

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Севастопольский национальный технический университет
Кафедра радиотехники и телекоммуникаций



Индивидуальные задания и методические рекомендации
к выполнению лабораторного практикума
по дисциплине «Основы компьютерного проектирования РЭА»
для студентов дневной и заочной форм обучения
направления 6.050901 — «Радиотехника»

УДК 621.396

Индивидуальные задания и методические рекомендации к выполнению лабораторного практикума по дисциплине «Основы компьютерного проектирования РЭА»: методические указания для студентов дневной и заочной форм обучения направления 6.050901 – «Радиотехника» / СевНТУ; сост. А.Г. Бадалов, С.Н. Поливкин. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012. – 63 с.

Цель указаний: оказать помощь студентам при выполнении лабораторного практикума по изучению системы автоматизированного проектирования *P-CAD 2006* и получении начальных навыков практической работы при выполнении индивидуальных заданий.

Методические указания утверждены на заседании кафедры радиотехники и телекоммуникаций «___» _____ 2012 г., протокол №__.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: канд.техн.наук. доцент **Слезкин В.Г.**

Ответственный за выпуск:

д-р техн. наук, профессор,

заведующий кафедрой радиотехники и телекоммуникаций

Гимпилевич Ю.Б.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Лабораторная работа №1. Основы работы с программами <i>Schematic</i> и <i>PCB</i> в САПР <i>P-CAD</i> 2006.....	5
2. Лабораторная работа №2. Создание условных графических обозначений радиокомпонентов в САПР <i>P-CAD</i> с помощью редактора <i>Symbol Editor</i>	8
3. Лабораторная работа №3. Создание посадочных мест радиокомпонентов в САПР <i>P-CAD</i> с помощью редактора <i>Pattern Editor</i>	12
4. Лабораторная работа №4. Создание библиотеки радиоэлектронных компонентов в САПР <i>P-CAD</i> с помощью менеджера библиотек <i>Library Executive</i>	15
5. Лабораторная работа №5. Создание принципиальных схем и печатных плат в САПР <i>P-CAD</i>	17
Библиографический список.....	21
Приложение А. Таблица индивидуальных заданий.....	22
Приложение Б. Спецификации интегральных микросхем.....	23
Приложение В. Спецификации транзисторов.....	24

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания представляют комплекс лабораторных заданий, ориентированных на практическое закрепление знаний, получаемых при изучении системы автоматизированного проектирования (САПР) *P-CAD 2006* как в часы аудиторных занятий, так и при самостоятельной работе студентов.

Для выполнения каждой лабораторной работы студенту выдается индивидуальное задание и определяется порядок его выполнения. При необходимости, приводятся краткие методические рекомендации по особенностям выполнения работы, формулируются требования к материалам отчета и предлагаются контрольные вопросы для подготовки к защите результатов выполнения лабораторной работы.

Следует отметить, что необходимым элементом подготовки к выполнению каждого лабораторного задания является самостоятельная проработка студентом соответствующих разделов методических рекомендаций по изучению пакета *P-CAD 2006* [1], учебной и справочной литературы [2].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.
Основы работы с программами *Schematic* и *PCB*
в САПР *P-CAD*

Цель:

Получение начальных практических навыков самостоятельной работы при создании электрической принципиальной схемы с помощью редактора *Schematic* и проектирования печатной платы с помощью редактора *PCB*.

Задание:

1. Оформить принципиальную схему, пример которой приведен на рис. 1, в графическом редакторе *Schematic* и сформировать файл списка соединений компонентов цепей (связей), используемый для создания печатной платы.

2. Разработать топологию печатной платы, принципиальная схема которой создана согласно п.1, в графическом редакторе *PCB*.

Примечание: Указанные действия следует выполнять в соответствии с Методическими указаниями по изучению САПР *P-CAD* 2006 [1].

Порядок действий:

1. Загрузить и настроить графический редактор *Schematic*.
2. Разместить и проименовать символы радиоэлектронных компонентов (РЭК) на рабочем поле редактора.
3. Ввести электрические связи и проименовать цепи и шины.
4. Задать имена цепей входящих в шины.
5. Ввести цепи питания (+5V, *GND* и т.д.).
6. Сохранить принципиальную электрическую схему в виде файла с расширением *filename.sch*.
7. Загрузить и настроить графический редактор *PCB*.
8. Создать конструктив печатной платы (ПП).
9. Упаковать РЭК на ПП с подключенными соединителями (связями).

