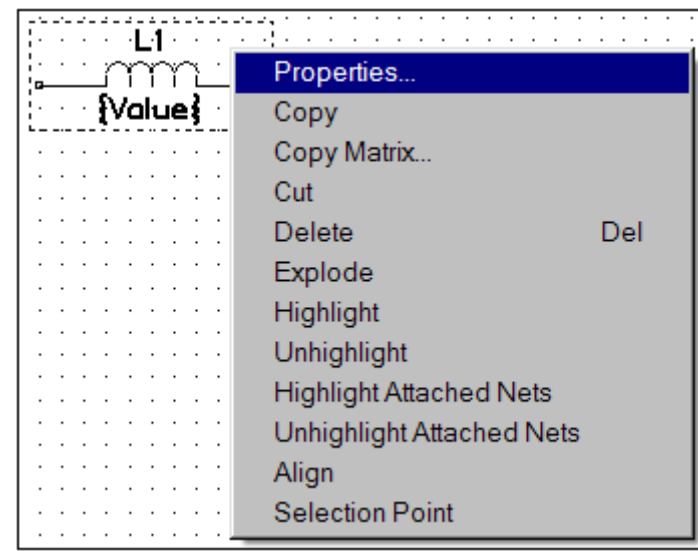



Рисунок 5

В закладке **Symbol** (Символ) в поле **RefDes** отображается позиционное обозначение компонента схемы, в поле **Value** – значение компонента, в поле **Type** – к какому типу относится компонент, а в поле **Library** – имя библиотеки, в которой компонент находится.

В поле **Visibility** (Видимость) устанавливаются флажки видимости позиционного обозначения компонента, его значения и типа.

Сделать невидимыми имена или номера контактов можно в закладке **Symbol Pins**. Для этого в областях **Pin Designator** и **Pin Name** убрать флажки с поля **Display**.

Электрическое соединение контактов компонентов схемы осуществляется после выполнения команды **Place/Wire** или щелчком мыши на пиктограмме .

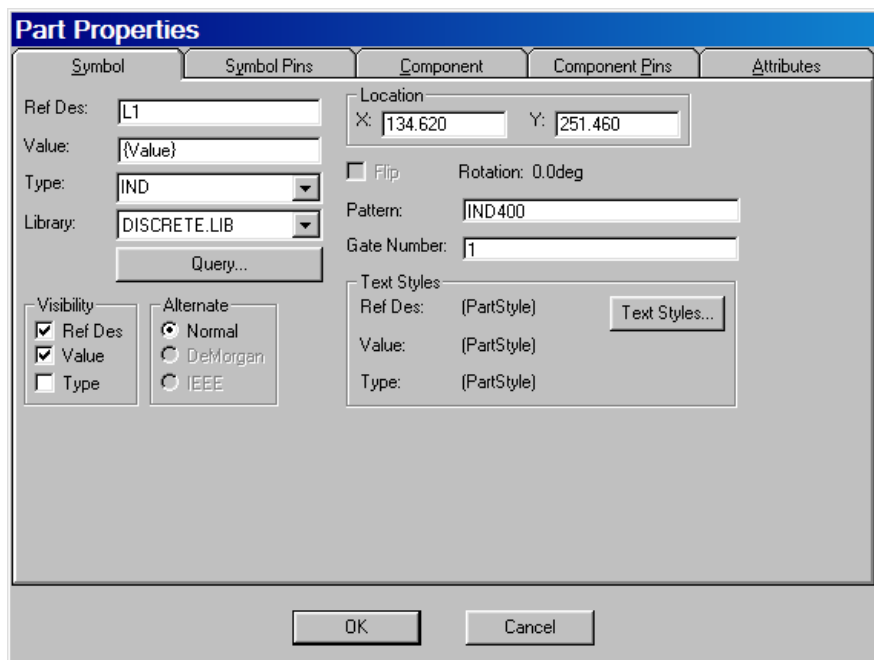


Рисунок 6

Чтобы выполнить соединение контакта одного компонента с контактом другого, укажите мышью выбранный контакт (указатель мыши превратится в перекрестие), а затем укажите перекрестием на другой контакт. Соединение выполняется после нажатия правой кнопки мыши, при этом должны стать невидимыми контакты соединяемых компонентов (рисунок 7).

Ширина линии связи устанавливается по команде **Options/Current Wire: Thick** – широкая (0,381 мм), **Thin** – узкая (0,254 мм) и **User** – задается пользователем. Нажатие клавиши **O** до отпускания кнопки мыши изменяет угол линии из числа

разрешенных углов, задаваемых в меню **Option/Configure**, а нажатие клавиши **F** изменяет ориентацию линии. Для включения в цепь точки излома используется команда **Rewire/Manual**. Места соединения фрагментов одной и той же цепи помечается точкой (рисунок 7). Для соединения пересекающихся отрезков цепей необходимо при построении второй цепи щелкнуть курсором в точке пересечения цепей, а затем продолжить построение второй цепи.

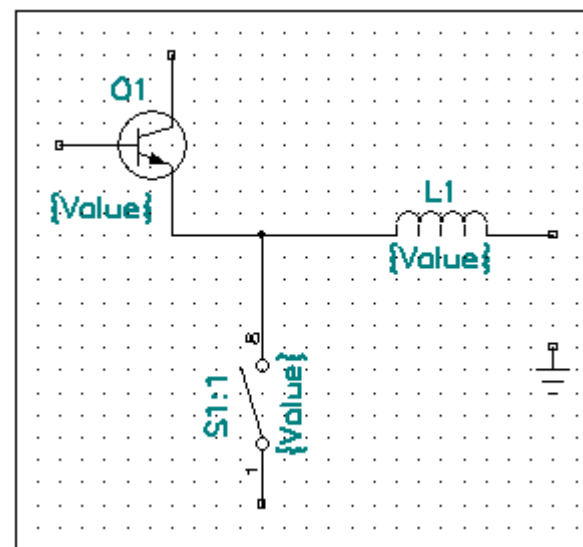



Рисунок 7

В строке информации монитора автоматически выводится имя выделенной цепи. Изменить имя выделенной цепи можно через контекстное меню в команде **Properties**. В закладке **Wire** установить флажок в поле **Display**, чтобы имя цепи стало видимым, а в закладке **Net** в поле **Net Name** задать нужное имя цепи.

