

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине «Основы
конструирования электронных средств» для студентов
направления 211000.62 «Конструирование и технология
радиоэлектронных средств» (профиль «Проектирование и
технология радиоэлектронных средств») для всех форм
обучения

Воронеж 2014

Составители: канд. техн. наук Н.В. Астахов, канд. техн. наук А.В. Башкиров.

УДК 621.396.6.001.66

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы конструирования электронных средств» для студентов направления 211000.62 Конструирование и технология радиоэлектронных средств (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») для всех форм обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Н.В. Астахов, А.В. Башкиров. Воронеж, 2014. 49 с.

В работе представлены практические задания, состоящие из четырех разделов, позволяющих получить необходимые умения и навыки при конструировании радиоэлектронного модуля, реализованного на печатной плате, контрольные задания, список рекомендуемой литературы.

Издание соответствует требованиям рабочей программы дисциплины «Основы конструирования электронных средств». Предназначено для бакалавров четвертого курса.

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2003 и содержатся в файле Практ_211000.doc

Табл. 2. Ил. 29. Библиогр.: 3 назв.

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.В. Турецкий

Ответственный за выпуск зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. А.В. Муратов

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВПО «Воронежский
государственный технический
университет», 2014

ВВЕДЕНИЕ

Современная радиоэлектронная аппаратура используется в радиолокации, радионавигации, системах связи, вычислительной технике, машиностроении, на транспорте, в физических, химических, биологических, медицинских исследованиях и т.д. В связи с этим возникает потребность в расширении функциональных возможностей РЭС и серьезном улучшении таких технико-экономических показателей как надёжность, стоимость, габариты, масса. Именно на стадии конструирования и производства РЭС реализуются системно- и схемотехнические идеи, создаются изделия, отвечающие современным требованиям. Причем требования, предъявляемые к РЭС постоянно ужесточаются, а усложнение аппаратуры приводит к необходимости внедрения последних достижений науки и техники в разработку, конструирование и технологию РЭС.

Проектирование современной РЭС - это сложный процесс, в котором взаимно увязаны принципы действия радиотехнических систем и конструкции аппаратуры и технология ее изготовления.

Проектирование конструкции РЭУ базируется на анализе электрической принципиальной схемы и технических требований и сопровождается оценкой элементной базы компоновкой, разработкой сборочных и детальных чертежей, выбором электрических соединений, соединителей, а также расчетами, проводимыми при конструировании с техническим обоснованием предлагаемой конструкции. При этом особое внимание обращается на обеспечение требований комплексной миниатюризации, надёжности, стандартизации и технологичности.

Основная задача практической работы - реализовать системный подход при проектировании конструкции РЭС с учетом всех перечисленных стадий проектирования РЭС.

1. Общие указания по выполнению практических занятий

Целью практических занятий является углубление и закрепление знаний по вопросам оптимизации размещения модулей на коммутационном поле (прямоугольной или какой-либо другой формы) методом парных перестановок и получение практических навыков использования ЭВМ IBM PC для решения таких задач. В процессе выполнения практической работы студент должен уметь практически применять полученные знания и приобретенные навыки для:

- составления исходных данных и решения на ЭВМ задач оптимального размещения модулей;

- решения вопросов оптимизации размещения модулей с помощью алгоритма парных перестановок;

- исследования и оценки эффективности алгоритма оптимального размещения модулей.

На выполнение практических занятий отводится восемнадцать часов. Перед практическими занятиями студент должен самостоятельно выполнить домашнее задание в соответствии с данными методическими указаниями.

Студент, явившийся на занятия, должен иметь методические указания по данной работе, полученные в библиотеке. В начале занятия преподаватель проверяет выполнение студентом домашнего задания и наличие заготовки отчета по данной практической работе в его рабочей тетради.

К выполненной работе прилагаются необходимые эскизы, схемы алгоритмов, распечатки машинных решений и другие материалы согласно указаниям по оформлению отчета. При проведении практических занятий в машинном зале студенты должны предварительно изучить инструкцию по технике безопасности по эксплуатации ЭВМ.

а) В первом пункте следует выполнить чертёж схемы электрической принципиальной, номер которой выбирается по списку, соответствующий номеру варианта. Схема электрическая принципиальная чертится в среде «Компас» с

б) во вторую часть практической работы входит расчёт площади платы и трассировки дорожек платы в соответствии с заданной схемой электрической принципиальной.

$$S_{\Sigma \Pi} = \sum S_n / K \quad (1)$$

где S_n – площадь элементов имеющихся в схеме
К – коэффициент заполнения, где $K = 0,3 \div 0,8$

Линейные размеры, мм, ОПП, ДПП, и МПП на жёстком основании нужно взять у преподавателя или в справочнике.

Трассировка дорожек платы проводится в среде Sprint Layout 4.1, в среде P-CAD или других средах, предназначенных для трассировки печатных плат. В данной практической работе будем использовать программу Sprint Layout 4.1. (рис. 2).

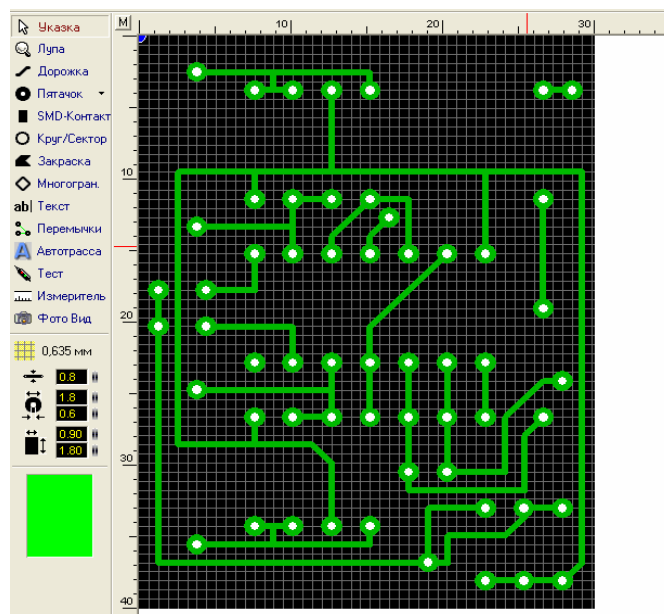


Рис. 2. Программа Sprint Layout

Стандартное окно программы выглядит так, как показано на рис. 3. Рассмотрим главные функциональные клавиши интерфейса данной программы. Клавиша «Указка» позволяет управлять на рабочем поле программы элементами, выделять некоторую область рабочего пространства и управлять

отдельными трассами на печатной плате. Клавиша «Лупа» позволяет изменить визуальный масштаб просмотра рабочего пространства. Клавиша «Дорожка» даёт возможность проведения трассы (электрической связи) между элементами печатной платы. Клавиша «Пятачок» предназначена для расположения контактных площадок элементов. В данном выпадающем меню можно выбрать необходимые фигуры контактных площадок. Также на панели слева можно изменить шаг координатной сетки, толщину дорожек, диаметр контактной площадки, и другие необходимые действия, которые могут понадобиться при трассировке печатной платы.

В меню справа существует закладка «Макросы» где содержатся библиотеки элементов. Ниже этой закладки есть окно предпросмотра, где, при наведении курсора на какой-либо элемент, показывается его обозначение.

Для того чтобы рисунок протрассированной печатной платы импортировать в среду «Компас»

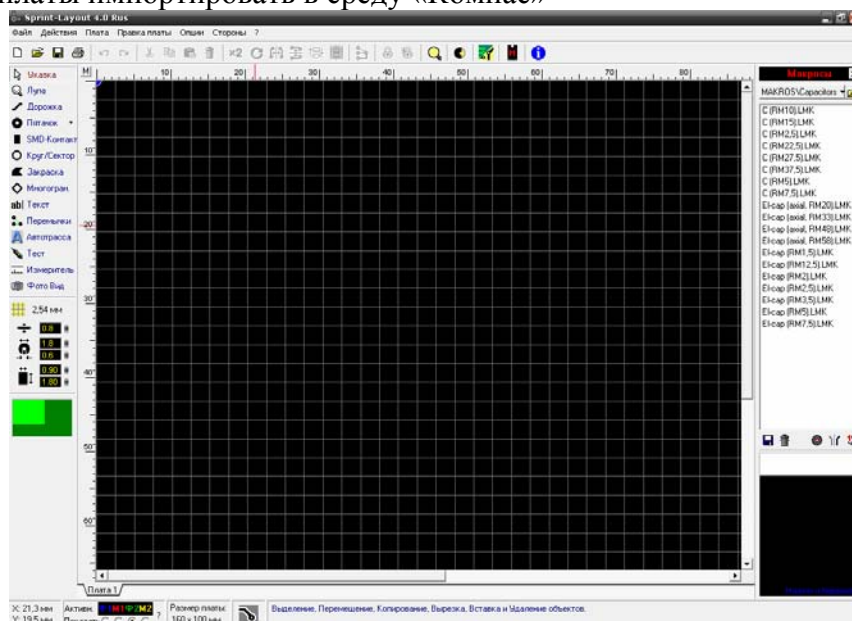


Рис. 3. Стандартное окно программы

Толщина дорожек, диаметр отверстий и контактных площадок выбирается из соображений:

- а) Размеров выводов элементов
- б) Силы тока, протекающего по дорожкам

в) цель третьего раздела заключается в том, чтобы начертить сборочный чертёж, то есть начертить плату с уже впаянными в неё элементами. Плата чертится в двух проекциях, а элементы на ней изображаются так, как они выглядят на самом деле. Проекция элементов должна соответствовать их положению на плате согласно разводке и отверстиям. На проекции «слева» ставится только один размер, соответствующий самому высокому элементу. Так же указывается толщина платы и обозначается зона припоя (рис.1). На сборочном чертеже необходимо проставить позиции элементов на выносах (рис. 2). Так же нужно указать массу всей платы с элементами.