10. Разместить РЭК на печатной плате.
11. Оптимизировать связи между РЭК.
12. Сохранить начальную топологию ПП как файл с расширением *file-name.pcb*.
13. Подготовить к печати принципиальную схему, а также печатную плату послойно: слои Top+Board, Bottom+Board, TopSilk+BottomSilk+BOARD.

Состав отчета:

1. Принципиальная схема разработанного электронного блока, выполненная в редакторе *Schematic*.
2. Распечатки комбинаций слоев Top+Board, Bottom+Board, TopSilk+BottomSilk+BOARD, выполненные в редакторе PCB.

Контрольные вопросы.

1. Для чего предназначена система автоматизированного проектирования печатных плат *P-CAD*?
2. Какие действия выполняются при настройке редактора *Schematic*?
3. Как в редакторе *Schematic* выполняется ввод соединений и прокладка проводников?
4. Что такое слои в *P-CAD* и для чего они предназначены?
5. В каких слоях создается посадочное место компонента?
6. Какие режимы прокладки печатных проводников применяются в редакторе PCB?

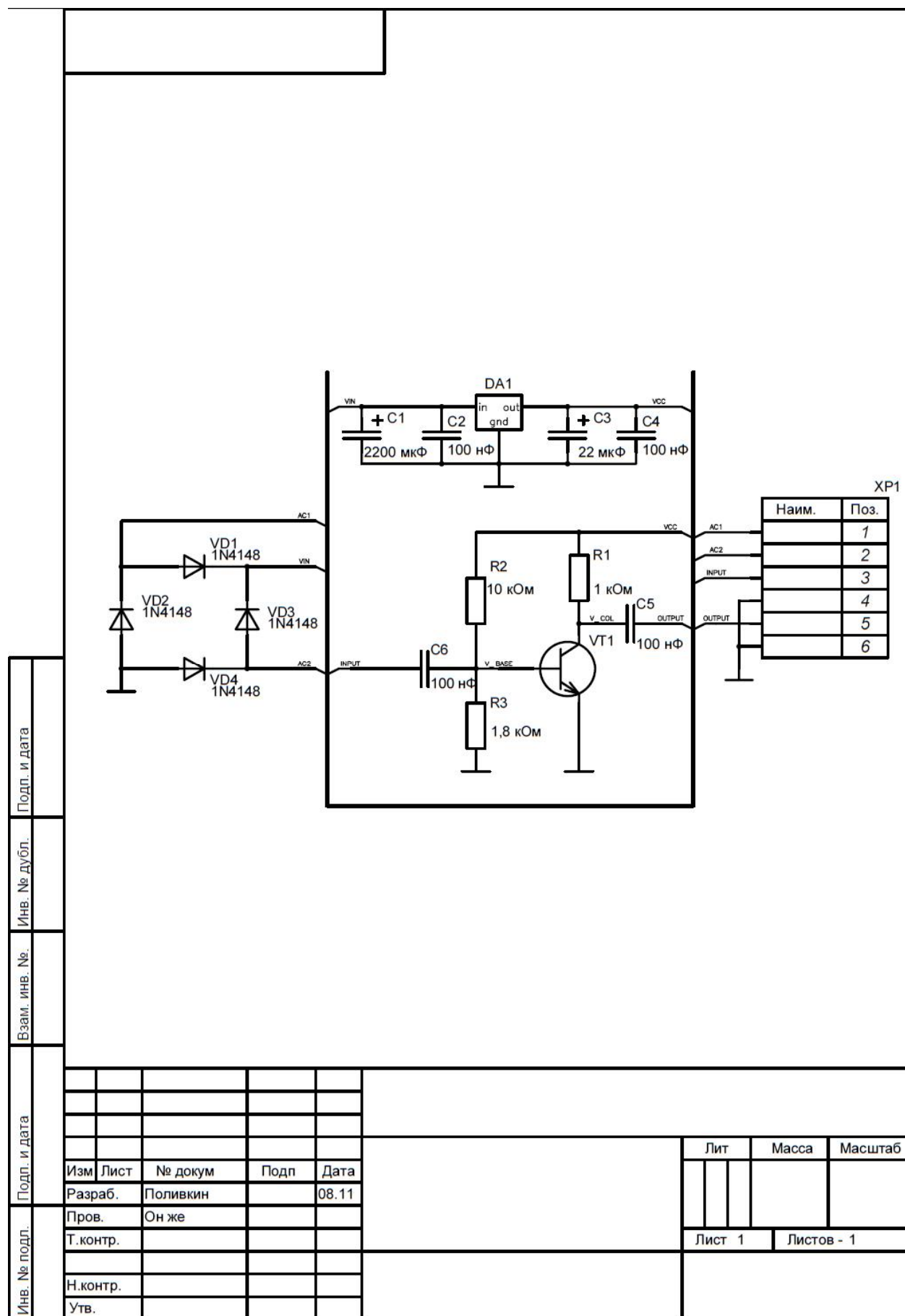


Рис. 1 – Пример электрической принципиальной схемы

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Создание условных графических обозначений радиокомпонентов в САПР *P-CAD* с помощью редактора *Symbol Editor*

Цель:

Получение практических навыков создания символов аналоговых и цифровых компонентов, используемых в качестве библиотечных элементов в системе *P-CAD*, с помощью редактора *Symbol Editor*.

Задание:

1. Для создания условно-графических обозначений (символов) транзистора и микросхемы выбрать индивидуальное задание в соответствии с таблицей вариантов (Приложение А).
2. Ознакомиться с назначением выводов радиоэлектронных компонентов, символы которых необходимо создать (Приложения Б, В).
3. Вычертить графические образы радиоэлектронных компонентов, ввести их атрибуты, точки привязки и т.д.
4. Проверить созданные символы на наличие ошибок.
5. Сохранить созданные символы как библиотечные элементы в файлах с расширением *.sym*.
6. Подготовить отчет.

Примечание: Указанные действия следует выполнять в соответствии с Методическими указаниями по изучению САПР *P-CAD* 2006 [1].

Методические рекомендации:

Создание условного графического обозначения (символа) радиокомпонента необходимо выполнять в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД) [2].

Компонент может состоять из нескольких одинаковых секций (вентилей). Вентиль — это повторяющийся законченный логический блок. Компонент с одинаковыми секциями в терминологии *P-CAD* называется однородным (гомоген-

ным). Для таких компонентов символьное изображение создается только для одного вентиля. Если секции компонента различаются между собой, то такой компонент в *P-CAD* называется неоднородным, и в этом случае символ создается для каждой его секции отдельно (как в случае компонента электромагнитного реле, рассмотренного в Методических указаниях[1]).