Для проведения общей **шины** выполните команду **Place/Bus** нужной конфигурации. Ширина линии 0,76 мм устанавливается автоматически и изменить ее нельзя.

Имена электрических цепей, подводимых к шине, задаются командой **Place/Port** (или пиктограммой ) для подключения к цепи портов. Порт - специальный элемент схемы, который присваивает имя подключенной к нему цепи и определяет её для всех листов проекта (глобальная цепь). Порту присваивается имя цепи. У порта может быть один или два контакта для подсоединения к цепи. Способ подключения к цепи выбирается в области **Bus Connection Mode** окна **Options/Display** (рисунок 3). После вызова команды **Place/Port** щелкните мышью в любом месте экрана – появится диалоговое окно (рисунок 8)

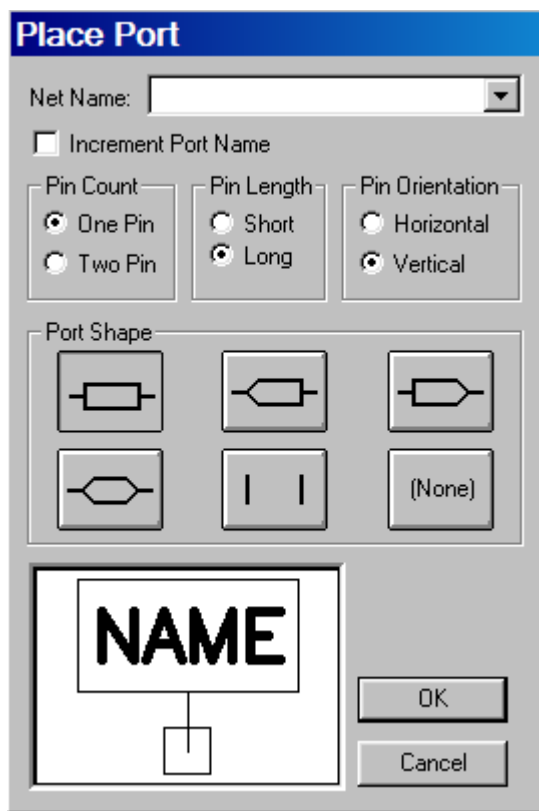


Рисунок 8

В окне **Net Name** введите имя электрической цепи. Установите флажок **Increment Port Name**, чтобы была упорядочена последовательность имен цепей, присоединяемых к шине. Переключатели **Pin Count**, **Pin Length**, **Pin Orientation** (число контактов порта, длина вывода, ориентация контактов, соответственно) установите в нужное положение. Установите форму порта **Port Shape** и нажмите кнопку **OK**.

Теперь можно подключать порты к именованным цепям щелчком мыши. Текущее имя цепи отображается автоматически. Именованные таким образом цепи являются глобальными (**Global**) и их можно переименовывать командой **Edit/Nets**.

### *Создание символов компонента для схемы электрической принципиальной*

Графический редактор для создания символьных образов компонентов запускается из редактора **P-CAD Schematic** после выполнения команды **Utils/P-CAD Symbol Editor**. Экранный интерфейс этого редактора подобен интерфейсу редактора **P-CAD Schematic**.

### *Настройка конфигурации графического редактора*

Выполнить команду **Options/Configure**. Установить систему единиц – мм, размер формата – А4. Нажать кнопку **OK**.

Выполнить команду **Options/Grids** (рисунок 9). В открывшемся диалоговом окне в поле **Grid Spacing** ввести числовое значение шага (например, 5 мм) и нажать кнопку **Add**.

Выполнить команду **Options/Current Line** (рисунок 10). В области **Width** (ширина) установить флажок в поле **Thin** (тонкая), в области **Style** (стиль) установить флажок в поле **Solid** (сплошная).

Выполнить команду **Options/Display**. В области **Items Color** диалогового окна закладки **Colors** устанавливаются цвета для



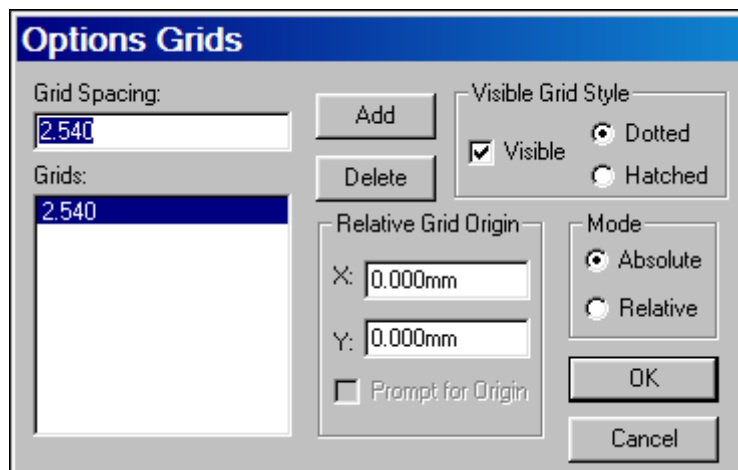


Рисунок 9

различных частей компонента: линии (**Line**), контакта (**Pin**), полигона (**Polygon**), текста (**Text**), свободного выхода (**Open End**). В области **Display Colors** устанавливаются цвета для фона экрана (**Background**), основной сетки (**1xGrid**), сетки с увеличенным шагом (**10xGrid**), для подсвечиваемых объектов (**Highlight**), для выбранных объектов (**Selection**).