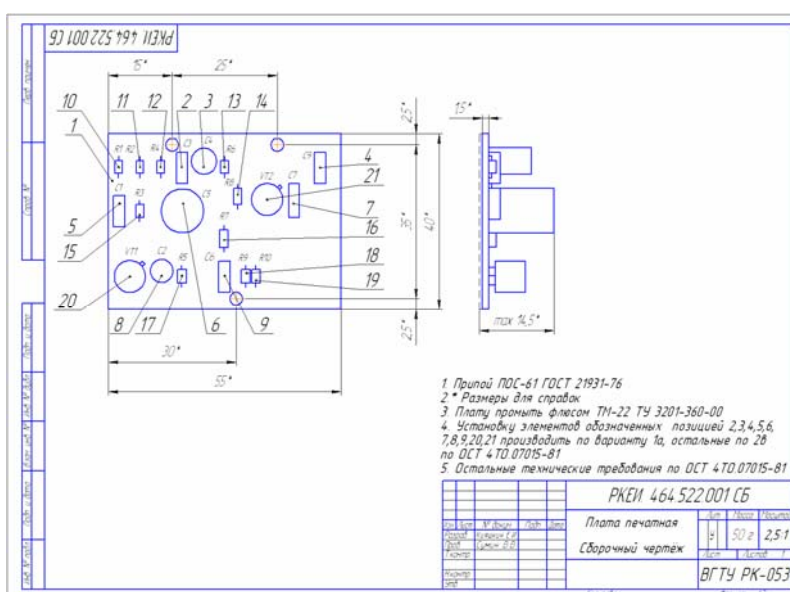


Рис. 4. Сборочный чертёж

г) в четвёртом пункте нужно составить спецификацию по всем имеющимся элементам. В спецификации обязательно указывается марка элемента, его номинал, позиция на схеме, количество таких элементов в схеме и ГОСТ.

Лист № 1

Лист № 1

Лист № 1

Лист № 1

Лист № 1

Лист № 1

Лист № 1

Поз	Поз	Наименование	Код-60	Прим
1		Плата печатная		
		Конденсатор КМ ОЖО 460 161 ТУ		
5, 8, 4	C1, C2, C3	КМ 58 - М750 - 0.01 пФ ± 5%	3	
8	C2	КМ 58 - М750 - 10 мкФ ± 5%	1	
2	C3	КМ 58 - М750 - 470 пФ ± 5%	1	
3	C4	КМ 58 - М750 - 100 мкФ ± 5%	1	
6	C5	КМ 58 - М750 - 1 мкФ ± 5%	1	
7	C7	КМ 58 - М750 - 5 пФ ± 5%	1	
	C8	КМ 58 - М750 - 30 пФ ± 5%	1	
		Резистор МЛТ ОЖО 468 180 ТУ		
10	R1	МЛТ - 0,125 - 10кОм ± 10%	1	
11	R2	МЛТ - 0,125 - 100кОм ± 10%	1	
15, 16	R3, R8	МЛТ - 0,125 - 15кОм ± 10%	2	
12	R4	МЛТ - 0,125 - 8.2кОм ± 10%	1	
17, 18, 19	R5, R6, R7	МЛТ - 0,125 - 1кОм ± 10%	3	
18	R9	МЛТ - 0,125 - 3.9кОм ± 10%	1	
19	R10	МЛТ - 0,125 - 220кОм ± 10%	1	
20, 21	VT1, VT2	Транзистор 2N2222	2	

Спецификация

Лист	Масса	Начислен
1		11
Лист	Масса	Начислен

ВТУ ПК-053

Лист № 1

Лист № 1

Рис. 5. Пример спецификации

Правила выполнения принципиальных электрических схем

На принципиальных схемах изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а так же электрические элементы, соединители, зажимы и т.п., которыми заканчивают входные и выходные цепи.

На схеме допускается изображать соединения и монтажные элементы, устанавливаемые в изделии по конструктивным соображениям.

Схемы выполняют для изделия, находящегося в отключенном положении. В технически обоснованном случае допускается отдельные элементы схемы, изображать в выбранном рабочем положении с указанием на поле схемы, режима, для которого изображены эти элементы.

Элементы и устройства, графические обозначения которых установлены в стандартах ЕСКД, изображают на схемах в виде этих графических обозначений.

Элементы, и устройства, использующиеся в изделии частично, допускается изображать на схеме неполностью, ограничиваясь изображением только используемых частей или элементов.

Элементы и устройства, изображают на схеме совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг от друга. При разнесенном способе составные части элементов или устройств изображают на схемах в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно. Разнесенным способом допускается изображать все и отдельные элементы и устройства.

При выполнении схем рекомендуется пользоваться строчным способом. При этом условные графические обозначения элементов или их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи -рядом, образуя параллельные (горизонтальные или вертикальные) строки. При выполнении схемы строчным способом допускается нумеровать строки арабскими цифрами.

При изображении на одной схеме различных функциональных цепей допускается различать их толщиной линий. На одной схеме рекомендуется применять не более 3 размеров линий по толщине. При необходимости на поле

схемы помещают соответствующие указания. Для упрощения схемы допускается несколько несвязанных линий связи сливать в линию групповой связи, но при подходе к контактам (элементам) каждую линию связи изображают отдельной линией. При необходимости разветвлений их количество указывают после порядкового номера через дробную черту.

Каждый элемент должен иметь позиционное обозначение с порядковыми номерами R1, R2, C1, C2.

Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо. При необходимости допускается изменять последовательность присвоения порядковых номеров в зависимости от размещения элементов в изделии, в направлении прохождения сигналов или функциональной последовательности процесса. Позиционные обозначения проставляются на схеме рядом с условно графическими обозначениями с правой стороны или над ними.

При изображении на схеме элемента разнесенным способом позиционное обозначение элемента проставляют около каждой составной части.

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы, входящие в состав изделия и изображенные на схеме. Данные об элементах должны быть записаны в перечне элементов. Допускается в отдельных случаях установленных в ГОСТах или в отраслевых стандартах, все сведения об элементах помещать около графического обозначения.

Упрощенный способ обозначения для резисторов:

0-999 Ом- без указания единицы измерения

$1 \cdot 10^3 - 999 \cdot 10^3$ Ом – “К”

$1 \cdot 10^6 - 999 \cdot 10^6$ Ом – “М”

Св. $1 \cdot 10^9$ Ом – “Г”

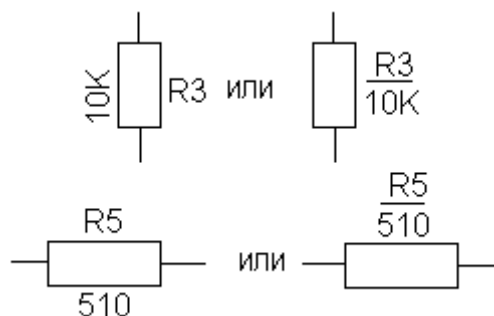


Рис. 6. Условное обозначение резисторов

Для конденсаторов:

0 – 9999*10⁻¹² Ф – без указания единиц измерения

1*10⁻⁸ до 9999*10⁻⁶ – мк

На схеме следует указывать обозначение выводов (контактов) элементов, нанесенных на изделие, или установленных в их документации. Если нигде обозначение выводов не указано, то допускается условно присваивать им обозначение на схеме, повторяя их в дальнейшем в соответствующем КД. При условном присвоении обозначений выводам (контактам) на поле схемы помещают соответствующие пояснения.

На схеме рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей (f, U, I, R, L и т.п.), а также параметры, подлежащие измерению на контрольных гнездах, на контактах или указывать наименование цепей или контрольных величин.

Если изделия заведомо предназначены для работы только в определенном изделии, то на схеме допускается указывать адреса внешних соединений входных и выходных цепей данного изделия: Адрес должен обеспечивать однозначность присоединения, например, если выходной контакт изделия должен быть соединен с 5 – ым контактом 3 – го соединителя устройства А, то адрес должен быть записан следующим образом: А-ХЗ: 5

Характеристики входных и выходных цепей изделия, а также адреса их внешних подключений рекомендуется записывать в таблицы помещаемые взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов - соединителей, плат и т.д.

Контакт	Цепь	Адрес
1	$\Delta f=0,3-3$ кГц; $R_H=600$ Ом	=A1-X1:1
2	$U_{ВЫХ}=0,5$ В; $R_H=600$ Ом	=A1-X1:2
3	$U_{ВЫХ}=+60$ В; $R_H=500$ Ом	=A1-X1:3
4	$U_{ВЫХ}=+20$ В; $R_H=1$ кОм	=A1-X1:4

Рис. 7. Условное обозначение микросхем

Каждой таблице присваивают позиционное обозначение элементов взамен графического обозначения - над таблицей указывается обозначение элемента. Допускается выполнять разнесенным способом. Порядок расположения контактов в таблице определяется удобством построения схемы.

При изображении на схеме элементов, параметры которых подбирают при регулировке, около позиционного обозначения этих элементов на схеме и в перечне элементов проставляют * (R1*...), а на поле схемы делают надпись *Подбирают при регулировании.

На поле схемы допускается помещать указания о марках, сечениях и расцветках проводов и кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров), которыми должны быть выполнены соединения элементов.

2. Правила оформления чертежей печатных плат (гост 2.417-91)

Эти правила распространяются на печатные платы и гибкие печатные кабели для всех отраслей промышленности при автоматизированном, полуавтоматизированном и ручном способе выполнения документации (чертежи микросхем и микросборок имеют свои особенности).

Чертеж печатной платы следует выполнять линиями, толщина которых должна удовлетворять требованиям микрофильмирования и определяться способом выполнения чертежа и конструкцией печатной платы.