Количество выводов создаваемого символа должно соответствовать количеству ножек в корпусе, т.е. незадействованные выводы компонента все равно изображаются в символе, так как при повторном использовании компонента могут быть задействованы все выводы (или иные, по сравнению с первичным использованием). Это необходимо для ведения библиотек — чтобы каждому компоненту соответствовал один элемент библиотеки, созданный в полном соответствии с требованиями ЕСКД.

При настройке редактора *Symbol Editor* и установке используемой системы единиц измерения необходимо выбрать метрическую систему, поскольку в соответствии с ЕСКД (ГОСТ 2.747, 2.728, 2.730) размеры условного графического обозначения (УГО) компонента и шаг между его выводами кратны 5 мм. При выборе шага координатной сетки рекомендуется выбрать значение 2,5 мм (а также абсолютный тип сетки).

Рекомендуемые размеры символа микросхемы: длина вывода 5мм; расстояние между выводами символа микросхемы 5мм; ширина символа должна быть необходима и достаточна для ввода функционального значения компонента и имен выводов; длина символа определяется количеством выводов, выступ за крайние выводы должен составлять не менее 2,5 мм; толщина линии контура символа 0,5 мм. Для создания символьного изображения микросхем удобно использовать мастер создания *Symbol Wizard*. символы других компонентов создаются вручную.

Порядок действий:

Для создания символа радиокомпонента необходимо загрузить графический редактор *Symbol Editor* и выполнить следующие действия:

- 1) Установить метрическую систему единиц;
- 2) Установить необходимый шаг координатной сетки;
- 3) Установить привязку к сетке. Приблизить изображение настолько, чтобы явно было видно перемещение курсора по сетке.
- 4) Создать изображение символа с помощью команд: *Place Pin*, *Place Line*, *Place Arc*, *Place Text*, расположенных на инструментальной панели. При этом выводы следует размещать по сетке с шагом не менее 2,5 мм. При создании графики символа, возможно, возникнет необходимость изменить шаг. При изменении шага необходимо соблюдать кратность шагов (если основной шаг 2,5мм, то вспомогательные шаги, как правило, выбирают: 1,25; 0,5; 0,25 мм и т.д.).
- 5) Ввести необходимые атрибуты командой *Place Attribute*
- 6) Задать точку привязки командой *Place Ref Point*
- 7) Произвести проверку правильности созданного компонента с помощью кнопки *Validate Symbol* на панели системных команд. При наличии ошибок необходимо их исправить.
- 8) Сохранение файла: созданный символ компонента сохраняется в виде **название_компонента.sym** с помощью команды *Symbol/Save To File* в рабочей папке студента.