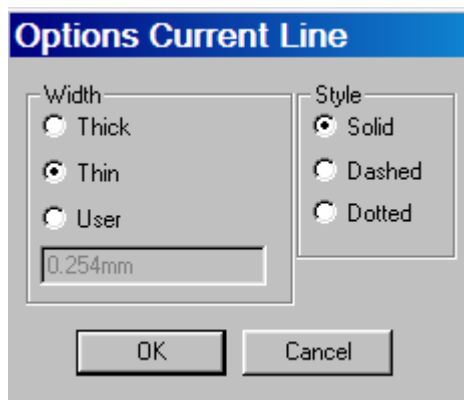




Рисунок 10

### Рисование контура графического изображения компонента

Рисование контура изображения компонента производится командами **Place/Line** и **Place/Arc** линиями выбранной толщины.

При вычерчивании линии по команде  **Place/Line** указывается начальная точка отрезка щелчком левой кнопки мыши, а затем конечная точка отрезка. По окончании рисования линии нажимается правая кнопка мыши или клавиша **Esc**. Чтобы

построить дугу по команде  **Place/Arc**, щелкните левой кнопкой мыши в нужном месте на рабочем поле экрана и, не отпуская кнопку, протащите курсор в конец дуги, а затем отпустите кнопку мыши. Поместите курсор в центр дуги и щелкните мышью. Дуга рисуется окончательно. После выделения дуги можно повернуть её на 90°, нажав клавишу **R** (нажатие клавиш **Shift+R** поворачивает дугу в обратную сторону) или отобразить зеркально относительно оси Y, нажав клавишу **F**. Для рисования окружности надо сначала указать курсором точку на окружности, а затем указать курсором центр окружности.

В качестве примера рассмотрим создание образа символа вентиля (секции) для микросхемы K155ЛА3.

Установить шаг сетки 2,5 мм. Вычертить контур вентиля (команда **Place/Line**) размером 7,5 x 10 мм (рисунок 11).

Выбрать команду  **Place/Pin**. В диалоговом окне (рисунок 12) в поле **Length** установить флажок **Normal** (нормальная длина контакта). В поле **Display** Установите флажок **Pin Des** (позиционное обозначение контакта на схеме) и уберите флажок **Pin Name** (видимость имени контакта на схеме). В поле **Default Pin Des** (позиционное обозначение первого вывода) поставьте единицу. Установите флажок в поле **Increment Pin Des** (приращение номера очередного размещаемого контакта на единицу). Поставьте единицы в полях **Starting Pin Number** (стартовый номер контакта) **Increment Pin Number**. В поле **Outside Edge** (выходной контакт) установите флажок на **None**.



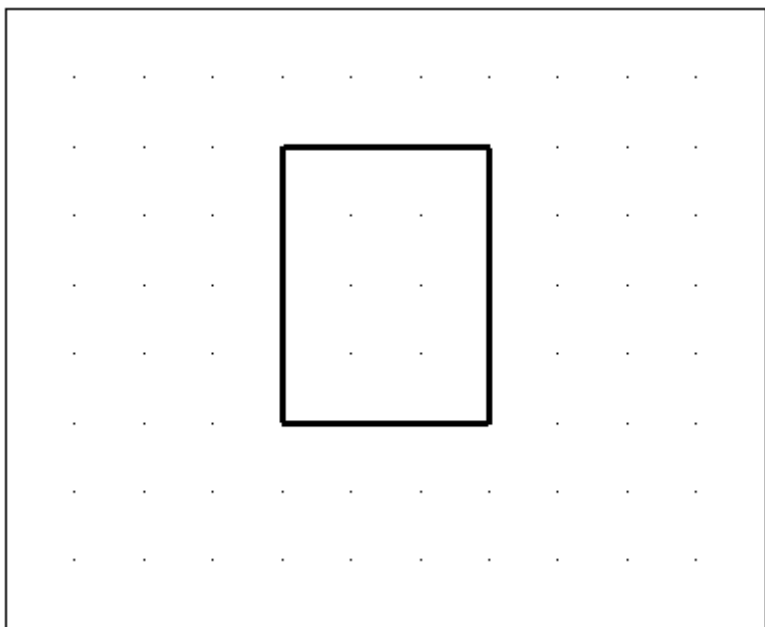


Рисунок 11

Нажмите клавишу **OK** и поместите курсор в ту точку графического изображения символа, где будет располагаться первый входной контакт вентиля ( на 2,5 мм ниже левого верхнего угла символа). Щелкните левой кнопкой мыши. Затем поместите курсор на 5 мм ниже первого контакта и щелкните левой кнопкой мыши. Для завершения команды нажмите правую кнопку мыши или нажмите клавишу **Esc**. С левой стороны символа зафиксированы два входных контакта (рисунок 13). Чтобы выполнить установки для выходного контакта, щелкните левой кнопкой мыши и в диалоговом окне (рисунок 12) установите флажок в поле **Outside Edge** (выходной контакт) на **Dot** (кружок инверсии). В поле **Default Pin Des** поставьте цифру 3 и нажмите кнопку **OK**. Поместите курсор на середину правой стороны графического изображения символа, щелкните левой кнопкой