На чертеже печатной платы размеры должны указываться одним из следующих способов:

- в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307-68 (выносные и размерные линии)
- нанесением координатной сетки в прямоугольной системе координат:

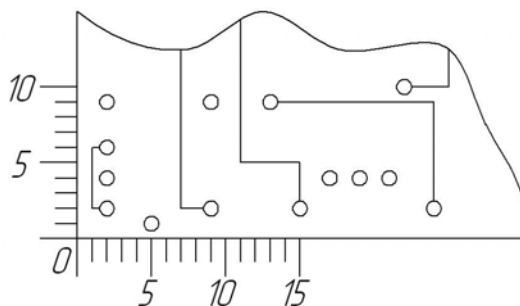


Рис. 8. Нанесение координатной сетки в прямоугольной системе координат

- нанесением координатной сетки в полярной системе координат:

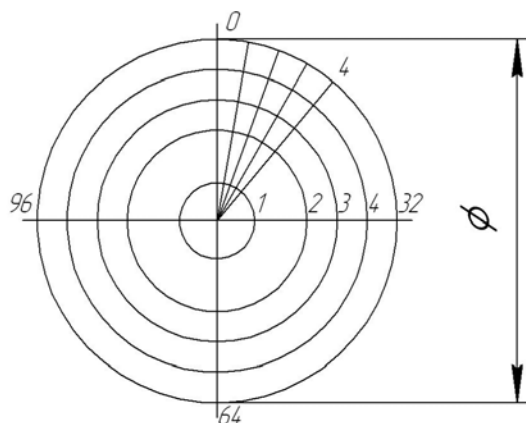


Рис. 9. Нанесение координатной сетки в полярной системе координат

комбинированным способом при помощи размерных и выносных линий и координатной сетки в прямоугольной или полярной системе координат.

При задании размеров нанесением координатной сетки линии сетки должны нумероваться. Шаг нумерации определяется конструктивно с учетом насыщенности и масштаба изображения.

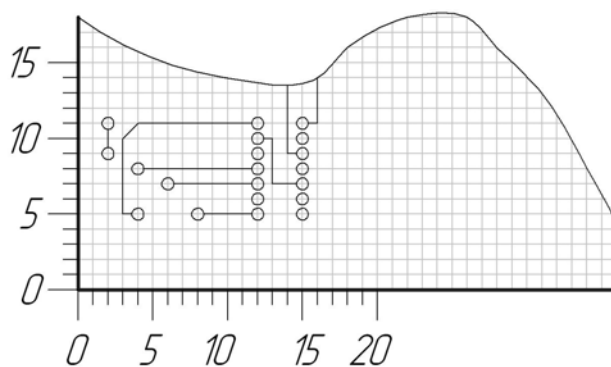


Рис. 10. Нанесение шага координатной сетке на чертеже

Допускается выделять на чертеже отдельные линии координатной сетки, чередующиеся через определенный интервал, либо их не наносить, при этом на чертеже следует помещать указания типа «Линии координатной сетки нанесены через одну».

Координатную сетку в зависимости от способа выполнения документации следует наносить либо на всё поле чертежа, либо на изображаемую поверхность печатной платы, либо на часть поверхности печатной платы, либо рисками по периметру контура печатной платы. При этом риски наносятся либо по контуру, либо на некотором расстоянии от контура печатной платы.

Шаг координатной сетки в прямоугольной системе координат – по ГОСТ 10317-79.

За ноль в прямоугольной системе координат на главном виде печатной платы следует принимать:

- центр крайнего левого нижнего отверстия, находящегося на поле платы, в том числе и технологического.
- левый нижний угол печатной платы.
- левую нижнюю точку, образованную линиями построения.

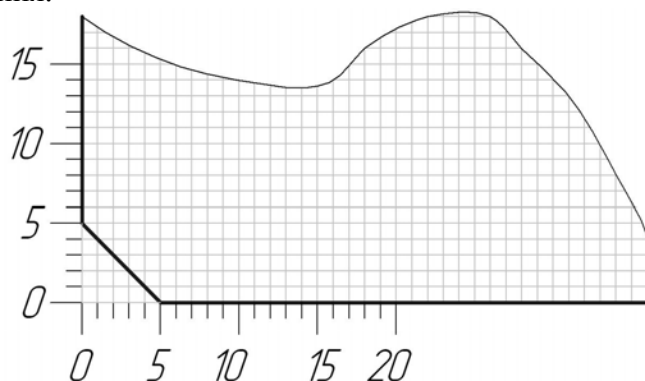


Рис. 11. Начальная точка шага координатной сетки

На чертежах круглых печатных плат за ноль в прямоугольной системе координат допускается принимать центр печатной платы.

Координатную сетку в полярной системе координат применяют для чертежа печатной платы с определенной последовательностью расположения повторяющихся печатных проводников с радиальной ориентацией; шаг координатной сетки задают по углу и диаметру и назначают в зависимости от расположения элементов печатной платы.

Если размеры и конфигурация рисунка печатной платы оговорены в технических требованиях чертежа, допускается элементы печатной платы изображать условно. При автоматическом и полуавтоматическом способе выполнения документации допускается отступление от масштаба по одной или обеим осям. Степень отклонения от масштаба определяется конструкцией воспроизводящих устройств.

При необходимости указать границы участка печатной платы, которые не допускается занимать проводниками, на чертеже следует применять штрихпунктирную утолщенную линию.

Для простановки размеров, обозначений шероховатости поверхности, маркировки и т.п. допускается приводить на чертеже дополнительный вид, на котором рисунок печатной платы следует изображать частично. При этом над таким видом должна помещаться соответствующая надпись, например: «Вид без проводников».

Круглые отверстия, имеющие зенковку, и круглые контактные площадки с круглыми отверстиями (в том числе и с зенковкой) следует изображать одной окружностью. Их форму и размеры следует определять на поле чертежа.

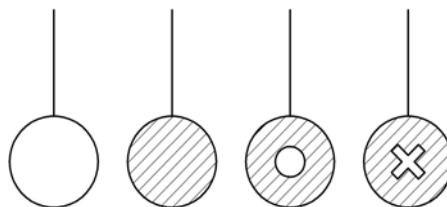


Рис. 12. Изображение контактных площадок

Изображение печатной платы с повторяющимися элементами допускается выполнять неполностью без ущерба для однозначности восприятия чертежа. При этом должна быть указана закономерность расположения таких элементов.

Проводники на чертеже должны изображаться одной линией, являющейся осью симметрии проводника, при этом на чертеже следует указывать численное значение ширины проводника. Проводники шириной более 2,5 мм могут изображаться двумя линиями, при этом, если они совпадают с линиями координатной сетки, численное значение ширины на чертеже не указывают.

Отдельные элементы рисунка печатной платы (проводники, экраны, изоляционные участки и т.п.) допускается выделять на чертеже штриховкой, зачернением, растриванием и т.п. без ущерба однозначности восприятия чертежа.

На изображении печатной платы допускается наносить надписи, знаки и т.п. которые могут отсутствовать на самих изделиях, о чем должна быть запись в технических требованиях чертежа.

В технических требованиях чертежа допускается давать пояснения о взаимодействии элементов, например: «Проводники образуют четыре короткозамкнутые 25-витковые обмотки с шагом расположения полувитка, равным 12 делениям, т.е. 43 градуса 12 минут».

На изображении печатной платы может частично отсутствовать информация об отдельных элементах печатной

платы, при этом в технических требованиях чертежа должна быть ссылка на документацию, содержащую отсутствующую информацию.

При необходимости указания способа изготовления печатной платы его следует записывать первым пунктом технических требований чертежа. Остальные технические требования следует группировать и записывать в последовательности, соответствующей указаниям ГОСТ 2.316.

При автоматизированном и полуавтоматизированном способах выполнения чертежа печатной платы допускается в качестве второго и последующих листов использовать фотопленку в позитивном изображении с рисунком печатной платы; выполненном в масштабе 1:1. Размеры пленки определяются рисунком печатной платы. Этот лист чертежа выполняется без соблюдения требований ГОСТ 2.301 и ГОСТ 2.104 с указанием на поле, свободном от печатного рисунка, обозначения чертежа, порядкового номера листа и инвентарного номера подлинника. Прочие данные, необходимые для изготовления печатной платы следует помещать на первом листе чертежа.

<i>Условное обозначение отверстий (форма контактной площадки)</i>	<i>Диаметр отверстий, мм</i>	<i>Наличие металлизации в отверстиях</i>	<i>Количество отверстий</i>	<i>Минимальный диаметр (размер) контактной площадки, мм</i>
	0,7	есть	27	1,4
	1,0	есть	44	1,8
	1,0 ^{«1»}	есть	13	2,4
	1,5	есть	17	2,4
	2,9 ^{«25»}	нет	4	—
	3,4 ^{«36»}	нет	5	—

Рис. 13. Пример записи технических требований на поле чертежа

Плату изготовить комбинированным негативным (позитивным) методом – (при необходимости);

Материал-заменитель: стеклотекстолит СТФ-2-35-1,5
ТУ16-503.161-83; стеклотекстолит FR-4-1,5 Cu 35/35 myisola
Защитная маска XV-501 TSMS. Нанести на сторону А –
(при необходимости).

Размеры (размер) для справок.

Плата должна соответствовать ГОСТ 23752-79. Группа жесткости 1 (2-4).

Класс точности 1 (2-5) по ГОСТ 23751-86.

Шаг координатной сетки 0,5 (1,25; 1,27) мм.

Параметры отверстий см. таблицу.

Конфигурацию проводников выдерживать по чертежу с отклонением $\pm 0,1$ мм. Допускается скругление углов контактных площадок и проводников.

Ключ базовой контактной площадки выполнять в виде усика длиной 1-2 мм и направлять в свободную от проводников сторону.

Маркировать шрифтом 2,5–Пр.3 ГОСТ 26.020-80 (размер шрифта – в зависимости от габаритных размеров платы)

- обозначение (или последние 4-5 цифр обозначения) платы;

- порядковый номер изменения чертежа, относящегося к изменению проводящего рисунка;

- цифры, буквы, знаки.

В узких местах и местах стравливания допускается маркировать эмалью ЭП-572, черной, 02 ТУ6-10.1539-7 шрифтом 3-Пр3 ГОСТ 26020-80.

Маркировать эмалью ЭП-572, черной, 02 шрифтом 3-Пр3.

- заводской номер;

- номера контактов ... симметрично осям отверстий.

- ... (другие данные).

Клеймить эмалью ЭП-572, черной, 02 клеймо ОТК.

Торцы платы металлизировать. В местах отсутствия металлизации покрыть токопроводящим клеем ЭТК ОСТ 4ГО.029.204 – (при необходимости)

Площадь металлизации $F_{\text{мет}} = \dots \text{ см}^2$

Данные о сверлении отверстий, топологии слоев, защитной маске, трафарете лудящей пасты находятся в файлах. РАБВ.758791.023 DRL, TOP, BOT, T8M MST, T8M MSB, T7M и др. – (при автоматизированном способе изготовления чертежа).