Состав отчета:

1. Распечатка символа транзистора, выполненная в редакторе *Symbol Editor* согласно индивидуальному заданию.
2. Распечатка символа микросхемы, выполненная в редакторе *Symbol Editor* согласно индивидуальному заданию.

Контрольные вопросы.

1. Для чего предназначена система *P-CAD*, какие основные подпрограммы она включает?
2. Для чего создается символ радиоэлектронного компонента?

3. Что входит в состав символьного изображения компонента, входящего в библиотеку *P-CAD 2006*?

4. Какие требования необходимо выполнять при создании символа?

5. Что такое вентиль компонента?

6. Какой флажок нужно включить, чтобы на принципиальной электрической схеме отображались имена выводов символа компонента?

7. В какой программе создается символьное изображение компонента?

8. Какие команды используются при ручном создании символа компонента?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.

Создание посадочных мест радиокомпонентов в САПР *P-CAD* с помощью редактора *Pattern Editor*

Цель:

Получение практических навыков создания посадочных мест аналоговых и цифровых компонентов, используемых в качестве библиотечных элементов в системе *P-CAD*, с помощью редактора *Pattern Editor*.

Задание:

1. Использовать в качестве индивидуального задания при создании посадочных мест транзистор и микросхему, символы которых были созданы в ЛР №2.
2. Ознакомиться с чертежом радиоэлектронных компонентов, посадочные места которых необходимо создать.
3. Определить вариант установки компонента на печатной плате
4. Вычертить графические образы посадочных мест радиоэлектронных компонентов, ввести их атрибуты, точки привязки и т.д.
5. Проверить созданные посадочные места на наличие ошибок.
6. Сохранить созданные посадочные места как библиотечные элементы в файлах с расширением *.pat*.
7. Подготовить отчет.

Примечание: Указанные действия следует выполнять в соответствии с Методическими указаниями по изучению САПР *P-CAD* 2006 [1].

Методические рекомендации:

Посадочное место (паттерн) радиоэлектронного компонента (РЭК) создается на основании его чертежа. Посадочное место компонента состоит из набора контактных площадок и конструктива корпуса (вид сверху) компонента. Конструктив корпуса изображается упрощенно по габаритным размерам. Диаметр от-

верстия и контактной площадки (КП) для штыревого вывода выбирается из таблицы 1 (все размеры в таблице приведены в миллиметрах).

Для возможности пайки РЭК поверхностного монтажа размеры планарной КП под компонент увеличивают относительно максимальных размеров металлизированной контактной поверхности по длине - на 0,3 мм в обе стороны, по ширине – на 0,1 мм, тоже в обе стороны (если есть возможность, чтобы зазор между КП был не менее 0,2мм).

Таблица 1

Рекомендуемые размеры контактных площадок и металлизированных отверстий для РЭК со штыревыми выводами

Диаметр вывода, не более, мм	Номинальный диаметр металлизированного отверстия, мм	Минимальный диаметр контактной площадки, мм
0,4	0,6	1,1
0,5	0,8	1,3
0,7	1,0	1,5
0,8	1,3	1,8
1,0	1,5	2,0
1,2	1,8	2,3
1,5	2,0	3,7

Порядок действий:

Для создания посадочного места радиокомпонента необходимо загрузить графический редактор *Pattern Editor* и выполнить следующие действия:

- 1) Установить метрическую систему единиц;
- 2) Установить необходимый шаг координатной сетки;
- 3) Установить привязку к сетке. Приблизить изображение настолько, чтобы явно было видно перемещение курсора по сетке.

4) Создать изображение посадочного места с помощью команд: *Place Pin*, *Place Line*, *Place Arc*, *Place Text*, имеющихся на инструментальной панели. При создании графики, возможно, возникнет необходимость изменить шаг. При изме-

нении шага необходимо соблюдать кратность шагов (если основной шаг 2,5мм, то вспомогательные шаги, как правило, выбирают: 1,25; 0,5; 0,25 мм и т.д.).