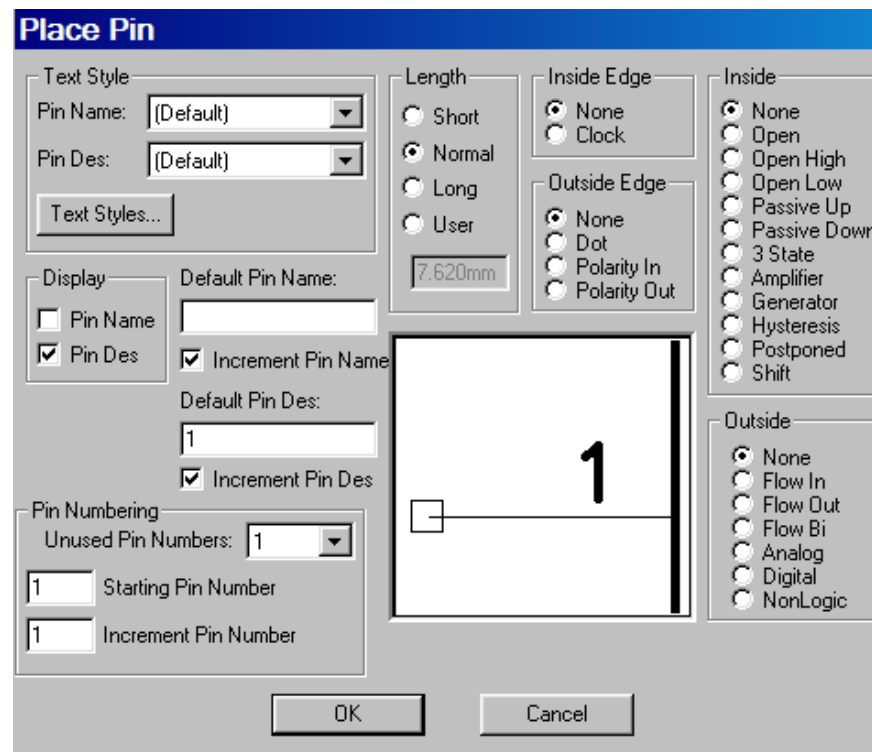


Рисунок 12

мышью и, не отпуская кнопку, дважды нажмите клавишу **R**. Изображение выходного контакта развернется в противоположную сторону (рисунок 13).

Для ввода текста выполнить команду **A Place/Text**. Поместите курсор внутрь изображения символа вентиля, щелкните мышью и в открывшемся диалоговом окне **Text** наберите символ **&**.

Выполнить команду **Place/Ref Point** для задания точки привязки символа. Переместите курсор в точку первого контакта и щелкните мышью. В результате сверху изображения первого контакта появится светлый прямоугольник с диагоналями.

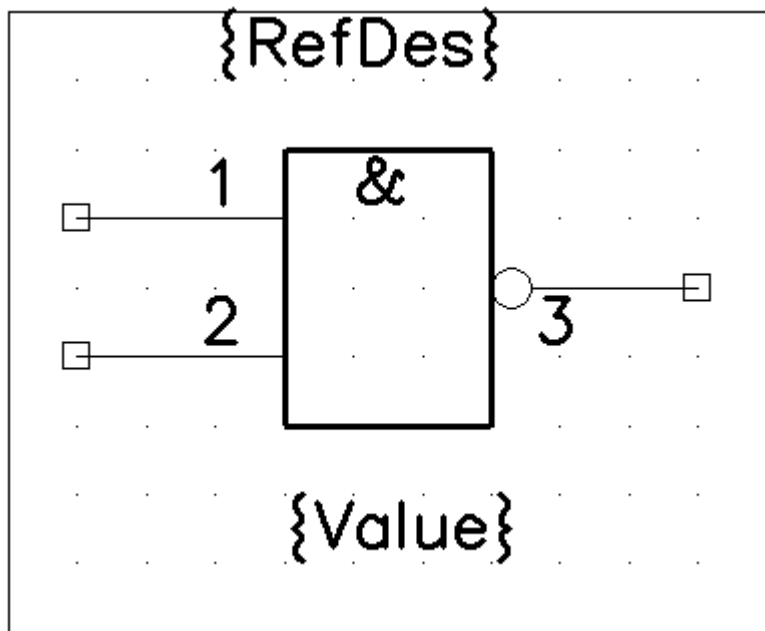


Рисунок 13

Выполнить команду  **Place/Attribute** для задания атрибутов символа: места для позиционного обозначения компонента на схеме и типа компонента. В диалоговом окне (рисунок 14) в области **Attribute Category** (категория атрибута) укажите назначение атрибута Component (компонент). В области имен атрибутов **Name** выбрать имя атрибута позиционного обозначения **Refdes**. В списке **Style Text** установить стиль текста **Default TTF**. Нажать кнопку **OK**. Установить курсор над изображением компонента и щелкнуть мышью. Повторить предыдущую операцию для ввода имени компонента **Value**.

Имя контакта выводится на экран после выделения соответствующего контакта, выбора в контекстном меню строки **Properties**, активизации флажка **Pin Name**, простановке в окне **Default Pin Name** имени контакта и нажатии на клавишу **OK**.