Остальные технические требования по ОСТ 4ГО.070.014.

Могут быть и другие, специфичные для данной платы технические требования.

Пример выполнения первого листа печатной платы изображен на рис. 14.

(без технических требований)

Пример записи технических требований в платах (сборочных чертежах)

ПОС 61 ГОСТ 21931-76

Паста лудящая марки ПЛ-112 АУКО.029.009 ТУ.

Материал-заменитель: паста лудящая марки SN62RM92AAS90

Клей ВК-9. ОСТ 4ГО.029.204. Клеить детали поз. 32; элементы поз. 90, 91 к детали поз. 30; элементы поз. 92 к детали поз. 31.

Клей 51-Г-13а ТУ 38-105.1242-84.

* Размеры для справок.

** Размеры, обеспеч. инстр.

Концы проводов поз. 101 зачистить на длину (5 ± 2) мм и лудить ПОС 61. Технические требования к разделке проводов и креплению жил по ГОСТ 23587-96.

Заклепки поз. 33 развальцевать под углом $(90 \pm 3)^\circ$ и опаять ПОС 61.

Крышки поз. 24, 25 опаять по контуру после настройки и регулировки платы.

Шаг координатной сетки 0,5 мм. Установочные размеры – для шага 2,5 мм.

Установку ЭРЭ производить по ОСТ 4.010.030-81.

Элементы С5-С7, С9 установить по чертежу 40, вариант

1.

Элементы Д7 установить по чертежу 66.

Элементы R установить по чертежу 51.

Установку ПМЭ производить по ИТНЯ.680242.001 И10.

Остальные элементы установить по чертежу:

Элемент В1 установить по виду Б.

Элементы С1... установить по виду В.

Элементы Д... установить по виду Г.

Элементы L... установить по виду Д.

Элементы Х... установить по виду Е.

Элементы Z... установить по виду Ж.

Защиту микросхем и полупроводниковых приборов от статического электричества производить по ОСТ11-073.062-2001.

Сердечники катушек L1-L19 фиксировать герметиком 51-Г-4 ТУ 38-1051225-84.

Первому выводу микросхем соответствуют контактные площадки с «усиком».

Стопорить регулировочные винты резисторов R12, R13 по ОЖО. 468.539 ТУ - рисунок 10.

Стопорить по ОСТ 107.460091.014: винты поз. 12, 14 - по виду 23Г, винты поз. 13 - по виду 25Г

Покрытие после настройки и регулировки платы, лак УР-231.02.3 ТУ 6-81-14-90, кроме поверхностей N и лепестков поз. 5, регулировочного винта R16. Экран поз. 1 установить после покрытия, предохранив отверстие под экран с двух сторон от покрытия лаком.

Маркировка элементов показана условно в соответствии со схемой электрической принципиальной ЯУИШ.468731.026 ЭЗ.

Маркировать эмалью ЭП-572 черной, 02 ТУ 6-10-1539-76 шрифтом 3-Пр 3 ГОСТ 26.020-80 заводской номер.

Клеймить эмалью ЭП-572, черной, 02 клеймо ОТК

Остальные технические требования по ОСТ 4ГО.070.015.

3. Изделия с электрическим монтажом

Правила выполнения спецификации изделия с электрическим монтажом.

Дополнительные разделы размещают в спецификации, начиная с нового (отдельного) листа, под общим заголовком: «Устанавливают по ЯУИШ.346644.012МЭ» - при выполнении документов по варианту В ГОСТ 2.413-72 или «Устанавливают по ...ТБ» - при выполнении по варианту Г.

Нумерация позиций должна быть сквозной в пределах всей спецификации. Запись разделов и элементов внутри разделов и прочее, как и в основной спецификации.

Обозначения проводников

На чертеже все проводники (одиночные провода, жгуты, жилы кабелей, провода жгутов) должны иметь обозначения, присвоенные им в электрической схеме соединения.

Если схема соединения не выпущена, проводнику на чертеже присваивают обозначение, состоящее из цифрового обозначения, соответствующего цепи в электрической принципиальной схеме, знака «дефис» и порядкового номера проводника в пределах цепи: 2-1; 2-2.

При отсутствии обозначения в схемах проводники обозначают на чертеже одним из следующих способов:

а) нумеруют арабскими цифрами одиночные провода и жилы кабелей, записывают в спецификации как материал - в пределах чертежа. Жилы кабелей оформляется самостоятельным чертежом, в пределах кабеля, провода жгутов - в пределах жгута.

б) нумеруют арабскими цифрами цепи в пределах чертежа и проводника - в пределах цепи; обозначение проводника составляют из номера цепи, знака «дефис» и номера проводника в пределах цепи. Допускается не присваивать обозначения переменным и одиночным проводам, изображение которых отчетливо просматривается на чертеже.

При этом номер позиции, под который записан материал в спецификации и длину проводника (при необходимости) указывают в техническом требовании.

Правила выполнения таблицы соединений

Таблица соединения разрабатывается в случаях, когда на чертеже не указаны адреса присоединения проводников или затруднено описание мест присоединения концов проводника. Таблицу приводят на чертеже для электрического монтажа и размещают на одном листе или оформляют последующими листами.

При выполнении КД по варианту «Г» выпускается отдельный документ, который называется «Таблица соединений».

Таблица выполняется по форме.

Таблица 1

Проводник	Поз.	Откуда идет	Куда поступает	Длина	Примечание

Размеры граф таблицы стандартом не регламентируется.

Допускается выполнение таблицы по другим формам, устанавливаемых ОСТами, а в вышеуказанную форму допускается включать другие графы, если их содержание не является повторением данных, имеющихся в других КД (также дополнительно приводить данные проводов и кабелей - марку, сечения и цвет).

В таблице проводники перечисляют по возрастанию номеров в следующем порядке:

- провода жгутов;
- жилы кабелей, оформленные самостоятельными чертежами;
- жилы кабелей записанных в спецификацию, как материал;
- одиночные провода.

<i>Проводник</i>	<i>Поз.</i>	<i>Откуда идет</i>	<i>Куда поступает</i>	<i>Длина, см</i>	<i>Примечание</i>
	16	Жгут ЯЧШ 619514.012			
1		X21	С7+		
2					
		Заделки кабельные			
	18	Заделка кабельная ЯЧШ 687151.005			
1					
2					
		Провода			
1	75			50	
2	75			75	

Рис. 15. Пример заполнения таблицы соединений

В таблице, выполненной в виде самостоятельного документа, приводятся требования к выполнению электрического монтажа, который помещают под заголовком «Технические требования» на первом листе или выполняют первыми листами. В этом случае таблицу с адресами присоединений помещают под заголовком «Соединения» и на последующих листах его не повторяют.

Правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов

Отдельные проводники следует изображать упрощенно, то есть внешними очертаниями или условно, то есть одной линией. В сборке их следует выделять, экранированные – упрощенно и условно по ГОСТ 2.721.

Ленту, нитки и прочее на чертеже не изображают, а указывают в спецификации и технических требованиях.

На чертеже жгута и кабеля должны быть нанесены все размеры необходимые для изготовления изделия. При изображении жгута в масштабе 1:1 допускается наносить

только размеры участков, изображенных с разрывом. Размеры радиусов изгиба допускается не указывать.

При условном изображении жгута допускается наносить размеры отдельных участков жгута без выносных и размерных линий.

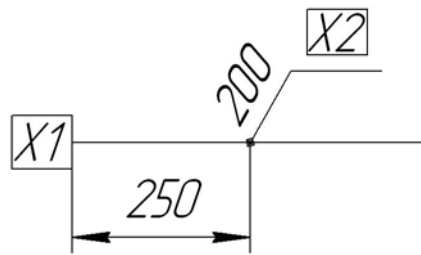


Рис. 16. Пример обозначения выносных линий

Жгут, который в собранном изделии должен располагаться в разных плоскостях, следует изображать развернутым в плоскости чертежа. Допускается изображать жгут в аксонометрической проекции.

Допускается отдельные участки изображать, смещая:

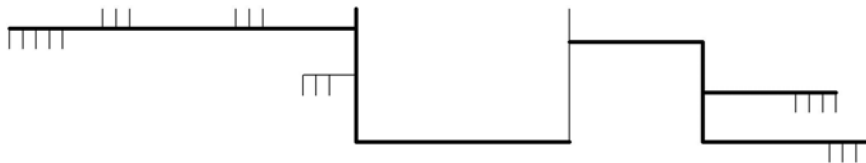


Рис. 17. Пример изображения линий связи со смещением

При выполнении жгута на двух и более листах следует: на первом листе изображать, предпочтительно в масштабе уменьшения, ствол жгута со всеми ответвлениями, отходящими непосредственно от ствола. Разветвления групп проводов

должны быть изображены полностью в виде выносных элементов на последующих листах чертежа, предпочтительно в масштабе 1:1.

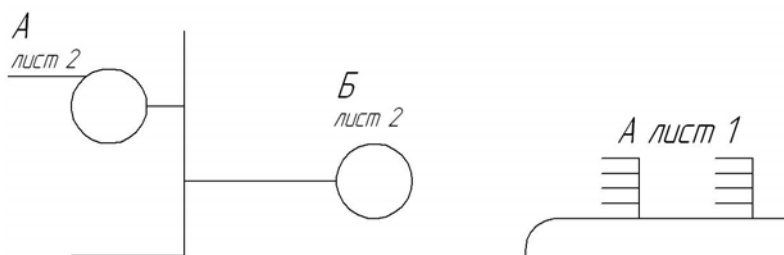


Рис. 18. Пример изображения выносных элементов

Каждый проводник должен иметь обозначение, присвоенное ему на чертеже для электрического монтажа (на электрической схеме соединения), монтируемого изделия.

Обозначение проводника следует наносить около обоих концов изображения проводника и, при необходимости у мест разветвления. Допускается наносить обозначение проводника на изображение маркировочной бирке.

Взамен изображения мест присоединения проводников (проводов жгута или жил кабеля) указания о присоединении могут быть приведены на чертеже жгута (кабеля) следующими способами:

- в таблице, выполняемой по правилам Г.2.413-72;
- в таблице присоединений на поле чертежа – на первом листе чертежа или его последующих листах;
- в технических требованиях чертежа;
- в виде схематического изображения на поле чертежа.