5) Ввести необходимые атрибуты командой *Place Attribute*

6) Задать точку привязки командой *Place Ref Point*

7) Произвести проверку правильности созданного компонента с помощью кнопки *Validate Pattern* на панели системных команд. При наличии ошибок необходимо их исправить.

8) Сохранение файла: созданный символ компонента сохраняется в виде **название_паттерна.pat** с помощью команды *Pattern /Save To File* в рабочей папке студента.

Состав отчета:

1. Распечатка посадочного места транзистора, выполненная в редакторе *Pattern Editor* согласно индивидуальному заданию.
2. Распечатка посадочного места микросхемы, выполненная в редакторе *Pattern Editor* согласно индивидуальному заданию.
3. Фотографии экрана компьютера при сохранении созданных посадочных мест в библиотеку.

Контрольные вопросы.

1. Для чего предназначена система *P-CAD*, какие основные подпрограммы она включает?
2. Для чего создается посадочное место радиоэлектронного компонента?
3. Что входит в состав посадочного места компонента, входящего в библиотеку *P-CAD-2006*?
4. Какие требования необходимо выполнять при создании посадочного места компонента?
5. Что такое слои в *P-CAD* и для чего они предназначены?
6. В каких слоях создается посадочное место компонента?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Создание библиотеки радиоэлектронных компонентов в САПР P-CAD с помощью менеджера библиотек *Library Executive*

Цель:

Получение практических навыков работы с библиотеками компонентов в системе P-CAD, а также изучение способов создания и редактирования компонентов.

Задание:

1. Использовать в качестве индивидуального задания при создании новых библиотечных компонентов транзистор и микросхему, символы и посадочные места которых были созданы в ЛР №2, 3.
2. Ознакомиться с назначением радиоэлектронного компонента, расположением его выводов и типом корпуса.
3. Ввести информацию о компоненте в соответствующем окне *Library Executive*.
4. Объединить созданные ранее символ и посадочное место в единый компонент с помощью таблицы соединений.
5. Проверить созданный компонент на наличие ошибок.
6. Сохранить созданный компонент в указанную преподавателем библиотеку.
7. Подготовить отчет, в котором должны присутствовать скриншоты основных окон менеджера библиотек для каждого из созданных компонентов.

Методические рекомендации:

Процесс создания компонентов и все операции, которые необходимо выполнить при этом, а также их последовательность, подробно рассмотрены в разделе 6 Методических указаний по изучению САПР P-CAD 2006. Для успешного

выполнения данной работы следует тщательно выполнить все указанные действия в заданном порядке.

Состав отчета:

1. Фотографии экрана компьютера при выполнении каждого этапа создания библиотечного элемента согласно индивидуальному заданию.

Контрольные вопросы.

1. В какой подпрограмме системы *P-CAD* создаются и редактируются библиотеки радиоэлектронных компонентов?

2. Какие бывают стили компонентов, в чем их отличие?

3. Что такое эквивалентность выводов и вентилях компонента?

4. Что входит в состав библиотечного компонента?

5. С каким расширением сохраняются файлы библиотек, символьных изображений и конструкторско-технологических образов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Создание принципиальных схем и печатных плат в САПР P-CAD

Цель:

Закрепить и систематизировать навыки работы с САПР P-CAD, полученные студентами в процессе выполнения предыдущих лабораторных работ.

Задание:

Разработать принципиальную схему и печатную плату электронного блока по индивидуальному заданию с использованием компонентов, созданных в лабораторной работе № 4.

Примечание: Указанные действия следует выполнять в соответствии с Методическими указаниями по изучению САПР P-CAD 2006 [1].

Порядок выполнения:

1. Загрузить схемный редактор *Schematic* и выполнить его начальную настройку.
2. На одном листе в редакторе *Schematic* изобразить принципиальную схему, состоящую из двух модулей. Первый модуль должен состоять из цифровой микросхемы, библиотечный компонент которой создан в процессе выполнения предыдущих лабораторных работ, с выделением цепей питания и разъемов, к которым подключаются входы и выходы микросхемы. Второй модуль состоит из фрагмента принципиальной схемы, указанного преподавателем (см. рисунок 2) и содержащего разработанный ранее компонент транзистора.
3. Выполнить перенумерацию позиционных обозначений элементов полученной принципиальной схемы. Пример выполнения принципиальной схемы электронного блока показан на рисунке 3.
4. Сохранить принципиальную электрическую схему в виде файла с

расширением *filename.sch*.