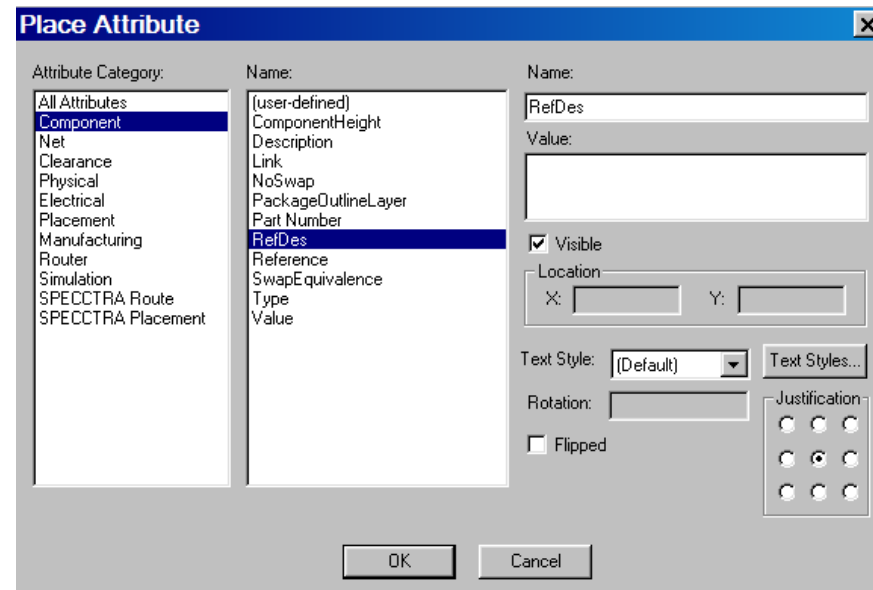


Рисунок 14

Для проверки правильности создания символа выполните команду **Utils/Validate**. Появится соответствующее ситуации сообщение – правильно или неправильно выполнено кодирование компонента.

### *Запись созданного компонента в библиотеку*

Чтобы записать созданный компонент в уже имеющуюся библиотеку, нужно вызвать команду **Symbol/Save As**. В открывшемся диалоговом окне (рисунок 15) в поле **Library** выбрать имя нужной библиотеки. Установить флажок в поле **Grate Component** для занесения информации о компоненте в библиотеку как отдельного элемента. В окне **Symbol** набрать имя компонента и нажать **OK**. Для записи компонента в новую библиотеку нужно выбрать команду **Library/New**. Создать новую папку, дав ей имя с расширением **.lib** и далее по команде **Symbol/Save As**.

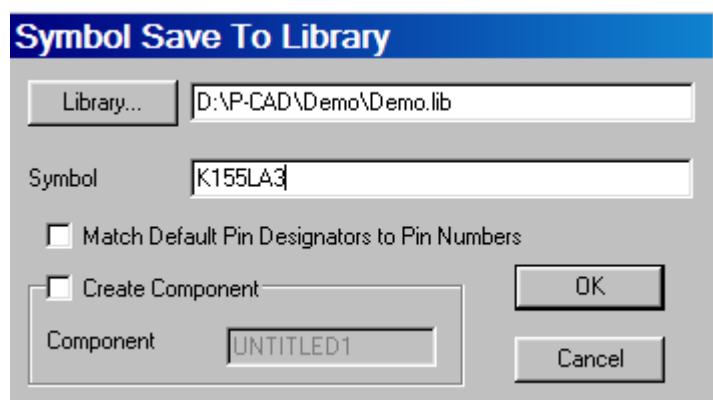


Рисунок 15

### *Создание символа компонента с помощью команды Symbol/Symbol Wizard*



Символ компонента можно создать, вызвав команду Symbol/Symbol Wizard. В диалоговом окне (рисунок 16) должна быть указана следующая информация:

- в окне **Symbol Width** указывается ширина символа (для совпадения узлов сетки с точками выводов контактов выбирайте эту величину кратной **Pin Spacing**;
- в окне **Pin Spacing** – расстояние между смежными выводами по вертикали;
- в области **Length** выбирается длина вывода;
- в окнах **Number Pins Left/Right** определяется количество выводов по левой и правой сторонам символа компонента;
- флажок **Symbol Outline** разрешает отображать контур символа на экране;
- отображать на экране имена и номера выводов;
- в окнах **Default Pin Name**, **Default Pin Designator** устанавливаются имя и номер вывода;

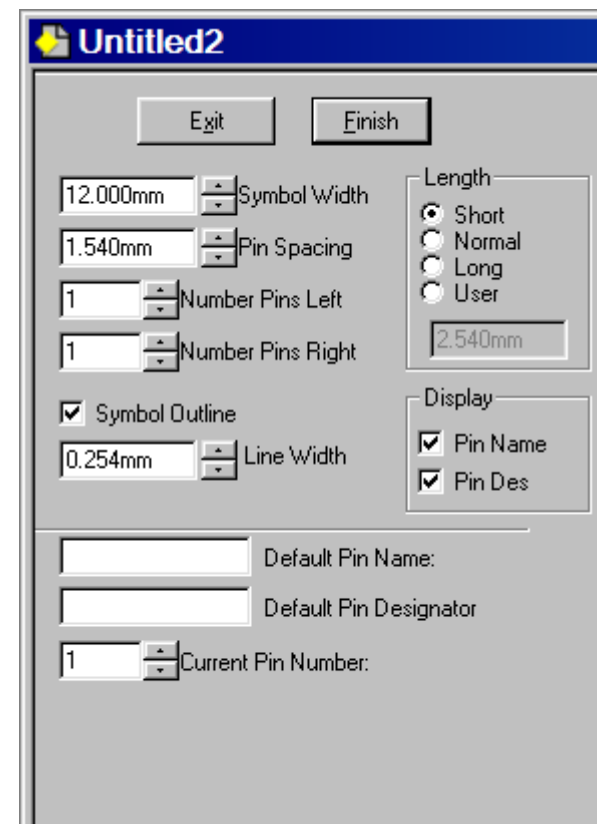


Рисунок 16

- в окне **Current Pin Number** устанавливается номер текущего вывода (система по умолчанию нумерует контакты: левая сторона - сверху вниз, правая сторона – снизу вверх);

При кодировании первого контакта проставьте в окне **Current Pin Number** текущий номер – единицу (может не совпадать с позиционным номером), в окне **Default Pin Name** укажите имя контакта, а в окне **Default Pin Designator**

укажите позиционный номер контакта. При кодировании остальных контактов такая же последовательность ввода данных. После ввода данных для каждого контакта нажать клавишу **Enter**.

После ввода всех необходимых параметров нажмите кнопку **Finish**. Изображение символа будет перенесено на экран редактора **Symbol Editor**. Для выполнения дальнейших шагов по редактированию символа (добавлению линий графики, текста, перенумерации выводов и т.п.) и проверки введенных данных (**Utils/Validate** – операция обязательна).