Таблицу присоединений следует выполнять по форме:

На схематическом изображении присоединений проводов жгута должны быть нанесены тонкие сплошные линии, каждая из которых отображает, например отдельный разъем, одинаковые наконечники, свободные концы проводников и т.д. Присоединение провода (или перемычки) следует указывать,

соединяя сплошной (основной) линией (отдельно для каждого провода) соответствующие тонкие линии или точки схем изделия.

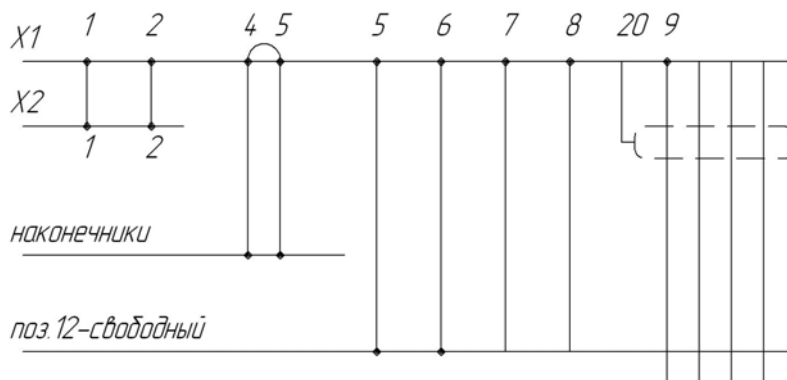


Рис. 19. Схематическое изображение присоединения проводов жгута

4. Содержание пояснительной записки и графической части

Пояснительная записка содержит:

- титульный лист;
- задание;
- анализ задания;
- используемые методы, необходимые результаты;
- основная часть:
 - постановка задачи;
 - описание и структурные схемы используемых алгоритмов; реализация алгоритмов для конкретных исходных данных с расчетами и численными результатами;
 - оценку оптимальности получаемой топологии;
 - необходимые для пояснения расчетов рисунки;
 - краткое описание моделей и алгоритмов и результаты моделирования времени задержки и температурного поля;
- заключение: анализ полученных результатов;

- приложения.

Графическая часть

Включает:

- чертеж принципиальной схемы;
- распределение компонентов по блокам в результате компоновки;
- чертеж размещения компонентов схемы на плане;
- чертеж покрывающих деревьев для всех цепей на плане с выделением проводников, полученных в результате трассировки.

Выполняются чертежи на листах формата А4, А3 и включаются в приложения к пояснительной записке.

Допуски на расстояния между центрами отверстий под крепёжные детали

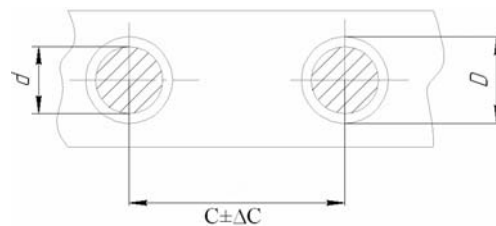


Рис. 20. Расположение отверстий на прямых линиях

d – наибольший предельный размер винта, болта, заклёпки

D – наименьший предельный размер проходного отверстия

C, C_1, C_2, C_3 – номинальные размеры расстояний между центрами отверстий

ΔC – абсолютная величина допускаемого отклонения от номинальных размеров C, C_1, C_2 и т.д.

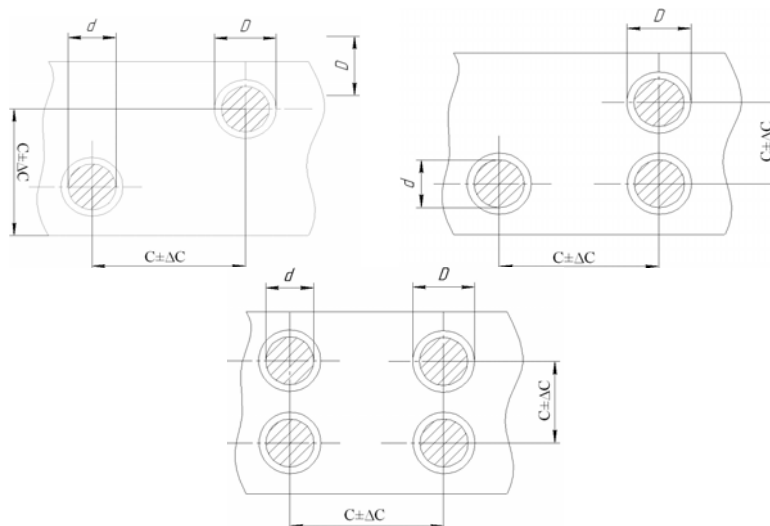


Рис. 21. Два, три и четыре отверстия

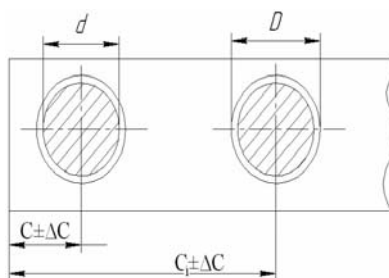


Рис. 22. Одно и более отверстий, связанных с базой

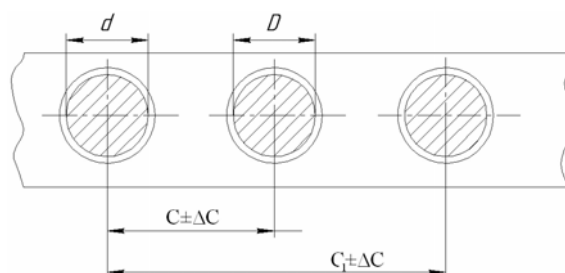


Рис. 23. Три отверстия и более

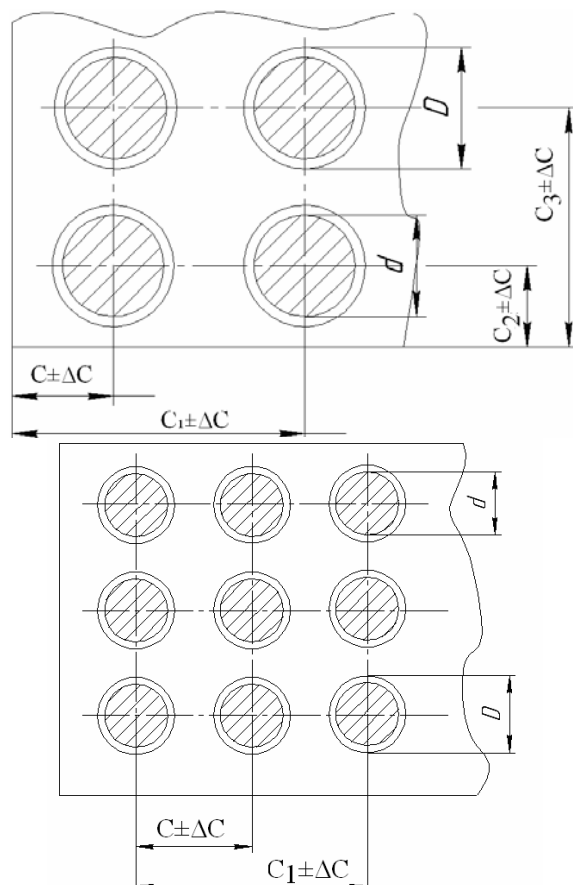


Рис. 24. Многорядные соединения

Расположение отверстий по окружности

Любое число отверстий

Расположение отверстий определяется диаметром окружности D_1 , центром отверстий, углами α , α_1 , α_2 и т.д. отсчитываем от одного из отверстий, являющимся базовым и допускаемым эксцентриситетом X

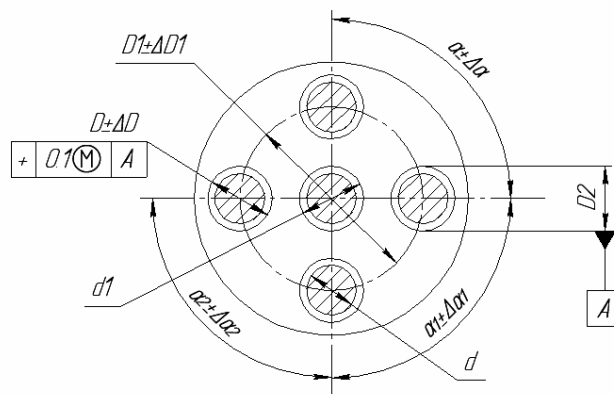


Рис. 25. Расположение отверстий по окружности

При отсутствии зазоров между D_2 и d_1 , ΔD_1 принимается равным половине табличного.

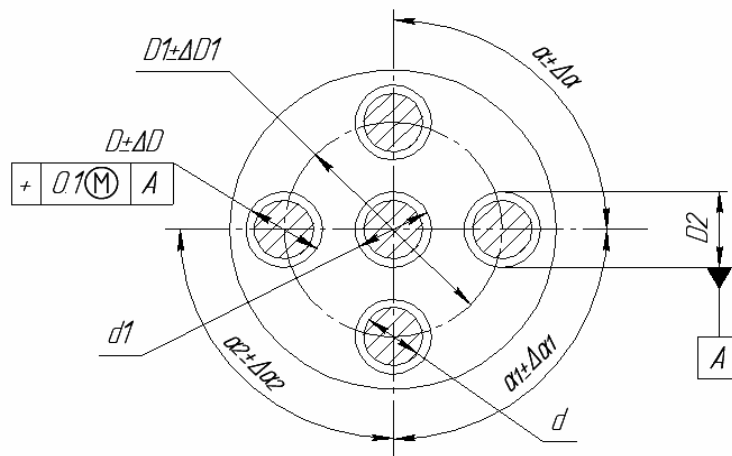


Рис. 26. Расположение отверстий по окружности без зазора

При отсутствии зазора между D_2 и d_1 , ΔD_1 принимается равным половине табличного.