5. После выполнения перенумерации следует создать файл соединений *filename.net*.

6. Загрузить файл соединений, полученный в редакторе *Schematic*, в редактор печатных плат *PCB* (предварительно настроив его). Далее в слое *Board* следует создать контур будущей платы, после чего выполнить размещение компонентов электронного блока.

7. После окончания размещения компонентов электронного блока следует произвести трассировку печатной платы. После окончания трассировки печатной платы следует сохранить ее как файл *filename.pcb*.

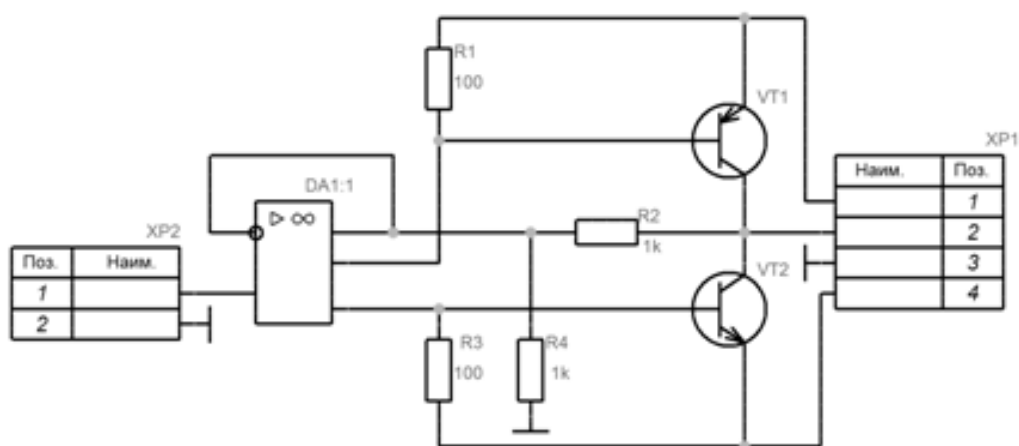
8. Подготовить к печати принципиальную схему, а также печатную плату послойно: слои *Top+Board*, *Bottom+Board*, *TopSilk+BottomSilk+BOARD*.

Состав отчета:

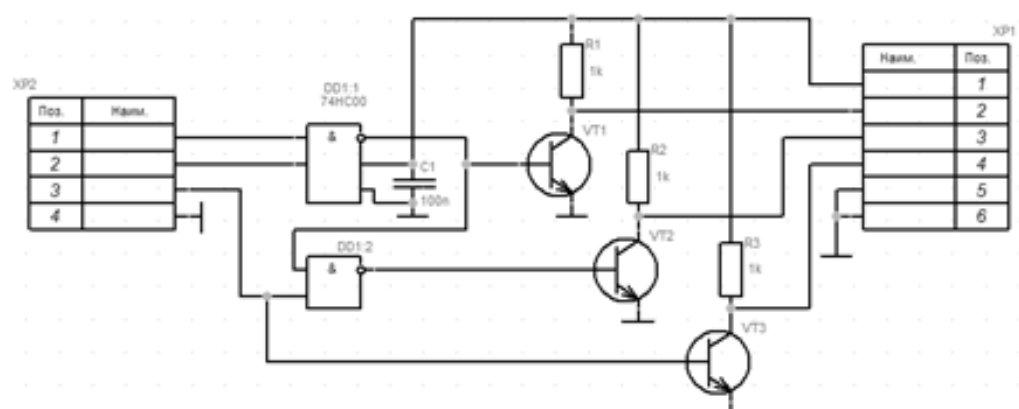
1. Принципиальная схема разработанного электронного блока, выполненная в редакторе *Schematic*.
2. Распечатки комбинаций слоев *Top+Board*, *Bottom+Board*, *TopSilk+BottomSilk+BOARD*, выполненные в редакторе *PCB*.

Контрольные вопросы.