По окончании работы символ записывается в библиотеку (команда **Symbol/Save As**) или в отдельный файл с расширением **.sym** (команда **Symbol Save to File**).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Варианты заданий построения схем электрических принципиальных

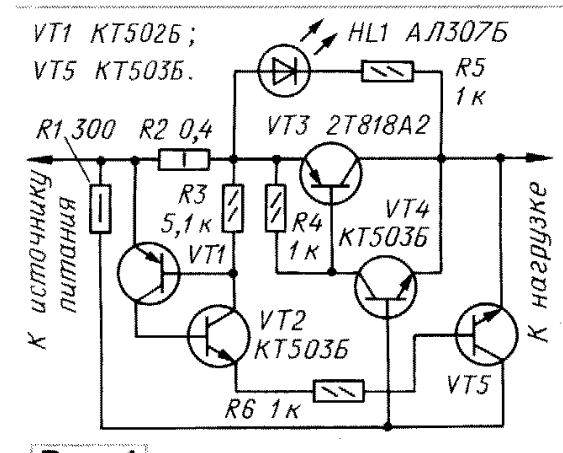


Рисунок п1 - Электронный предохранитель токовых перегрузок

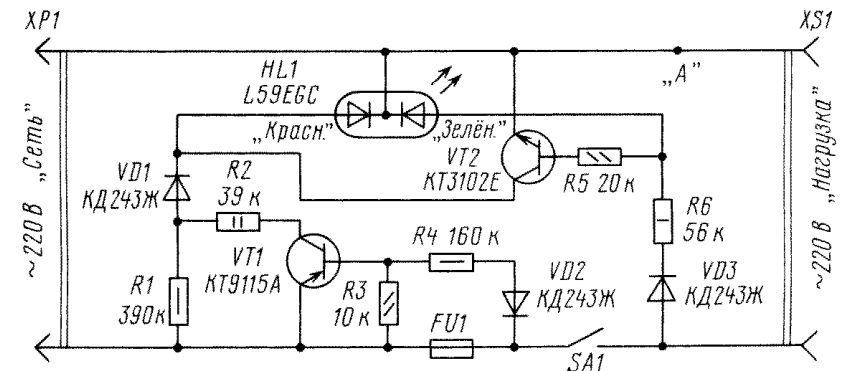


Рисунок п2 - Сетевой индикатор включения на двухцветном светодиоде

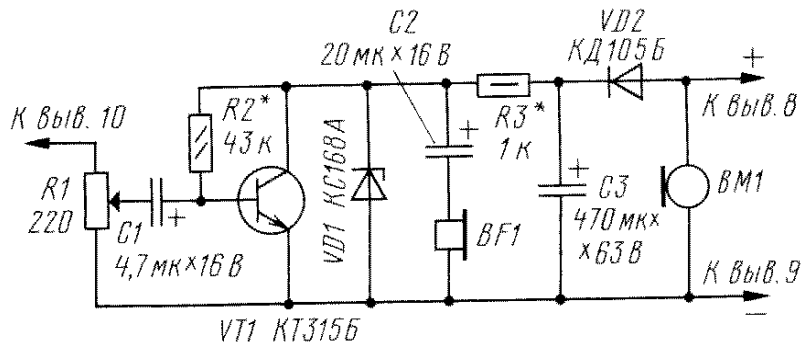


Рисунок п3 - Усилитель к телефонному аппарату

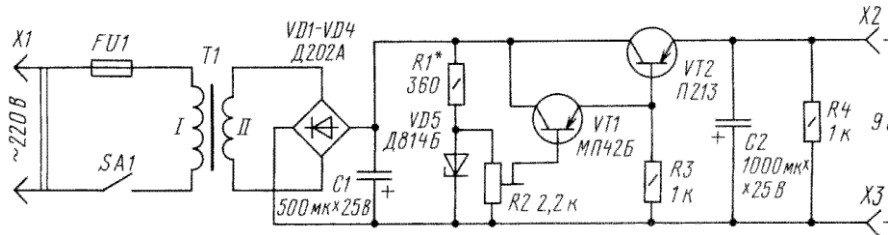


Рисунок п4 - Блок питания

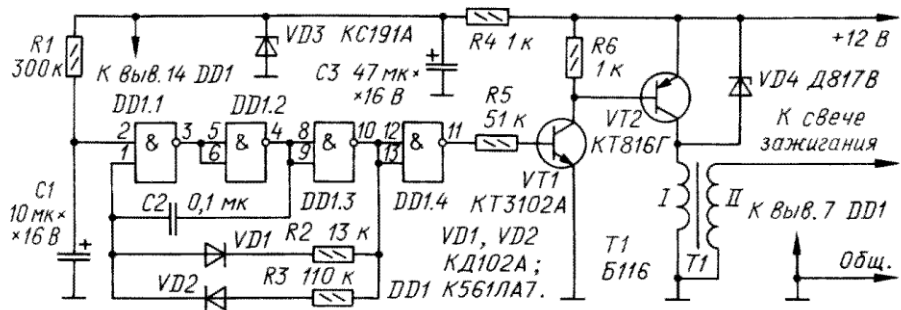


Рисунок п5 - Электронный блок зажигания отопителя автомобиля