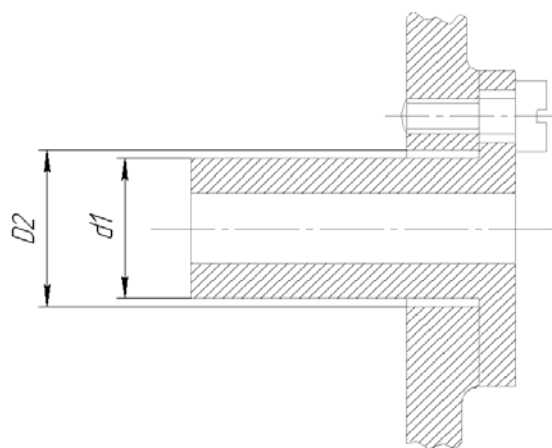


Рис. 27. С гарантированным зазором

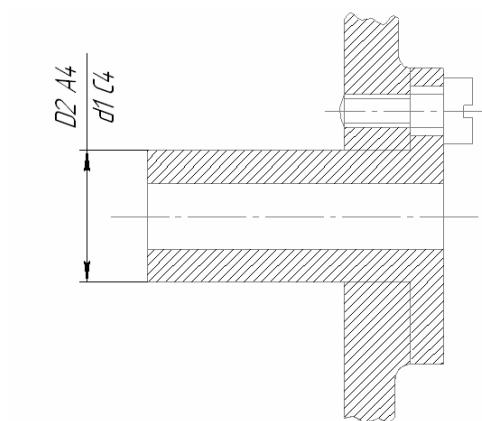


Рис. 28. Без гарантированного зазора

Величина X определяется по формулам:

$$X = \frac{D_2 - d_1}{4}$$

$$X = \frac{\Delta D_1(\text{табличное})}{4} \quad (2)$$

Величины X округлять до 0,01 мм

Если зазор (D_2-d_1) предусмотрен конструктором для возможности регулировки при сборке, ΔD_1 и X рассчитывается как для соединения без гарантированного зазора.

Два отверстия

Расположение отверстий определяется радиусом окружности R , центром отверстий и углом α между отверстиями

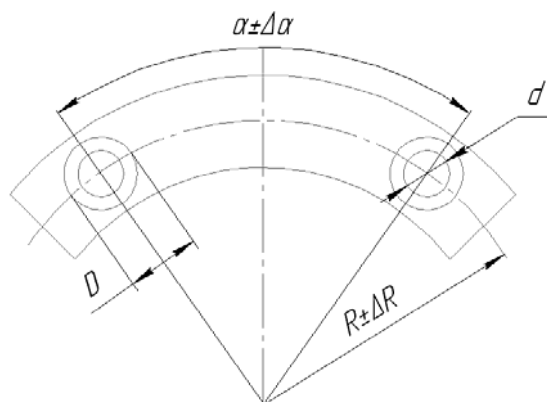


Рис. 29. Два отверстия

Исходные данные и варианты для выполнения
практических заданий

Вариант № 1

Металлоискатель

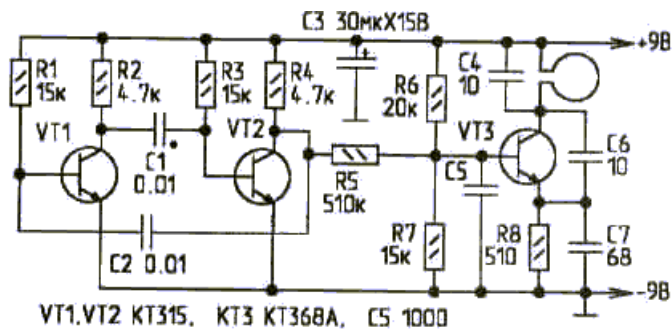


Рис. П.1. Металлоискатель

Вариант № 2

Кварцованный металлоискатель

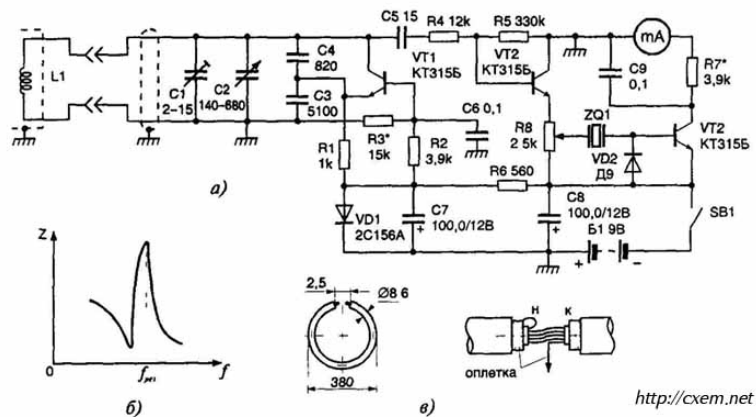


Рис. П.2. Кварцованный металлоискатель

Вариант № 3
Металлоискатель №2

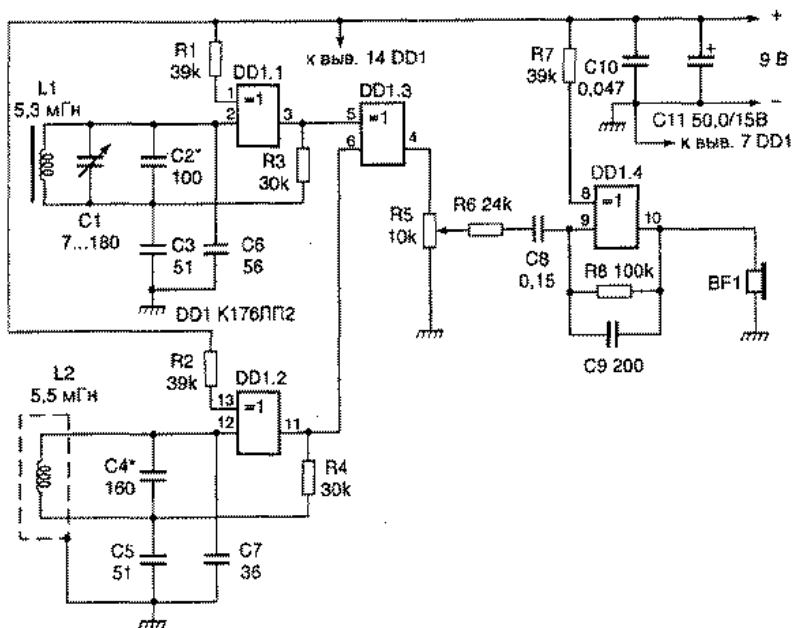


Рис. П.3. Металлоискатель, принципиальная схема.

Вариант № 4
Блок питания.

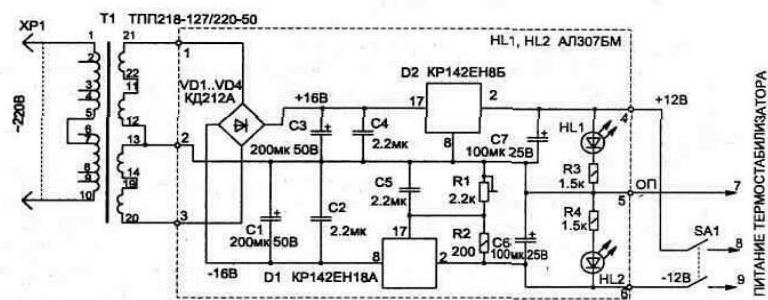


Рис. П.4. Блок питания, принципиальная схема.
Вариант № 5

Автоматическая защита сетевой радиоаппаратуры

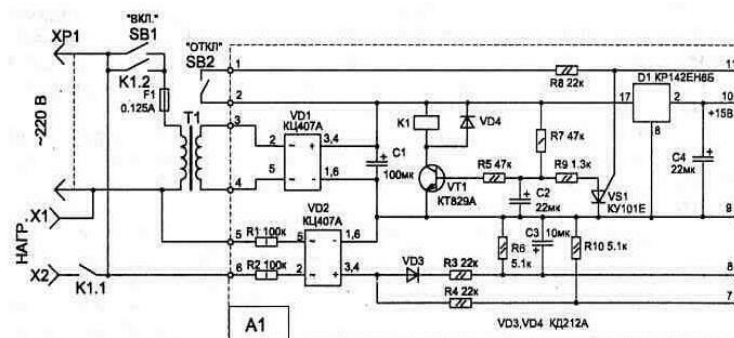


Рис. П.5. Электрическая схема устройства.

Вариант № 6 Кодовый включатель

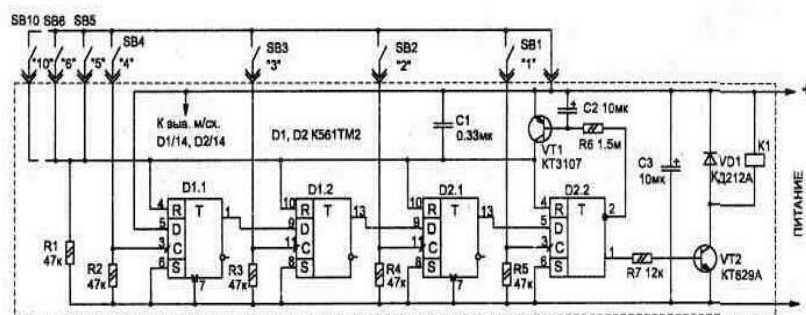


Рис. П.6. Схема кодового устройства.