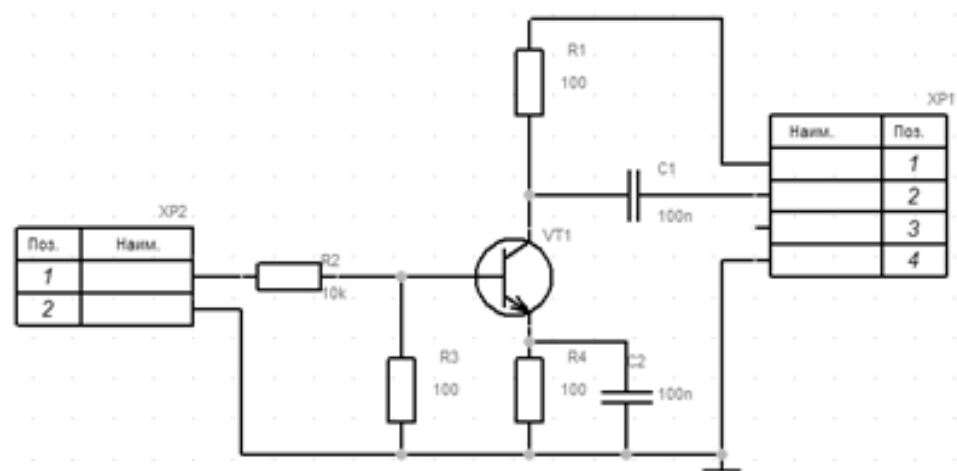
7. Для чего предназначена система автоматизированного проектирования печатных плат *P-CAD*?
8. Какие основные подпрограммы системы *P-CAD* Вам известны?
9. Из каких основных элементов состоит библиотечный компонент в системе *PCAD*?
10. Что такое слои в *P-CAD* и для чего они предназначены?
11. В каких слоях создается посадочное место компонента?
12. Что такое *DRC* и *ERC*?



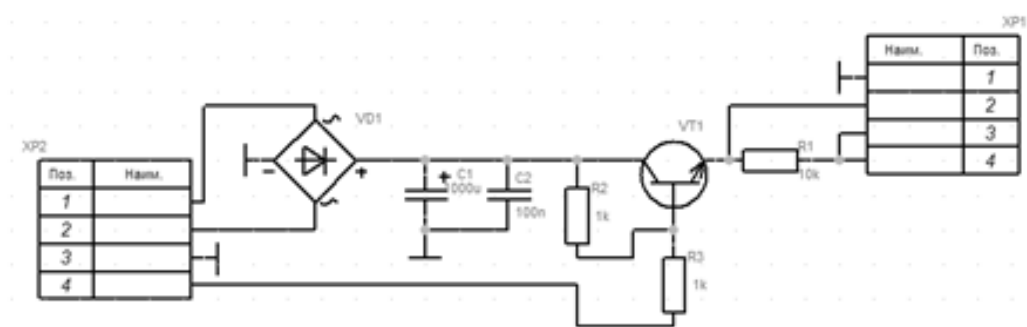
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 — Варианты индивидуальных заданий