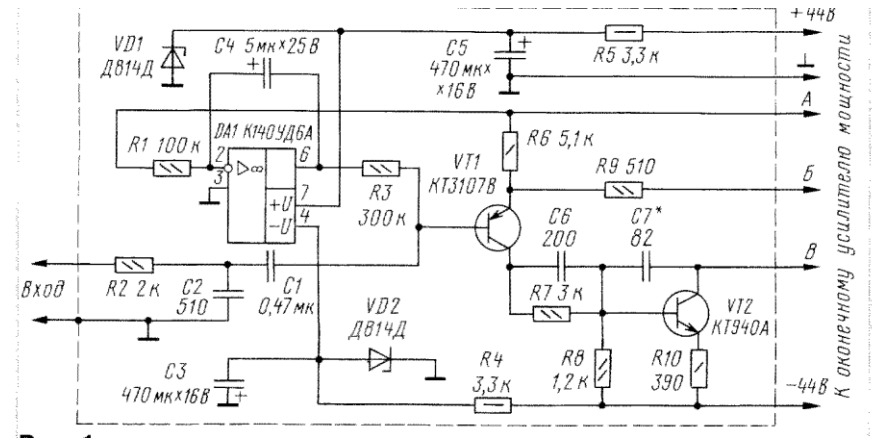


Рисунок п6 - Усилитель УМЗЧ

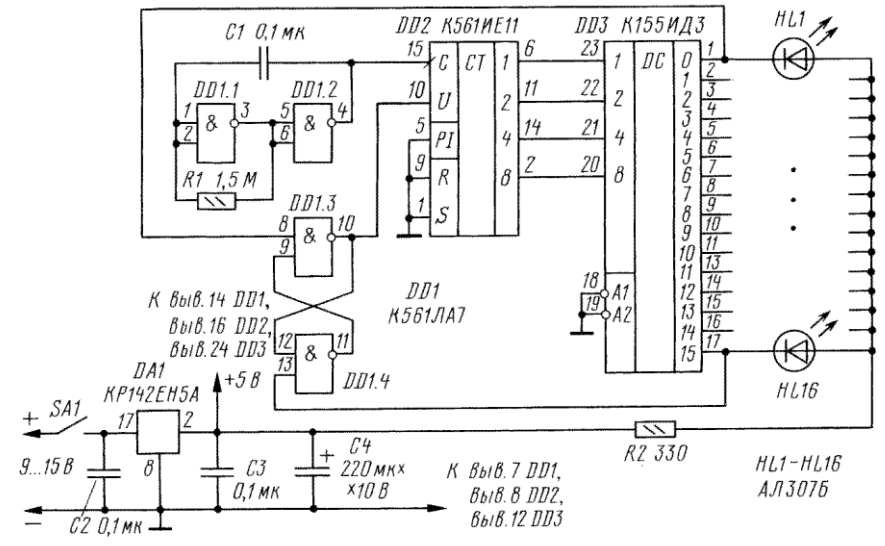


Рисунок п7 - «Бегущие огни» с автореверсом

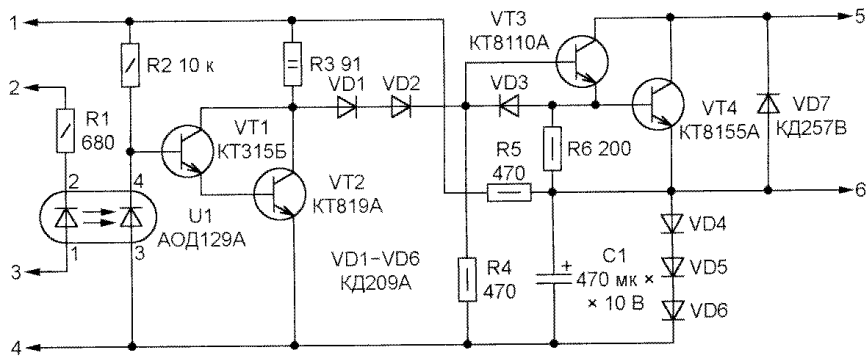


Рисунок п8 - Сдвоенный силовой ключ управления асинхронным двигателем

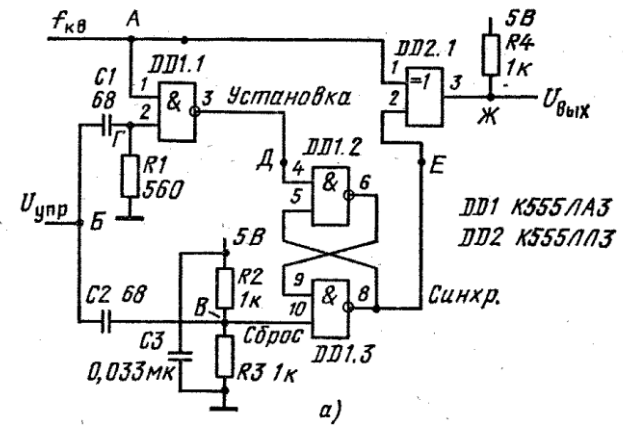


Рисунок п10 - Генератор трехфазной последовательности

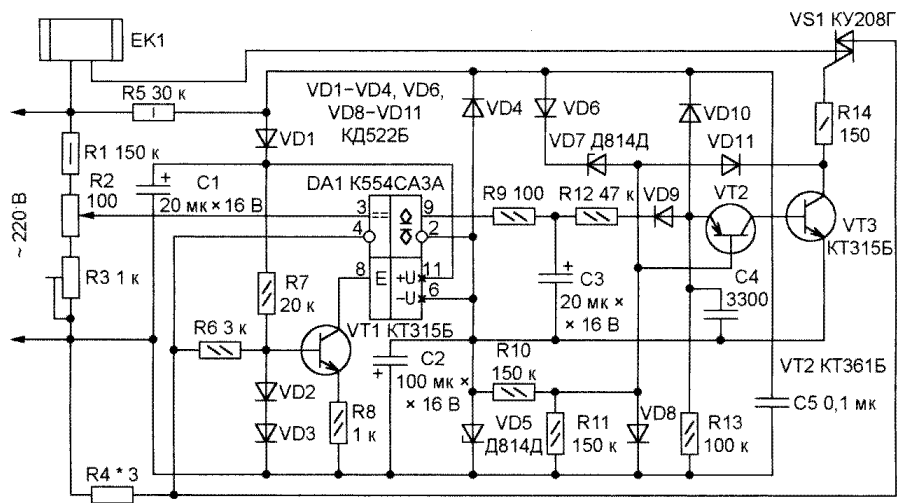


Рисунок п9 - Стабилизатор температуры электронагревателя

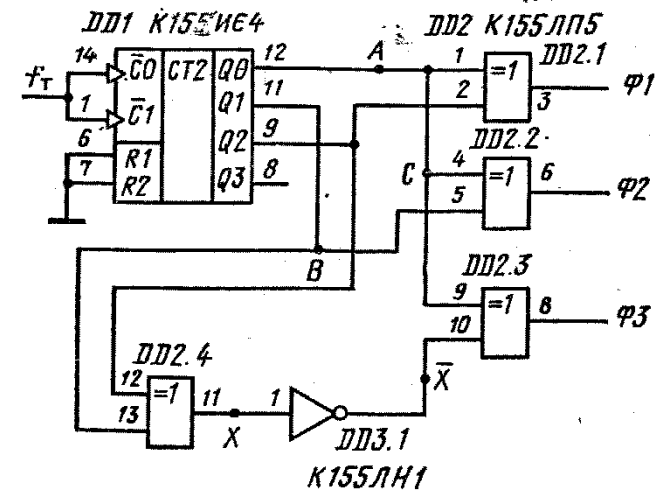


Рисунок п11- Коммутатор кварцовой последовательности

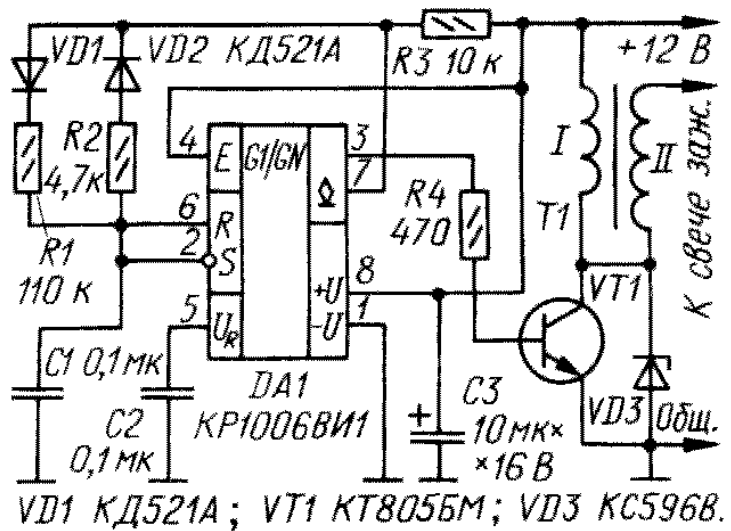


Рисунок п12 - Электронный блок зажигания

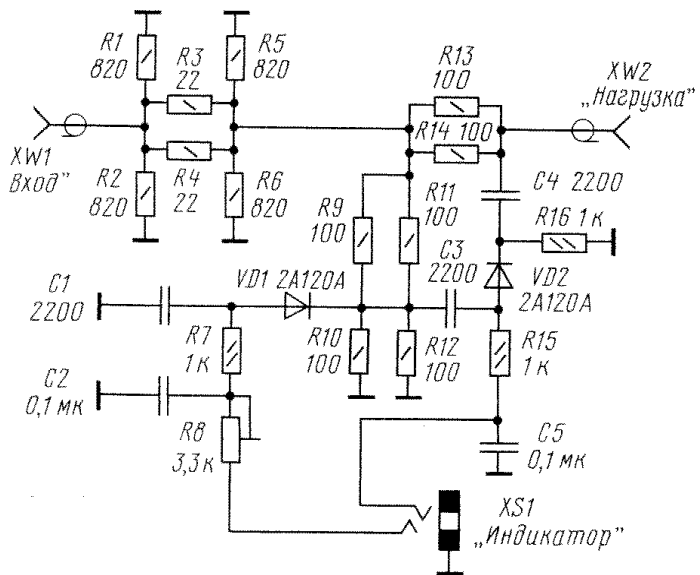