Вариант № 7

Подключение удаленного датчика

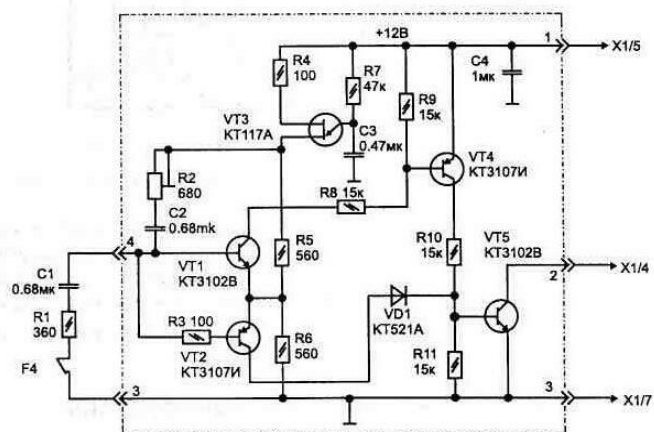


Рис. П.7. Электрическая схема для подключения удаленного датчика

Вариант № 8

Блокиратор нелегального подключения к линии

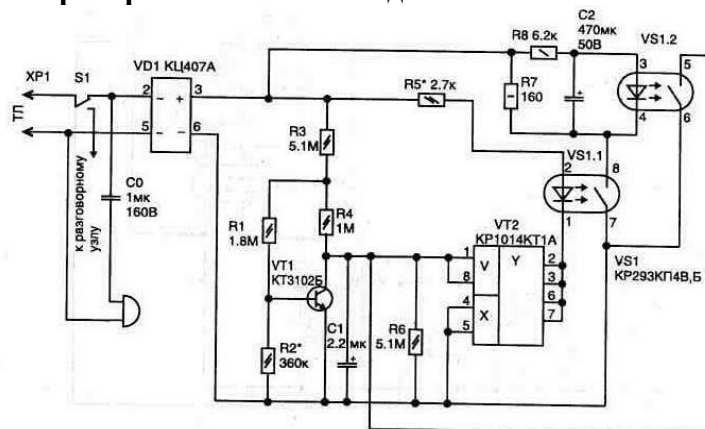


Рис. П.8. Электрическая схема блокиратора

Вариант № 9

Простой импульсный блок питания на 15 Вт

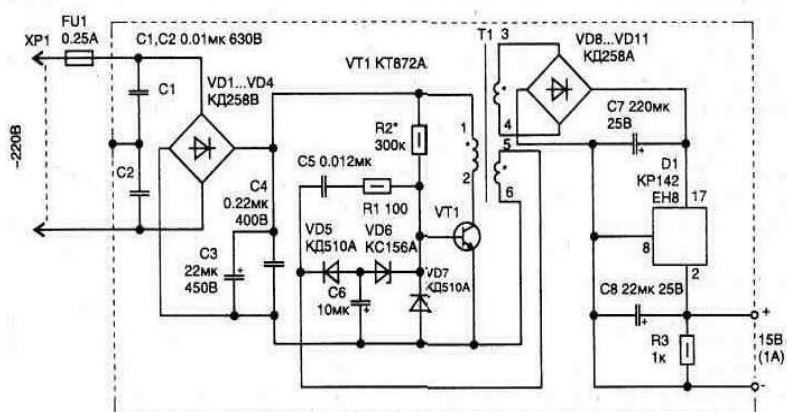


Рис. П.9. Электрическая схема импульсного блока питания на 15 Вт

Вариант № 10 Радиопередатчик

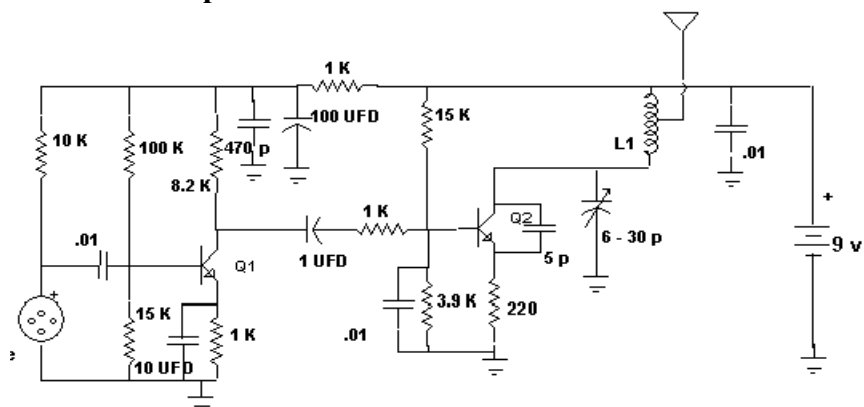


Рис. П.10. Радиопередатчик, схема электрическая.

Вариант № 11

Усилитель мощности УКВ.

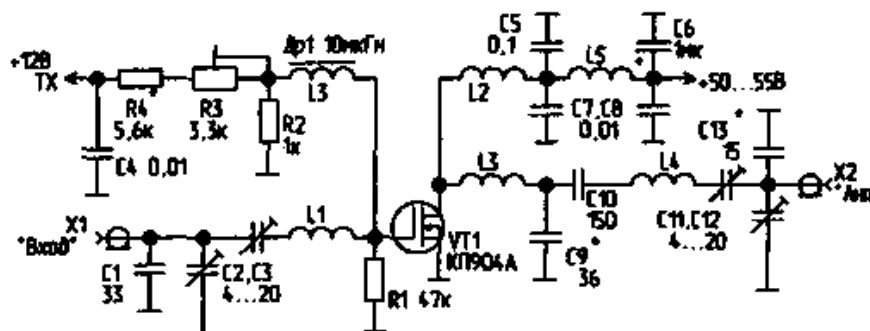


Рис. П.11. Схема усилителя мощности УКВ.

Вариант № 12

Микропередатчик.

Схема в настройке, практически, не нуждается (необходимо только подобрать частоту растяжением или сжатием витков катушки L1).

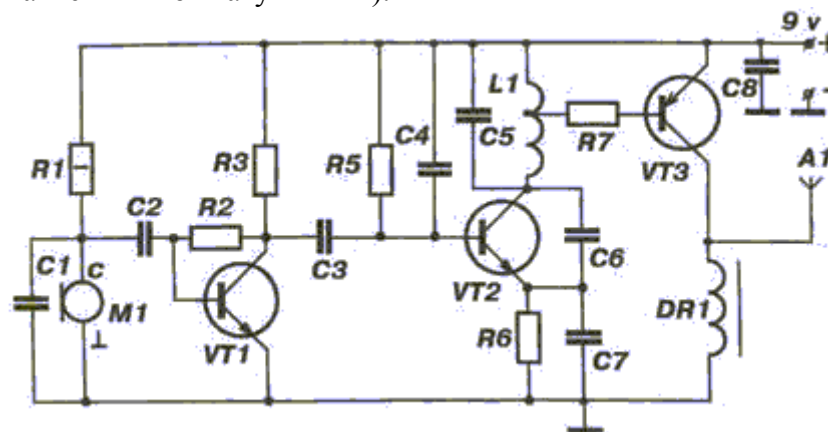


Рис. П.12. Микропередатчик, схема электрическая

$R1 = 12k$, $R2 = 220..300k$, $R3 = 3,9k$, $R4 = 20k$, $R5 = 20k$,
 $R6 = 200\Omega$, $R7 = 200\Omega$, $C1 = 100p$, $C2 = 0.1mp$, $C3 =$

0.1мр, C4 = 500..1000р, C5 = 22р, C6 = 12р, C7 = 39р, C8 = 33нр.

Вариант № 13

Простой ограничитель речевого сигнала

На рис. П.13 предлагается схема НЧ ограничителя, эффективность которого значительно превосходит ранее опубликованные разработки автора. Схема содержит всего два каскада, первый из которых на транзисторе VT1 представляет собой логарифмирующий усилитель. В качестве логарифмирующих элементов использованы диоды VD1 и VD2, включенные встречно-параллельно в цепь отрицательной обратной связи. Применение германиевых диодов позволяет получить выходное напряжение усилителя до 200 мВ эфф., а применение кремниевых - до 600 мВ.

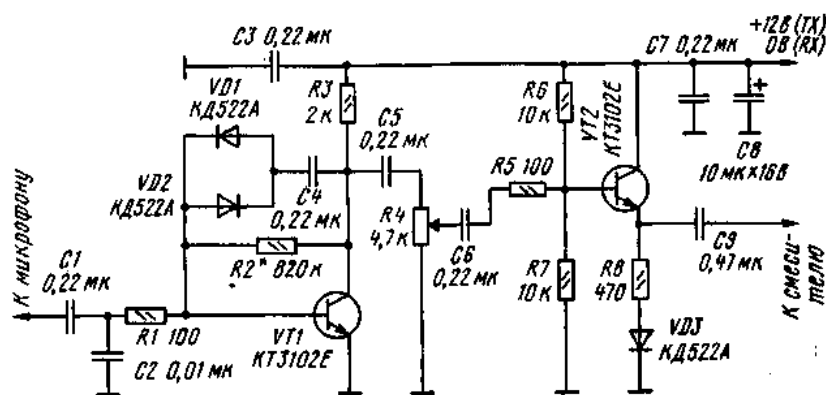


Рис. П.13. Схема НЧ ограничителя на двух каскадах

На транзисторе VT2 собран эмиттерный повторитель, позволяющий подключать усилитель практически к любому смесителю. Для регулировки уровня выходного ограниченного сигнала служит резистор R4. Применение этого резистора на выходе ограничителя позволяет использовать его как бы в

качестве регулятора усиления по ПЧ в режиме передачи. Резисторы R1 и R5 предотвращают самовозбуждение каскада по постоянному току. Для этого в схеме (рис. 1) подбором резистора R2* устанавливается напряжение на коллекторе VT1, равное +6 В.

Вариант № 14

Простой ограничитель речевого сигнала

В схеме по рис. П.14 такое же напряжение на коллекторах VT1 и VT2 устанавливается подбором резисторов R2 и R5 соответственно. Приведенные в статье схемы были реализованы автором в конструкциях SSB-трансиверов: прямого преобразования, с ЭМФ, с кварцевым фильтром. При использовании практически любого типа динамического микрофона ограничители показали хорошее качество получаемого SSB-сигнала и отсутствие перемодуляции при значительных изменениях уровней сигналов, подаваемых с микрофона.

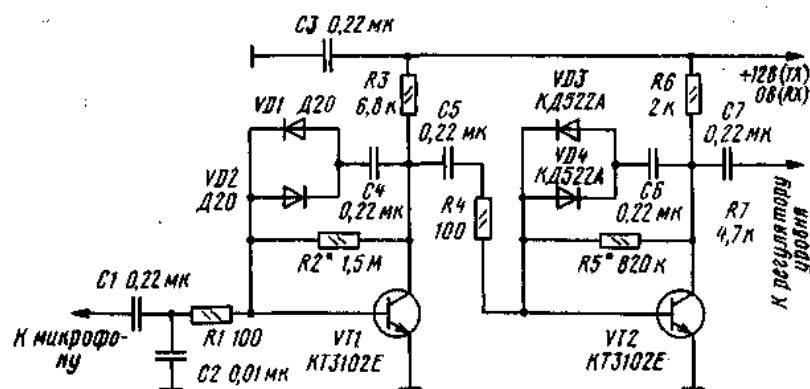


Рис. П.14. Схема НЧ ограничителя

Вариант № 15

Радиомикрофон 88-108 МГц

Отличительной особенностью данной схемы является эмиттерная модуляция, осуществляемая с помощью транзистора VT3. Для лучшей компоновки в корпусе, ширина платы разработана под длину элемента типа "Корунд", но первостепенное значение в минимизации изделия имеет принцип электрического решения самой схемы. При применении микрофона МКЭ-3 диапазон частот составляет 50...15000 Гц.