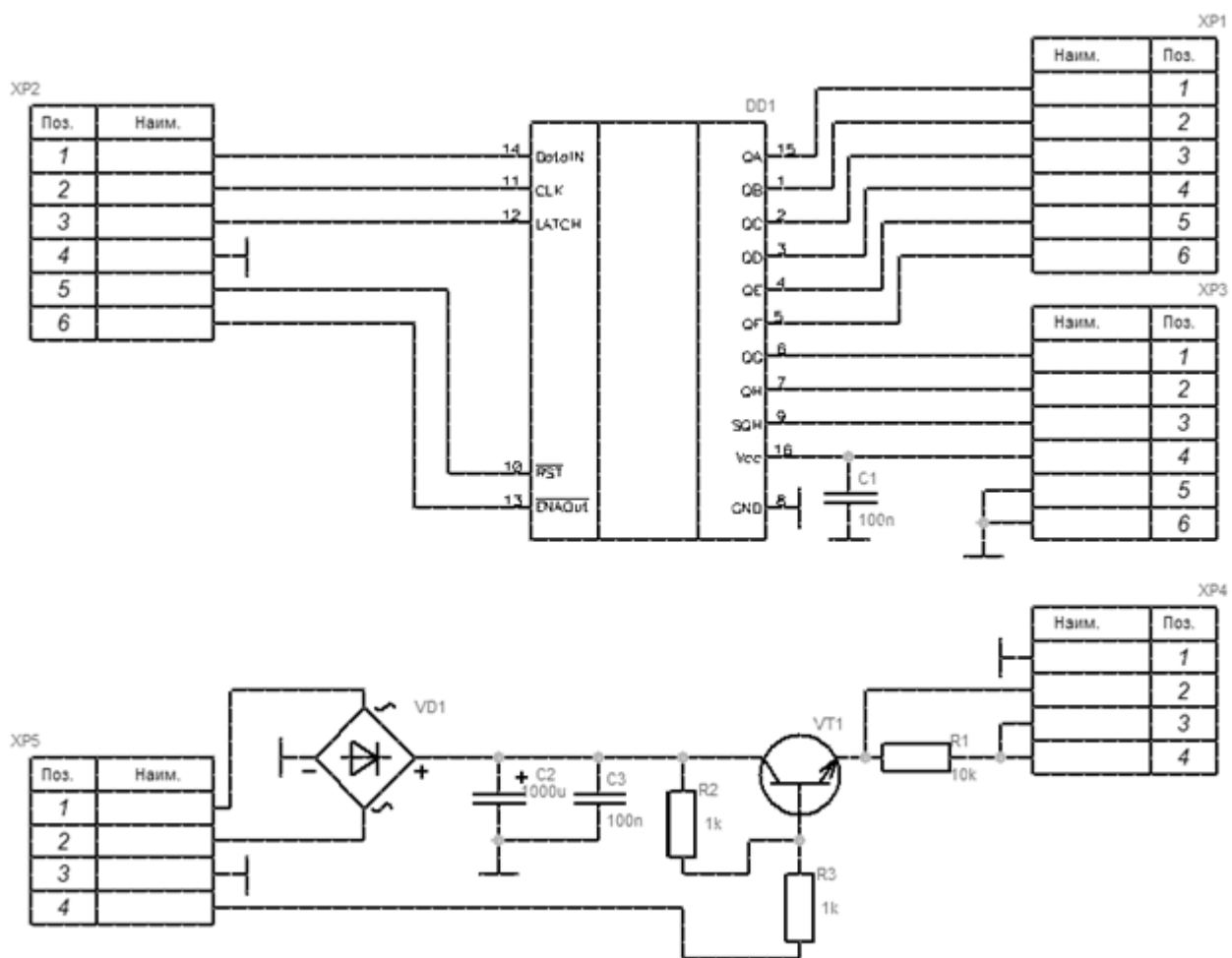


Рисунок 2 — Пример выполнения принципиальной схемы по индивидуальному заданию

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы работы с САПР *P-CAD 2006*: методические указания для студентов дневной и заочной форм обучения направления 6.050901 – «Радиотехника» / СевНТУ; сост. А.Г. Бадалов, С.Н. Поливкин. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012. – 63 с.

2. Усатенко С.Т. Графическое изображение электрорадиосхем: справочник / С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова. — К.: Техника, 1986. — 113 с.

Заказ № _____ от «___» _____ 2012 Тираж _____ экз.

Изд-во СевНТУ

Приложение А

Таблица индивидуальных заданий для выполнения лабораторных работ

Посл. цифра ЗК	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпосл. цифра ЗК										
0	1/20	2/19	3/18	4/17	5/16	6/15	7/14	8/13	9/12	10/11
1	11/10	12/9	13/8	14/7	15/6	16/5	17/4	18/3	19/2	20/1
2	2/19	4/17	6/15	8/13	10/11	12/9	14/7	16/5	18/3	20/1
3	1/20	3/18	5/16	7/14	9/12	11/10	13/8	15/6	17/4	19/2
4	20/15	18/13	16/11	14/9	12/7	10/5	8/3	6/1	4/17	2/19
5	19/14	17/12	15/10	13/8	11/6	9/4	7/2	5/16	3/18	1/20
6	18/13	16/11	14/9	13/7	12/5	11/3	10/1	9/15	8/17	7/19
7	17/12	15/10	13/8	12/6	11/4	10/2	9/15	8/14	7/16	6/18
8	16/11	14/11	12/7	11/5	10/3	9/1	8/14	7/13	6/15	5/17
9	15/10	13/10	11/6	10/4	9/2	8/11	7/13	6/12	5/14	4/16

Примечание: индивидуальное задание представлено в формате X/Y, где X – число, определяющее номер спецификации микросхемы в Приложении Б, Y – число, определяющее номер спецификации транзистора в Приложении В.

Приложение Б

Спецификации интегральных микросхем

Примечание: Полные спецификации компонентов представлены в папке Микро-
схемы.

Приложение В

Спецификации транзисторов

Примечание: Полные спецификации компонентов представлены в папке Транзисторы.