Рисунок п13 - Мостовой измеритель коэффициента стоячей волны

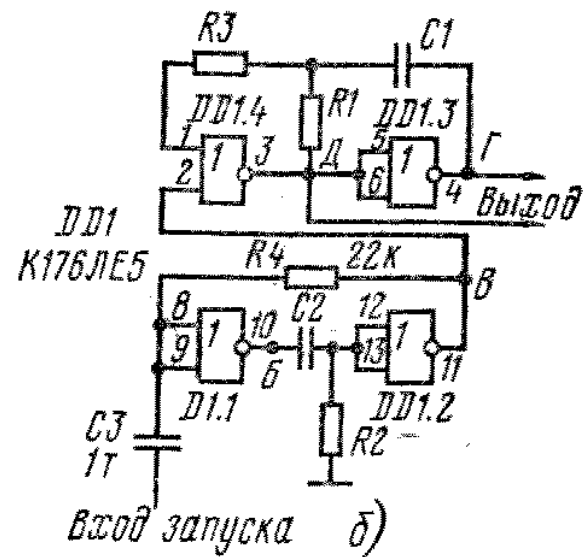


Рисунок п14 - Мультивибратор на инверторах КМОП



Иванов Вадим Валентинович  
Иванова Ирина Александровна

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**  
Методические указания  
к практическим занятиям (пакет P-CAD)  
для студентов направления (специальности)  
657900 (210200)

Часть 1

Редактор Н.М. Кокина

---

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип №1
Плоская печать	Усл. печ. л. 2,0	Уч. изд. л. 2,0
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

---

Издательство Курганского государственного университета,  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет, ризограф