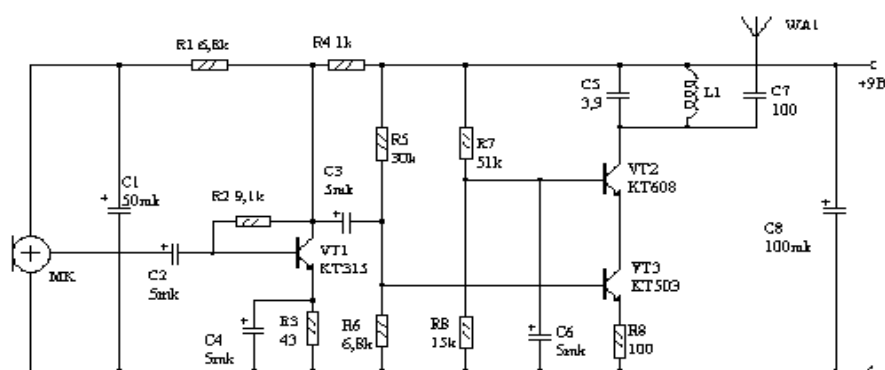


Рис. П.15. Радиомикрофон, схема электрическая

Вариант № 16

Радиомикрофон

Этот передатчик при скромных габаритах позволяет передавать информацию на расстояние до 300 метров. Прием сигнала может вестись на любой приемник УКВ ЧМ диапазона. Для питания подходит любой источник с напряжением 5...15 вольт.

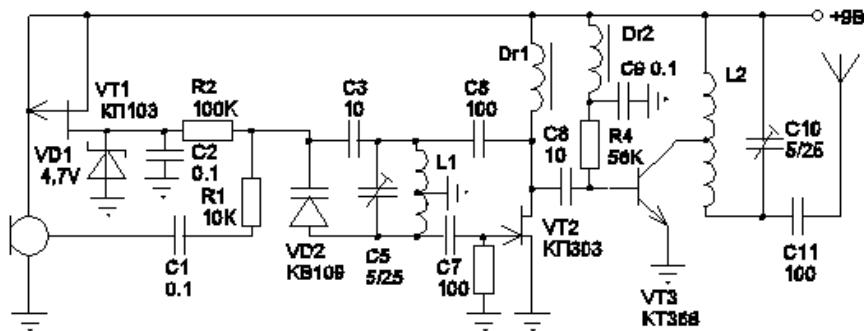


Рис. П.16. Радиомикрофон

Дроссели Dr1 Dr2 могут быть любые индуктивностью 10...150 μ H. Катушки L1 и L2 наматываются на полистироловых караксах диаметром 5 мм с подстроечными сердечниками 100ВЧ или 50ВЧ. Количество витков - 3.5 с отводом от середины, шаг намотки 1 мм, провод ПЭВ 0.5 мм. Вместо КП303 подойдет КП302 или КП307.

Настройка заключается в установке необходимой частоты генератора конденсатором С5, получения максимальной выходной мощности путем подбора сопротивления резистора R4 и подстройке резонансной частоты контура конденсатором С10.

Вариант № 17

Преобразователь напряжения

Простая и надежная схема преобразователя напряжения для управления варикапами в различных конструкциях, который вырабатывает 20 В при питании от 9 В. Выбран вариант преобразователя с умножителем напряжения, поскольку он считается самым экономичным. Кроме того, он не создает помех радиоприему. На транзисторах VT1 и VT2 собран генератор импульсов, близких к прямоугольным. На диодах- VD1...VD4 и конденсаторах C2...C5 собран умножитель напряжения. Резистор R5 и стабилитроны VD5, VD6 образуют параметрический стабилизатор напряжения.

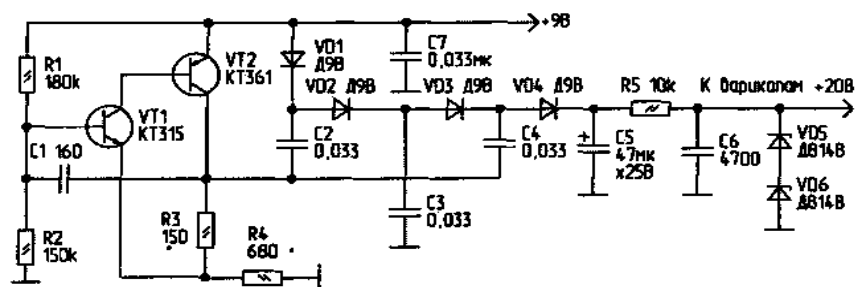


Рис. П.17. Схема преобразователя напряжения

Вариант № 18

Блок зажигания

Как видно из принципиальной схемы блока, показанной на рис. П.18, основные ее изменения относятся к преобразователю, т.е. генератору зарядных импульсов, питающих накопитель—конденсатор C2. Упрощена цепь запуска преобразователя, выполненного, как и прежде, по схеме однотокового стабилизированного блокинг-генератора. Функции пускового и разрядного диодов (соответственно VD3 и VD9 по прежней схеме) выполняет теперь один стабилитрон VD1. Такое решение обеспечивает более надежный запуск генератора после каждого цикла искрообразования путем значительного увеличения начального смещения на эмиттерном переходе транзистора VT1. Это не снизило тем не менее общей надежности блока, поскольку режим транзистора ни по одному из параметров не превысил допустимых значений.

Изменена и цепь зарядки конденсатора задержки C1. Теперь он после зарядки накопительного конденсатора заряжается через резистор R1 и стабилитроны VD1 и VD3. Таким образом, в стабилизации участвуют два стабилитрона, суммарным напряжением которых при их открывании и определяется уровень напряжения на накопительном конденсаторе C2. Некоторое увеличение напряжения на этом

К выв. Б(ВК) катушки зажигания; К замык. зажигания.
 К общему проводу борт. сети
 К общ. точке обмоток кат. замкж.
 К выв. конденсатора прерывателя

Вариант № 19

Электронный регулятор

45

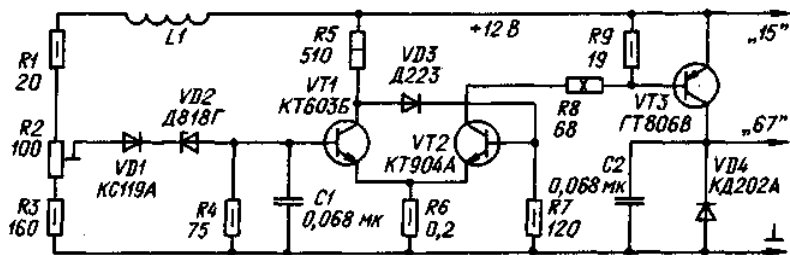


Рис. П.19. Принципиальная схема электронного регулятора.

Вариант № 20

Бесконтактный прерыватель

Принципиальная схема бесконтактного прерывателя показана на рисунке 36. Датчик представляет собой катушку L1, которая вместе с конденсатором C3 входит в состав генератора, выполненного на транзисторах VT1.1, VT1.2 микросборки VT1. При вхождении зубца диска в зазор магнитопровода катушки происходит срыв колебаний генератора, так как энергия электромагнитного поля катушки расходуется на образование вихревого тока в зубце.

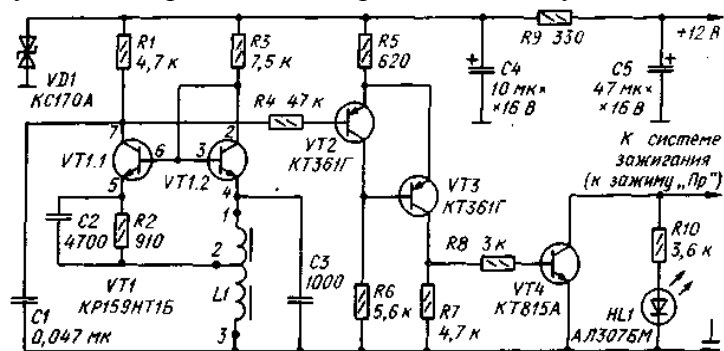


Рис. П.20. Принципиальная схема бесконтактного прерывателя.

Автомобильный радиосторож



Рис. П.21. Автомобильный радиосторож

Передатчик видеосигнала



Рис. П.22. Электрическая схема видеопередатчика

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башкиров А. В. Проектирование электронных средств : учеб. пособие / А. В. Башкиров, А. А. Соболев. – Воронеж : ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. – 185 с.
2. Конструирование радиоэлектронных средств: Учебник для вузов / В.Б. Пестряков и др; под ред. В.Б. Пестрякова. – М. : Радио и связь, 1992. – 432 с.
3. Грачев А. А. Конструирование электронной аппаратуры на основе поверхностного монтажа компонентов / А. А. Грачев, А. А. Мельник, Л. И. Панов. – М. : НТ пресс, 2006. – 384 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	1
1. Общие указания по выполнению практических занятий.....	2
2. Правила оформления чертежей печатных плат.....	12
3. Изделия с электрическим монтажом.....	22
4. Содержание пояснительной записки и графической части.....	27
Приложение.....	34
Библиографический список.....	48

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине «Основы
конструирования электронных средств» для студентов
направления 211000.62 «Конструирование и технология
радиоэлектронных средств» (профиль «Проектирование и
технология радиоэлектронных средств») для всех форм
обучения

Составители: Астахов Николай Владимирович,
Башкиров Алексей Викторович

В авторской редакции

Компьютерный набор А.В. Башкиров

Подписано к изданию 18.11.2014.
Уч.- изд. л. 3.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14